



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.311256



## İki farklı olgunlaşma döneminde farklı parçalama boyutu ve sıkıştırma basıncının mısır silajının kalitesi üzerine etkileri

Bircan Akdeniz<sup>a</sup>, Cengiz Özarslan<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Söke Ziraî Üretim İşletmesi Tarımsal Yayın ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Aydın

<sup>b</sup>Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Aydın

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ozarslanc@yahoo.com

Geliş/Received 09/05/2017

Kabul/Accepted 21/01/2018

### ÖZET

Bu çalışma farklı olgunlaşma döneminde, farklı parçalama boyutu ve sıkıştırma basıncının mısır silajının kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla; 1/4 ve 1/2 süt çizgisi olgunluk dönemlerinde tek sıralı silaj makinesi ile hasat edilen silajlık mısır, hasat anında ortalama 18 ve 22 mm boyutlarında kıyılmıştır. Elde edilen mısır hasılı, 2 litrelik PVC tüpler içerisine, 1 ve 2 MPa basınç değerlerinde sıkıştırılarak tam dolu halde ağızları kapatılıp fermantasyona bırakılmıştır. Doksan günlük fermantasyon sürecinden sonra mısır silajlarının fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmış ve silaj kaliteleri belirlenmiştir. Hasat döneminin ilerlemesi ile pH, kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve metabolik enerji (ME) değerleri KM'de % olarak sırasıyla 3.83-3.88, 31.94-33.98, 4.82-5.32, 2.94-2.43, 37.89-43.76, 24.09-27.04 ve 2.32-2.20 Mcal kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (p<0.01). Ayrıca hasat döneminin ilerlemesine bağlı olarak Flieg puanı (FP) 115.74'den 117.62 değerine yükselmiştir (p<0.05). Sıkıştırma basıncının artırılması, pH, HY ve ham protein (HP) seviyelerini sırasıyla 3.84-3.87, 2.62-2.75 ve 7.60-7.77 değerleri arasında değiştirmiştir (p<0.01). Kıyma boyutunun artırılması lignin değerini 3.28'den 3.48 değerine yükseltmiştir (p<0.05). Çalışmada elde edilen silajların tümü Flieg eşitliğine göre 100 puanın üzerinde puan almış pekiyi silaj kalite sınıfında silajlardır. Çalışmaya göre 1/4 veya 1/2 süt çizgisinde hasat edilen mısırın, 17-20 mm boyutlarında kıyılması ve 1 MPa basınç ile sıkıştırılmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

### Anahtar Sözcükler:

Mısır silajı  
Hasat dönemi  
Kıyma boyutu  
Sıkıştırma basıncı  
Silaj kalite sınıfı

### The effects of different chopping lengths and compressing pressures on corn silage quality at two stage of maturity

#### ABSTRACT

This study was conducted to determine effects of different harvesting period, chopping length and compression pressure on corn silage quality. For this purpose corn, which was at 1/4 and 1/2 milk line maturity period, was harvested by single row forager and chopped at 18 and 22 mm sizes. Harvested corn was ensiled in 2 liter PVC tubes at 1 and 2 MPa pressure for fermentation. The physical and chemical analysis was performed after the ninety-day fermentation process and silage quality was determined. The pH, dry matter (DM), crude ash (CA), crude fat (CF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and metabolic energy (ME) values were % 3.83-3.88, 31.94-33.98, 4.82-5.32, 2.94-2.43, 37.89-43.76, 24.09-27.04 and 2.32-2.20 Mcal kg<sup>-1</sup> respectively with progressing of harvesting period (p<0.01). Flieg Scores were also increased from 115.74 to 117.62 depending of harvesting period (p<0.05). pH, crude fat and crude protein level values were changed respectively (3.84-3.87), (2.62-2.75) and (7.60-7.77) with increasing of compressing pressure (p<0.01). Lignin was increased from 3.28 to 3.48 (p<0.05) by increasing the chopping size. The Flieg score of all silages was 100 point Flieg Score. It was concluded that corn harvested at 1/4 or 1/2 milk line maturity can be chopped at 17-20 mm size and can be compressed with 1 MPa for well quality silage.

#### Keywords:

Corn silage  
Harvesting period  
Chopping length  
Compressing pressure  
Silage quality

© OMU ANAJAS 2018

## 1. Giriş

Süt sığırlarının beslenmesinde kullanılan en önemli kaba yem türü mısır silajıdır. Çünkü mısır silajı, birim alandan elde edilen yüksek kuru madde (KM) miktarına ve yüksek enerji değerine sahiptir. Ayrıca silolamada mekanizasyona uygun yemdir. Mısır silajı nötral çözücülerde çözünmeyen lif (NDF) kaynağıdır. Dolayısıyla yüksek enerji değerine sahip bir kaba yemdir (Fernandez ve ark., 2004; NRC, 2001; Keleş ve Çıbık, 2014).

Silaj üretiminde, silajın kalitesine ürünün nem içeriği, kıyım boyutu, sıkıştırma düzeyi ve silolama tekniği önemli ölçüde etki etmektedir. Yapılan çalışmalar silajı yapılacak bitkinin en az %30-40 oranında kuru madde içermesi, yüksek kuru madde içeren bitkilerin daha küçük (1 cm), düşük kuru madde içeren bitkilerin ise daha büyük boyutlarda (4 cm) kıyılması, üründen su çıkışının minimum düzeyde kalması için sıkıştırma basıncının 2 MPa'ı geçirilmemesi ve hasattan silonun kapatılmasına kadar bütün işlemlerin düzgün ve bilinçli bir şekilde yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Kılıç, 1986; Emen ve ark., 1996; Filya, 2002; Yalçın ve Çakmak, 2005).

Keleş ve Çıbık (2014), mısır silajının besleme değeri üzerine hasat zamanı, çeşit, mekanizasyon ve silaj fermentasyonunun etkilerini incelemiş ve mısır silajında bulunması gereken bazı özellikleri önermişlerdir. Çalışmada silajlık mısır hibritlerinde KM verimi ve besin değerinin optimizasyonunun danedeki süt çizgisinin 1/2-2/3 olduğu dönemde gerçekleştiği, hedef bir mısır silajının %31-35 arasında KM içermesi, metabolik enerji (ME) değerinin kuru madde bazında 2.27 Mcalkg<sup>-1</sup>'den daha fazla olması ve 3.8–4.1 pH değerine sahip olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı; farklı olgunluk dönemlerinde yapılan hasatla, farklı kıyım boyutu ve sıkıştırma basınç değerleri altında elde edilen mısır silajının fermentasyon niteliğini belirlemek, hasat dönemi, kıyım boyutu ve sıkıştırma basıncının mısır silajının yem niteliği üzerindeki etkisini ortaya koymaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Söke Ziraî Üretim İşletmesi Tarımsal Yayım ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü'nde (Söke TAYEM) yürütülmüştür. Arazi çalışmaları TAYEM'de 2014 yılında, laboratuvar çalışmaları ise Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesinde 2015 yılında tamamlanmıştır. Silaj materyali olarak normal yetiştirme koşullarında üretilen ikinci ürün KWS-Doge çeşidi silajlık mısır kullanılmıştır. Silajlık mısır hasadı 70 kW gücünde Case III JX95 traktöre bağlanan tek sıralı disk kıyıcı silajlık mısır hasat makinesi ile yapılmıştır.

Çalışmada silajlık mısır, iki farklı hasat döneminde; 1/4 süt çizgisi olgunluk döneminde (1/4 SÇOD) ve 1/2 süt çizgisi olgunluk döneminde

(1/2 SÇOD) tek sıralı disk kıyıcı silajlık mısır hasat makinesi ile iki farklı kıyım boyutu elde edebilmek için 10 bıçakla kısa (K) ve 5 bıçakla uzun (U) kıyım boyutlarında hasat edilmiştir. Çalışma, kıyılan materyalin 2'şer litrelik tüplere hidrolik pres ile iki farklı basınçta (1 MPa ve 2 MPa) üç tekerrürlü olarak sıkıştırılması suretiyle yürütülmüştür. Hava almayacak şekilde kapatılan silolar, daha sonra silaj analizlerini yapmak üzere fermentasyon sürecine bırakılmıştır.

Kıyım boyut analizi için hasat aşamasında kıyılmış ürün örnekleri tarım arabasından alınmış ve elek analizi yapılmıştır. Elek düzeninde toplam 6 adet eleğin yukarıdan aşağı elek delik çapına göre 80-40-20-10-5-2.5 mm aralıklarında eleme yapılmıştır (Bockisch ve Aumüller, 1989; Waszkiewicz ve ark., 1999).

Kıyılmış mısır silaj materyalinin doğal hacim ağırlığı (kgm<sup>-3</sup>); standart tartım yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntem; 1 litrelik kap içerisine 150 mm sabit yükseklikten serbest bırakılarak doldurulan silaj materyalinin tartımı ile gerçekleştirilmiştir (Suthar ve Das, 1996; Özarlan, 2002).

Aşağıdaki eşitlik kullanılarak her bir materyalin ağırlıklı ortalama çapları hesaplanmıştır (Evrenosoğlu, 2012).

$$AOÇ = \frac{\sum X_i \cdot W_i}{\sum W} \quad (1)$$

AOÇ : Ağırlıklı ortalama çap (mm)

X<sub>i</sub> : Kıyılmış materyal boyut grubu geometrik ortalama çapı (mm)

W<sub>i</sub> : Kıyılmış materyal grubundaki hasıl miktarı (g)

ΣW : Toplam hasıl miktarı (g)

Fermentasyon sürecinin 90. gününde örnekler açılarak fiziksel ve kimyasal analizlerle silaj örneklerinin, kuru madde (KM), pH, ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK), acid detergent fiber (ADF), nötr detergent fiber (NDF), lignin düzeyleri ve yem nitelikleri belirlenmiştir. Mısır silajının besin değerleri ile fermentasyon özelliklerinin belirlenmesi amacıyla her bir silodan 100 g örnek kurutulmuş KM düzeyleri belirlenmiştir. Yem hammaddelerinin KM düzeyleri 60 °C'de en az 48 saat süre ile etüvde kurutulmuş materyal öğütüldükten sonra kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Yemlerin HP, HY ve HK içerikleri A.O.A.C. (1990)'ye göre; NDF ve ADF içerikleri ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM, USA) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Lignin, ADF'si yapılmış örneklerin 3 saat %72'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solüsyonu ile Daisy II inkübatörde muamele edilmesi ile belirlenmiştir. Silajların pH'sı 20 g silaj numunesinin 180 ml saf su ile 1 dakika süre ile laboratuvar tipi blenderde homojenizasyonundan elde edilen silaj süzütüsünden belirlenmiştir. Örneklerin metabolik enerji (ME) değeri NRC (2001)'e göre

hesaplanmıştır.

Silaj kalite sınıfının (SKS) belirlenmesinde Alman Tarım Örgütü (DLG, 1987) tarafından oluşturulmuş, Flieg Puanlama Yöntemi esas alınmış ve silaj kalite sınıfı bir regresyon eşitliği yardımı ile belirlenmiştir (Kılıç, 2006; Tümer, 2001).

$$\text{Flieg Puanı (FP)} = [220 + (2 \cdot \text{silaj kuru maddesi (\%)} - 15)] - 40 \cdot \text{silaj pH değeri} \quad (2)$$

Eşitlikten elde edilen Flieg puanı Çizelge 1’de verilen puan kriterlerine göre, silajın kalitesi hakkında önemli ipuçları vermektedir (Nauman ve Bassler, 1993; Yıldız, 2008).

Çizelge 1. Silo yemlerinin Flieg puanına göre kalite sınıfları

Flieg Puanı (FP)	Silaj Kalite Sınıfı (SKS)
81 – 100	I – Pekiyi
61 – 80	II – İyi
41 – 60	III – Orta
21 – 40	IV – Düşük
0 – 20	V – Kötü

Flieg puanlama sistemine göre yapılan fiziksel değerlendirme ve silaj örneklerinin kimyasal analizlerinden elde edilen veriler, varyans analizine tabi tutulmuştur. Grup ortalamalarının çoklu karşılaştırılması Duncan testi ile yapılmıştır (Yıldız ve Bircan, 1994). Verilerin istatistik analizinde SPSS (Versiyon 15) paket programı kullanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

İki farklı kıyım boyutunda 1/4 SÇOD ve 1/2 SÇOD’de hasat edilen silajlık mısır materyalinin silolama öncesi KM oranı ile elek analizi sonucu

belirlenen parça boyut dağılımı ve ağırlıklı ortalama çap (AOÇ) değerleri Çizelge 2’de görülmektedir.

Farklı hasat dönemi, farklı kıyım boyu ve sıkıştırma basıncının silo hacim ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde; hasat döneminin gecikmesi ve parça boyutunun uzamasına bağlı olarak silo hacim ağırlığının azaldığı, sıkıştırma basıncının artması ile de silo hacim ağırlığının arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çalışmada silaj örneklerinin pH ve KM oranlarına bağlı olarak FP ve SKS’ları belirlenmiştir (Çizelge 4). Tüm örnekler için genel ortalama FP 116.68 olarak tespit edilmiştir. Bu değer Çizelge 1’de verilen SKS gruplarına göre, I. sınıf ve pekiyi nitelikte silajı ifade etmektedir.

FP üzerinde hasat döneminin istatistiksel olarak etkisinin olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). Tüm silajların FP’ları Yıldız ve ark. (2011) ve Çakmak ve ark. (2013)’nin çalışmalarında ortaya konan FP’ları ile uyumludur. Çalışmaya göre kıyım boyutu ve sıkıştırma basıncı FP’nı etkilememiştir. Bu nedenle daha az enerji gerektiren U kıyım boyutu ve 1 MPa sıkıştırma basıncının tercih edilebileceği söylenebilir.

Silaj kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en önemli kriterlerden birisi de KM içeriğidir. Kılıç (1986) kaliteli bir silo yeminin KM’sinin %25-32 arasında, Keleş ve Çıbık (2014) kaliteli bir mısır silajında hedeflenen KM’nin %31-35 arasında olması gerektiğini ifade etmektedir. Bu çalışmada farklı koşullarda elde edilen tüm silajlar istenilen KM içeriklerine sahip olmuştur (Çizelge 5). Hasat zamanının gecikmesine bağlı olarak KM (%31.94 - 33.98) değerinde olan artış çok önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Mısır silajında hasat zamanındaki ilerlemenin KM miktarını artırdığı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Mc Donald, 1981; Johnson ve ark., 2002; Özduven ve ark., 2009).

Çizelge 2. Silaj materyalinin silolama öncesi fiziksel özellikleri

Elek Aralığı (mm)	Dağılım (%)			
	1/4 SÇOD’de		1/2 SÇOD’de	
	U	K	U	K
>80	0.53	0.32	2.17	1.05
40 - 80	5.49	2.66	6.64	6.57
20 - 40	31.50	21.54	34.26	23.68
10 - 20	51.90	55.74	45.54	49.54
0 - 10	10.58	19.74	11.39	19.16
AOÇ (mm)	20.68	17.23	23.07	19.93
Kuru Madde (%)	31.33±0.44	30.33±0.44	37.00±0.67	35.67±0.89

Çizelge 3. Silolanan silaj materyalinin hacim ağırlıkları ( $\text{kg m}^{-3}$ )

Silolama Basıncı (MPa)	1/4 SÇOD		1/2 SÇOD	
	U	K	U	K
1	856.33±27.78	901.00±14.33	762.25±24.25	775.33±14.78
2	928.83±5.78	948.00±6.00	882.67±9.56	891.67±11.44

Çizelge 4. Silaj örneklerinin FP'ları, standart sapma değerleri ve silaj kalite sınıfları

Hasat Dönemi	FP	SKS
1/4 ŞÇOD	115.74±1.78b	PEKİYİ
1/2 ŞÇOD	117.62±1.57a	PEKİYİ
<i>Sıkıştırma Basıncı</i>		
1MPa	116.57±1.81	PEKİYİ
2MPa	116.79±2.06	PEKİYİ
<i>Kıyım Boyu</i>		
K	116.91±2.09	PEKİYİ
U	116.45±1.76	PEKİYİ
<i>p değerleri</i>		
Hasat Dönemi (HD)	0.019*	
Sıkıştırma Basıncı (SB)	0.760	
Kıyım Boyu (KB)	0.526	
HD x SB	0.125	
HD x KB	0.839	
SB x KB	0.544	
HD x SB x KB	0.516	

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (\*, p<0.05)

Silajın fermantasyon düzeyinin önemli göstergelerinden olan pH değeri, pekiyi kalite sınıfında bir silajda 3.5 ile 4.3 arasında olmaktadır (Kılıç 2006, Açıköz ve ark., 2002; Roth, 2001). Bu çalışmada elde edilen pH değerlerine bakıldığında, farklı koşullar altında elde edilen silajların hepsi pekiyi kalite silaj sınıfına girmektedir (Çizelge 5). Hasat dönemi ve uygulanan basınç pH değerini etkilemiştir (p<0.01). Kıyım boyutunun ise pH değerine etkisi bulunmamıştır. pH değişiminde HDxKB interaksyonu (p<0.05) önemli, diğer interaksyonlar önemsiz bulunmuştur. Savoie ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada mısır silajlarının pH değerlerini 3.9–4.1 arasında bulmuşlardır. Yıldız ve ark. (2011) çalışmalarında siloladıkları mısır silaj örneklerinin pH değerlerini 3.61–3.94 arasında bulmuşlardır. Bu çalışmada bulunan pH değerleri 3.83–3.88 değerleri arasındadır ve yukarıdaki çalışmalarla uyumludur.

Organik madde (OM) oranı yüksek olan yemlerde HK oranı nispeten düşük olmaktadır. Hayvan beslenmesinde önemli olduğundan yemlerde OM oranının yüksek olması arzu edilmektedir. Yani yemin HK oranının düşük olması istenen bir durumdur (Çakmak ve ark., 2013).

Çizelge 5. Silolardan alınan fermente mısır silajlarının KM, pH, HK, HY ve HP değerleri ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )

Hasat Dönemi	KM (%)	pH	HK (%)	HY (%)	HP (%)
1/4 ŞÇOD	31.94±0.77b	3.83±0.02b	4.82±0.22b	2.94±0.11a	7.68±0.27
1/2 ŞÇOD	33.98±0.99a	3.88±0.03a	5.32±0.27a	2.43±0.13b	7.69±0.12
<i>Sıkıştırma Basıncı</i>					
1MPa	32.65±1.28	3.84±0.04b	5.05±0.36	2.62±0.32b	7.60±0.19b
2MPa	33.26±1.42	3.87±0.03a	5.08±0.36	2.75±0.24a	7.77±0.19a
<i>Kıyım Boyu</i>					
K	33.19±1.50	3.86±0.04	4.98±0.26	2.66±0.27	7.63±0.21
U	32.72±1.22	3.85±0.03	5.15±0.41	2.71±0.31	7.74±0.19
<i>p değerleri</i>					
Hasat Dönemi (HD)	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**	0.936
Sıkıştırma Basıncı (SB)	0.093	0.009**	0.730	0.001**	0.006**
Kıyım Boyu (KB)	0.192	0.183	0.124	0.124	0.052
HD x SB	0.179	0.559	0.747	0.026*	0.073
HD x KB	0.216	0.044*	0.703	0.121	0.001**
SB x KB	0.825	0.092	0.708	0.068	0.729
HD x SB x KB	0.835	0.335	0.985	0.565	0.414

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (\*, p<0.05, \*\*, p<0.01).

Bu çalışmada KM'deki HK oranının, hasat dönemine bağlı olarak değiştiği ( $p<0.01$ ), sıkıştırma basıncının ve kıyma boyunun ise HK oranını etkilemediği saptanmıştır (Çizelge 5). Tüm silaj örneklerinde HK oranı ortalaması %5.07 olarak bulunmuş ve değerler Çakmak ve ark. (2013)'nin bulunduğu değerlerle uyumludur.

Keleş ve Çıbık (2014), ham yağın yüksek değerlerde olmasının silajın iyi bir besleme değerine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada KM'deki HY oranının, hasat dönemi ( $p<0.01$ ) ve sıkıştırma basıncına ( $p<0.01$ ) bağlı olarak değiştiği, kıyma boyutunun ise HY oranı üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5). En yüksek değer 1/4 SÇOD (%2.94) silajında elde edilmiş, hasadın gecikmesine (1/2 SÇOD) bağlı olarak HY oranında azalma (%2.43) gözlenmiştir. Hasat dönemi x sıkıştırma basıncı interaksyonu önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Çalışmada farklı koşullardaki tüm silaj örneklerinin HY değerleri (%2.43-2.94) Çakmak ve ark. (2013)'nin bulunduğu değerlerle (%2.14-2.95) uyumludur.

Farklı koşullar altında silolanan tüm mısır silajları için ortalama ham protein değeri %7.69 olarak

bulunmuştur (Çizelge 5). Sıkıştırma basıncının artması HP değerini arttırmış ( $p<0.01$ ) ancak hasat dönemi ve kıyma boyunun HP üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Hasat dönemi x kıyma boyu interaksyonu ( $p<0.01$ ) çok önemli, diğer interaksyonlar ise önemsiz bulunmuştur. Bu çalışmada farklı koşullarda elde edilen silaj örneklerinin HP (%7.60-7.77) değerleri, Çakmak ve ark. (2013)'nin bulunduğu HP (%7.43-8.04) değerleri ve Konca ve ark. (2005)'nin mısır silajlarında buldukları HP (%4.97-10.43) değerleri ile uyumludur.

Çeşit, kıyma uzunluğu ve mekaniksel işleme gibi faktörler, mısır silajının içerdiği NDF oranını büyük oranda etkilemektedir (Mertens, 1997; Kung ve ark., 2008; Ferraretto ve Shaver, 2012). Bu çalışmada hasat döneminin ilerlemesine bağlı olarak NDF oranının arttığı ( $p<0.01$ ) gözlemlenmiştir (Çizelge 6).

Her üç koşulda tespit edilen NDF değerleri hasat döneminin ilerlemesi, basınç artışı ve kıyma boyutunun azalmasına bağlı olarak NDF değerlerinin arttığını ortaya koyan Yıldız ve ark. (2011)'nin değerleri ve Keleş ve Çıbık (2014)'in bildirdiği değerler ile uyumludur.

Çizelge 6. Fermente Mısır Silajlarının KM'deki NDF, ADF, Lignin ve ME Değerleri ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )

	NDF (%)	ADF (%)	Lignin (%)	ME (Mcal $kg^{-1}$ )
<i>Hasat Dönemi</i>				
1/4 SÇOD	37.89±1.25b	24.09±1.00b	3.36±0.23	2.32±0.03a
1/2 SÇOD	43.76±1.60a	27.04±1.41a	3.39±0.28	2.20±0.05b
<i>Sıkıştırma Basıncı</i>				
1MPa	40.48±3.78	25.43±2.44	3.39±0.29	2.26±0.09
2MPa	41.17±2.88	25.69±1.33	3.36±0.22	2.26±0.06
<i>Kıyma Boyu</i>				
K	41.07±3.13	25.43±1.77	3.28±0.26a	2.27±0.07
U	40.58±3.60	25.70±2.14	3.48±0.22b	2.26±0.08
<i>p değerleri</i>				
Hasat Dönemi (HD)	0.000**	0.000**	0.654	0.000**
Sıkıştırma Basıncı(SB)	0.264	0.625	0.787	0.977
Kıyma Boyu (KB)	0.421	0.601	0.026*	0.542
HD x SB	0.264	0.075	0.003**	0.040*
HD x KB	0.548	0.334	0.400	0.339
SB x KB	0.445	0.583	0.575	0.609
HD x SB x KB	0.412	0.980	0.184	0.401

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (\*;  $p<0.05$ , \*\*;  $p<0.01$ ).

Çalışmada hasat döneminin ilerlemesine bağlı olarak ADF (%24.09-%27.04) değerinin artışı çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuş, sıkıştırma basıncının ve kıyım boyutunun ADF değerine etkisinin olmadığı, ikili ve üçlü interaksyonların da önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6). Çalışmada bulunan ADF değerleri, Keleş ve Çıbık (2014)'ın derleme çalışmasında belirttiği hedef değerleri içeren ADF (%22-28) değerleri ile uyumludur.

Çalışmada hasat kıyım boyunun lignin (%3.28-3.48) değerleri üzerine etkisi önemli ( $p<0.05$ ), hasat dönemi ve sıkıştırma basıncının etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 6). HD x SB interaksyonu çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunurken, HD x KB, SB x KB ve HD x SB x KB interaksyonları önemsiz bulunmuştur. Lignin değerleri Keleş ve Çıbık (2014)'ın çalışmasında bildirdiği lignin (%1.8-3.5) değerleri ile uyumludur.

Kaliteli silajda ME değerinin kuru madde bazında  $1.91 \text{ Mcalkg}^{-1}$ 'in üzerinde olması istenmektedir (Brade ve Flachowsky, 2007). Bu çalışmada elde edilen tüm silajların ME değerlerinin bu değerden daha yüksek olduğu ( $2.20-2.32 \text{ Mcalkg}^{-1}$ ) görülmektedir (Çizelge 6).

Bu sonuçlar Alçiçek ve ark. (1999)'in elde ettikleri 2.20 ile  $2.57 \text{ Mcal kg}^{-1}$  değerleri ile de örtüşmektedir. Silajların ME değerleri; hasat dönemine göre değişmektedir ( $p<0.01$ ). Sıkıştırma basıncı ve kıyım boyutunun ME üzerinde etkisi önemli bulunmamıştır.

#### 4. Sonuç

Çalışmada gerçekleştirilen kimyasal analiz sonuçları, elde edilen tüm silaj örneklerinin kaliteli bir yem olduğunu göstermektedir. Üretilen silajlar Flieg Puanlama Sistemine göre pekiyi kalite sınıfındadır. Farklı koşullara rağmen tüm silajların kaliteli olmasında, uygun KM oranı, sıkıştırma basıncı ve kıyım boyutu ile birlikte ürün olarak mısırın kullanılmasının da büyük etkisi olmuştur. Çünkü silaj yapımı için mısır mükemmel bitki olarak tanımlanmaktadır (Fernandez ve ark., 2004; NRC, 2001).

Mısır bitkisi 1/4 veya 1/2 süt çizgisi olgunluk dönemlerinde (%31-36 KM) hasat edilerek içerisine hiçbir katkı maddesi ilave etmeden, kaliteli ve yem niteliği yüksek mısır silajı yapılabilir.

Silajlık mısır bitkisinin silolama öncesi farklı boyutlarda parçalanması silaj kalitesini etkilememektedir. Bununla beraber mısırın 17-20 mm AOÇ'larında kıyılması, silolama kapasitesini artırması ve daha etkin parçalanmanın sağlanması ile lignin değerini düşürmesi bakımından daha uzun parçalama boyutlarına tercih edilmelidir.

Parçalanmış silajlık mısır materyalinin silolanması sırasında uygulanan 1 MPa ve 2 MPa sıkıştırma basınçlarında kaliteli silajlar elde edilmektedir. Yüksek basınçlarda sıkıştırma, özellikle düşük KM içerikli mısır silaj materyallerinde silo suyu çıkışı nedeniyle besin kaybına yol açacağından arzu edilmemektedir. Bu

açından silolama sırasında 1 MPa sıkıştırma basıncı kaliteli bir silaj elde etmek için yeterli olacaktır, bununla beraber yüksek sıkıştırma basıncı ile birim alana daha fazla silajın depolanabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak daha az enerji ile daha düşük sıkıştırma basınçlarında da kaliteli silajın elde edilebilirliği konusuna yönelik çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenen yüksek lisans tezinin bir bölümünü içermektedir (Proje Numarası: ZRF-15033). Katkılarından dolayı Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Açıkgöz, E., Turgut, İ., Filya, İ., 2002. Silaj bitkileri yetiştirme ve silaj yapımı, Hasat Yayınları, İstanbul
- Alçiçek, A., Tarhan, F., Özkan, K., Adışen, F. 1999. İzmir ili ve civarında bazı süt sığırcılığı işletmelerinde yapılan silo yemlerinin besin madde içeriği ve silaj kalitesinin saptanması üzerine bir araştırma. Hayvansal Üretim, 39-40: 54-63
- A.O.A.C., 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15 th Edn. Vol. 1, Washington, D.C
- Bockisch, F., Aumüller. C., 1989. Anforderungen an die hackselqualität, Landtechnik, 4/89, 3s
- Brade, W., Flachowsky, G., 2007. Rinderzucht und rindfleischzeugung – landbauforschung völknerode, sonderheft 313 / Special Issue FAL Agricultural Research
- Çakmak, B., Yalçın, H., Bilgen, H., 2013. Hasıl ve fermente mısır silajlarının ham besin maddesi içeriği ve kalitesine paketleme basıncı ve depolama süresinin etkileri, Ankara Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 19 (2013) 22-33 DLG, 1987.
- DLG –Pattern for the evaluation of the fermentation quality of grass silages on the basis of chemical analyses. Frankfurt am Main: Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft. Bewertung von Grünfütter, Silage und Heu. Merkblatt, No.224 DLG Verlag, Frankfurt
- Emen, K., Pekcan, İ., Yaşar, H., Asma, S., 1996. Silaj yapımı tekniği ve silaj makinaları. T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı, Tarım Alet ve Makinaları Test Merkezi Müdürlüğü, Yayın No:5, 60 s, Ankara
- Evrinosoğlu, M., 2012. Mısır silaj yemi yapımında kullanılan mekanizasyon yöntemlerinin farklı silolama tekniklerine göre incelenmesi, E.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir
- Fernandez, I., Martin, C., Champion, M., Michalet-Doreau, B., 2004. Effect of corn hybrid and chop

- length of whole-plant corn silage on digestion and intake by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 87: 1298-1309
- Ferraretto, L.F., Shaver, R.D., 2012. Meta-analysis: effect of corn silage harvest practices on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *The Professional Animal Scientist*, 28: 141-149
- Filya, İ., 2002. Silaj yapımı. Silaj bitkileri yetiştirme ve silaj yapımı. Hasad Yayıncılık, Kayseri, 59-86
- Johnson, L.M., Harrision, J.H., Davidson, D., Mahanna, W.C., Shinnners, K., Linder, D. 2002. Corn silage management: effects of maturity, inoculation and mechanical processing on pack density and aerobic stability. *J. Dairy Sci.*, 85: 434-444
- Keleş, G., Çıbık, M., 2014. Mısır silajının besin ve besleme değerini etkileyen faktörler. Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 55(2): 27-37, Aydın
- Kılıç, A., 1986. Silo yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, 327 s, İzmir.
- Kılıç, A., 2006. Kaba yemlerde niteliğin saptanması. Hasat Yayıncılık, İstanbul
- Konca, Y., Alçıçek, A., Yaylak, E., 2005. Süt sığırcılığı işletmelerinde yapılan silo yemlerinde silaj kalitesinin saptanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Hayvansal Üretim Dergisi, 46(2): 6-13, İzmir
- Kung, L., Moulder, B.M., Mulrooney, C.M., Teller, R.S., Schmidt, R.J., 2008. The effect of silage cutting height on the nutritive value of a normal corn silage hybrid compared with brown midrib corn silage fed to lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 91: 1451-1457
- Mc Donald, P., 1981. The biochemistry of silage. J.W. Publ. Manchester
- Mertens, D.R., 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 80: 1463-1481
- Nauman, C., Bassler, R., 1993. Die chemische untersuchung von futtermitein. methodenbuch, Band III. VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- NRC, 2001. National research council. nutrients requirements of dairy cattle. The National Academic Press. Washington DC., USA
- Özarlan, C., 2002. Physical properties of cotton seed. *Biosystems Engineering*, 83(2):169-174
- Özdüven M.L., Koç F., Polat C., Coşkuntuna L., Başkavak S., Şamlı H.E., 2009. Bazı mısır çeşitlerinde vejetasyon döneminin silolamada fermantasyon özellikleri ve yem değeri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2):121-129
- Roth, G.W., 2001. Corn silage production and management. College of Agricultural Sciences. Agricultural Research and Coop. Extension, Agronomy Facts, 18
- Savoie, P., Amyot, A., Theriault, R., 2002. Effect of moisture content, chopping and processing on silage effluent. *Transactions of the ASAE*, 45(4): 907-914
- Suthar, S. H., Das, S. K. 1996. Some physical properties of karingda (*Citrullus lanatus*) seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65(1), 15-22
- Tümer, S., 2001. Silaj, T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 104, İzmir
- Van Soest, P.J., Robertson, B.J., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Science*, 74:3583-3597
- Waszkiewicz, Cz., Gach, S. Lisowski, A., Kostyra, K., 1999. Effect of size reduction degree on the quality of hay silage, Department of Farm Machinery, Warsaw Agricultural University, Poland, pages:3
- Yalçın, H., Çakmak, B., 2005. Bazı kaba yemlerin sıkıştırılabilirlik özellikleri. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Proje No:01-ZRF-42, İzmir
- Yıldız, N., Bircan, H., 1994. Araştırma ve deneme metotları, Atatürk Üniversitesi Yayınları No:697, Erzurum
- Yıldız, C., 2008. Farklı koşullarda paketlenmiş mısır küçük balya silajı yapımı için uygun parametrelerin belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Erzurum
- Yıldız, C., Öztürk, İ., Erkmen, Y., 2011. Farklı hasat dönemi, kıyma boyutu ve sıkıştırma basıncının mısır silajının fermantasyon niteliği üzerine etkileri. *Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enst. Dergisi*, 1(2): 85-90



## Gökçeada topraklarının erozyon duyarlılığı

Remzi İlay\*, Yasemin Kavdır

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 17020 Çanakkale/Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: rilay@comu.edu.tr

Geliş/Received 18.07.2017

Kabul/Accepted 12/01/2018

### ÖZET

Gökçeada, organik tarım uygulamaları açısından ülkemizdeki en uygun bölgelerden biri olup "organik tarım adası" olarak ünlenmiştir. Gökçeada'da doğal kaynakların kalitesinin korunmasına yönelik tespitlerin yapılarak gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Ekosistemin sürdürülebilirliği için toprak, en temel doğal kaynaklardan biridir. Toprak kalitesinin sürdürülebilir olması için öncelikle toprağın korunarak mevcut durumunun belirlenmesi ve varsa risklerin de belirlenerek gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu çalışmada Gökçeada topraklarının erozyona duyarlılığının (erodibilesinin) RUSLE modelinde belirtildiği şekilde tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla arazi kullanımı ayırmaksızın 248 farklı noktadan yüzey toprak örneği alınmış ve gerekli analizler yapılmıştır. Gökçeada toprakları genel olarak değerlendirildiğinde RUSLE-K değerlerinin 0 ila 0.65 arasında değiştiği, ortalamasının ise 0.25 olduğu ve Gökçeada topraklarının yaklaşık % 52'sinde orta, yüksek ve çok yüksek düzeyde erozyon riski bulunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Gökçeada  
Erozyon  
RUSLE-K  
Toprak

### Soil erodibility of Gökçeada

#### ABSTRACT

Gökçeada is one of the most suitable regions for organic farming practices in our country and known as "organic agriculture island". In Gökçeada, necessary measures must be performed to protect the quality of natural resources by making determinations. Soil is one of the main natural sources for ecosystem sustainability. In order to obtain sustainable soil quality, soil must be conserved and current situation risks should be determined, and then necessary precautions must be taken. In this study, it is aimed to determine the erosion sensitivity (erodibility) of Gökçeada soil as specified in the RUSLE model. For this purpose, soil samples were taken from 248 different locations of Gökçeada and necessary soil analyzes were carried out. It was determined that the RUSLE-K values ranged from 0 to 0.65 and the mean value was 0.25. There was a medium, high and very high level of erosion risk in about 52 % of the Gökçeada soil.

Keywords:  
Gökçeada  
Erosion  
RUSLE-K  
Soil

© OMU ANAJAS 2018

### 1. Giriş

Gökçeada, konumu, doğası, doğal kaynakları gibi çeşitli özellikleri bakımından yüksek organik tarım potansiyeline sahip alanlardan biridir. Resmi kurumların kalkınma planlarında, adaya yönelik planlamaların ve ilginin artmasıyla, adanın potansiyeli daha fazla fark edilir duruma gelmiştir. Bununla birlikte adanın ekolojik turizme kazandırılması için stratejik planlamaların devam etmekte olduğu bilinmektedir. Gökçeada ekonomisi, öncelikli olarak turizm, tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır. Buna bağlı olarak adanın potansiyelini kullanmak adına yapılacak planlamalarda, toprak ve toprağın korunmasına yönelik çalışmalar bölge ve ülkemiz için stratejik önem taşımaktadır.

Gökçeada'nın arazi yapısı, özellikle de eğim durumu göz önünde bulundurulduğunda, yüksek toprak erozyonu risk potansiyeline sahip olduğu açıktır. Topoğrafya, bitki örtüsü, iklim ve canlılar gibi erozyona etki eden faktörlerle birlikte toprak özelliklerinin de erozyon üzerine etkisi oldukça büyüktür. Bu sebeple toprağın iç dinamiklerine bağlı erozyona duyarlılığının durumu ve derecesinin bilinmesi de oldukça önemlidir.

Toprak kayıplarının hesaplanması ve değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalarda, birçok faktör girdisinden yararlanılarak oluşturulmuş çeşitli modeller kullanılabilir. Ünlü toprak kaybı modeli (USLE), 1978 yılında artan tarımsal uygulamalar sonucundaki toprak kayıplarıyla ilgili olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde uzun dönemde



su erozyonu tahmini için tasarlanmış parsel-tarla ölçekli olarak geliştirilmiş en yaygın modeldir ve bu amaçla tasarlanmış ilk ampirik model olma özelliğindedir (Wischmeier ve Smith, 1978). USLE modelinin amacı toprakların parmak ve yüzey erozyonundan korunması amacıyla erozyonu önceden tahmin etmektir (Lal, 1999). USLE modelinin tekrar düzenlenip yenilenmesi ile revize edilmiş üniversal toprak kaybı modeli (RUSLE) 1. Versiyonu (Renard ve ark., 1997) ve 2. Versiyonu (Foster, 2005) ortaya çıkmıştır. Avrupa düzeyinde ise (Panagos ve ark., 2012), toprak tekstürü ve organik karbon verilerini (LUCAS veritabanından) ve orijinal nomogramı kullanarak toprak erodibilitesini tahmin etmiştir.

Toprak erodibilite faktörü, USLE modelinde K faktörü olarak belirtilmektedir. Toprak erodibilitesi toprağın aşınmaya, sıçramaya, sürüklenmeye karşı doğasındaki dirençtir. Bu, toprak partiküllerinin arasındaki kohezif kuvvetlerle ilgilidir. Kohezif kuvvetler bitki örtüsü, toprak nem içeriği, toprak strüktürünün dayanıklılığına göre değişebilmektedir. K faktörü, toprak-aşınabilirlik nomogramı veya denklemi kullanılarak belirlenmekte (Wischmeier ve ark., 1971) olup çeşitli şekillerde değerlendirilebilmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bazı RUSLE-K faktörü değerlendirme sınıfları

Dangler ve ark. (1976)'dan (Modifiye edilmiş)		Pauwels ve ark. (1980)	
Sınıf	K-Faktör	Sınıf	K-Faktör
Çok düşük	0-0.10	Düşük-çok düşük	0-0.25
Düşük	0.10-0.20	Orta	0.25-0.35
Orta	0.20-0.30	Yüksek	0.35-0.45
Orta-yüksek	0.30-0.40	Çok yüksek	0.45+
Yüksek	0.40-0.50		
Çok yüksek	0.50+		

Gökçeada'da jeomorfolojik ve topoğrafik özelliklerine bağlı olarak yüksek erozyon potansiyelinin olduğu alanlar rapor edilmiştir (KHGM, 1999). Ancak adadaki yağış, topoğrafik/jeolojik durum ve bitki örtüsü gibi erozyon şiddetini etkileyen faktörlerin yanında toprak özellikleri kullanılarak tespit edilen toprak erodibilitesinin (K faktörü) belirlenerek, toprak kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliği için gerekli tedbirlerin alınması önem teşkil etmektedir.

Bu çalışma adanın tamamını kapsamakta olup, farklı noktalardan 248 adet 0-20 cm derinlikten yüzey toprağı alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde K faktörünün tespiti için gerekli fiziksel ve kimyasal toprak analizleri yapılarak değerlendirmelerde bulunulmuştur.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma alanının genel tanıtımı

Gökçeada, kuzey Ege Denizi'nin 25° 40' 06''- 26° 01' 05'' doğu boylamları ile 40° 05' 12''- 40° 14' 18'' kuzey enlemleri arasında ve Çanakkale'nin 40 km batısında yer almaktadır. Gökçeada'nın kıyı uzunluğu da 95 km'dir ve yüzölçümü yaklaşık 286 km<sup>2</sup>'dir. Ada, merkez ilçeye bağlı 9 köy ve ilçedeki 3 mahalleden oluşmaktadır. Su kaynakları açısından zengin adada 5 adet gölet bulunmaktadır. Akdeniz iklimi etkisi altında olan Marmara geçiş iklim tipi görülmektedir.

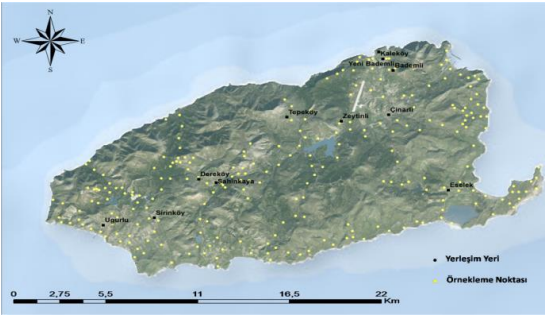
Gökçeada'nın kuzeybatısında bulunan Semadirek Adası'na uzaklığı yaklaşık 22 km, güneybatısındaki Limni Adası'na ise uzaklığı yaklaşık 18 km'dir. Gökçeada engebeli bir arazi yapısına sahiptir. % 64.72'si % 12 üzerinde eğim değerlerine sahipken, % 13.63'ü düz-düze yakın alanlardan oluşmaktadır (İlay, 2016). 678 m yüksekliği bulunan Doruk Tepe adanın en yüksek noktasıdır. Adada yaygın olarak bitki örtüsü orman ve maki görülse de zeytinlikler de bulunmaktadır. Gökçeada, volkanik kütlelerden oluşmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Gökçeada'nın coğrafi konumu

### 2.2. Toprakların örnekleme noktalarının belirlenmesi ve örneklerin alınması

Örnekleme noktaları, adaya ait topoğrafik haritalardaki eğim grupları, toprak haritasındaki büyük toprak grupları ve alt gruplar ile arazinin drenaj deseni dikkate alınarak önceden belirlenmiş sonrasında bu noktalara ait koordinatlar GPS (Global Positioning System)'e aktarılmıştır. Koordinatları bilinen örnekleme noktalarına ait alanların tamamından arazi koşullarının olumsuz olması (yüksek eğim, yasaklı bölgeler v.b.) nedeniyle örnekleme yapılamamış olup, arazi koşullarının uygun olduğu 248 noktaya ait alandan yüzey toprağı (0-20 cm) örneklenmiştir. Aynı zamanda örnekleme noktalarına ait koordinatlar GPS'e kaydedilmiştir. Örnekleme noktalarına ait harita ise Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Çalışma kapsamında örneklenen noktaların dağılımı

### 2.3. Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri

Alınan topraklar analizlere hazırlık öncesinde hava kuru hale gelmesi için örnek hazırlama odasına serilmiştir. Örneklerin strüktür tipleri arazide belirlenmiştir. Toprak örneklerinin öğütülen kısmı 2 mm'lik elekten elenmiş ve plastik poşetler içinde saklanmıştır. Toprakların organik madde kapsamı toplam karbonun LECO marka Truspec CN cihazında kuru yakılması sonucu elde edilen değer ve inorganik karbon kapsamı kullanılarak tespit edilmiştir. Toprak tane irilik dağılımı (toprak tekstürü), 2 mm'lik elekten elenmiş toprak örneklerinde Bouyoucos (1951)'de belirtilen esaslar temel alınarak hidrometre yöntemiyle yapılmıştır. Hidrometre okumalarından sonra tekstür silindiri içindeki materyalin tümü 0,1 mm'lik elekten geçirilmiş ve elek üstünde kalan kısım etüvde kurutulmuştur. Sonrasında tartımı yapılan kısım (kaba kum), hesaplaması yapılan toplam kum miktarından çıkarılarak çok ince kum belirlenmiştir. Strüktür tipleri arazide tespit edilerek, çok ince granüller (1), ince granüller (2), orta-kaba granüller (3) ve blok, levhalı, masif (4) şeklinde kodlanmış ve hesaplamada kullanılmıştır. Toprakların geçirgenlik sınıfları, tekstür analizi sonucunda tespit edilen tekstür sınıfları dikkate alınarak Soil Survey Staff, (1983)'e göre belirlenmiştir.

### 2.4. Toprak erodibilitesinin (K-Faktörü) bulunması ve haritalanması

K-Faktörü, silt, çok ince kum, kil içeriği ile birlikte, OM (Organik Madde) içeriği, yüzey strüktürü ve geçirgenliği ile aşağıdaki eşitlik kullanılarak matematiksel olarak hesaplanmıştır (Wishmeier ve Smith, 1978).

$$K = [2.1m^{1.14}(10^{-4})(12-a)+3.25(b-2)+2.5(c-3)]/100$$

K = Toprak erodibilite faktörü (U.S.)

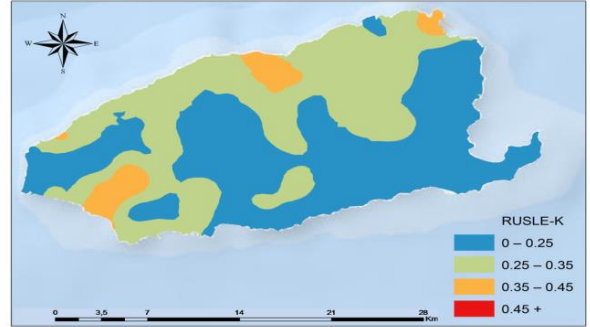
m = (silt (%) + çok ince kum (%)) (100-Kil (%))

a = Organik madde (%)

b = Toprak strüktür sınıfı

c = Geçirgenlik sınıfı

Çalışma kapsamında alınan toprakların erozyona duyarlılığın çalışma alanında konumsal olarak nasıl değiştiğini belirlemek için ARCGIS 10.0 yazılımı kullanılarak tematik harita oluşturulmuştur. Her örnekleme noktasında hesaplanan K faktörü değerleri Simple Kriging yöntemi kullanılarak örnekleme alanları için K faktör değeri tahmini yapılmış ve raster harita oluşturulmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Gökçeada topraklarının erozyon risk durumu (RUSLE-K) haritası

### 3. Bulgular ve Tartışma

Alınan toprak örneklerinde K-Faktörünün hesaplanmasında kullanılacak bazı analizlere ait değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Analizleri yapılan toprakların kil, silt, çok ince kum ve kum fraksiyonları tespit edilmiştir. Çizelge 2' de sunulduğu üzere; kil miktarının % 3.23 ile % 64 arasında değiştiği ortalamının %22.94 olduğu görülmektedir. Bununla birlikte silt içeriği % 1.28 ile % 75.72 arasında olup ortalaması % 29,40'tır. Toprakların kum içeriklerine bakıldığında % 11.44 ile % 92.79 olup, ortalama % 47.66 olarak bulunmuştur. Toprak erodibilitesinin hesaplanmasında kullanılmak üzere topraklarda tespit edilen çok ince kum içerikleri ise % 1.58 ile % 44.53 arasında değişmekte olup ortalaması % 19.95'tür.

Alınan 248 toprak örneğinin arazi örtüsü fark etmeksizin TOK (Toprak Organik Karbonu) kapsamı incelendiğinde; en yüksek değer % 6.32 en düşük değer % 0.9 olduğu, ortalamasının ise % 2.11 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Tekstür analizine göre bünye sınıfları belirlenmiş ve bu sınıflardan yararlanılarak tespit edilen geçirgenlik sınıfları belirlenmiştir. Buna göre toprak örneklerinin % 49.60'ı orta-yavaş, % 25.81'i orta, % 17.74'ü orta-hızlı sınıflarında yer alırken % 1.21'i yavaş sınıfına dahil olduğu belirlenmiştir. Örneklenen noktalardaki toprakların % 95.16'sının strüktür tipi ince ve orta-kaba granüller olarak tespit edilmiştir. 11 örnekleme noktasında çok ince granüller, 1 örnekleme noktasında ise levha strüktür tipi tespit edilmiştir.

248 toprak örneğinde yapılan tüm bu analizler ve veriler kullanılarak hesaplanan RUSLE-K değerlerinin 0 ila 0.65 arasında değiştiği, ortalamasının ise 0.25 olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Pauwels ve ark. (1980) göre

yapılan değerlendirmede, toplam 248 örnek noktasının, 161'inin düşük, 42'sinin orta, 23'ünün yüksek ve 22 örnek noktasının ise çok yüksek derecede erozyon riskine sahip olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde toplam örnek sayısının % 35.08'i orta, yüksek ve çok yüksek erozyon riskine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Toprak örneklerinde belirlenen parametrelere ait bazı değerler (en küçük, en büyük, ortalama ve standart hata değerleri, (n=248), ±: Standart Hata)

Parametreler	En Küçük	En Büyük	Ortalama
Kil (%)	3.23	64.00	22.94 ± 0.64
Silt (%)	1.28	75.72	29.40 ± 0.93
Kum (%)	11.44	92.79	47.66 ± 0.97
Kaba Kum (%)	1.93	91.18	27.72 ± 0.99
Çok İnce Kum (%)	1.58	44.53	19.95 ± 0.45
TOK (%)	0.90	6.32	2.11 ± 0.05
RUSLE-K	0.00	0.65	0.25 ± 0.01

Şekil 3'te Gökçeada'dan alınan toprak örneklerinin RUSLE-K değerlerine göre hazırlanan erozyona duyarlılık durumunu gösteren harita sunulmuştur. Buna göre adanın kuzey kesimindeki topraklarında güneyine oranla erozyon riski daha yüksektir. Yöney ve yağış ilişkileri değerlendirildiğinde adanın kuzey kesiminde kuzey yöneylerin ve yüksek eğim gruplarının daha yoğun olduğu (İlay, 2016), bu sebeple K faktörü hesaplamasında kullanılan bileşenlerin yağış-yöney ilişkisi çerçevesinde daha fazla etkilenebileceği düşünülmektedir. Buna paralel olarak güney kesimlerindeki toprakların kil miktarının daha yüksek, silt miktarının daha düşük olduğu, ayrıca örneklerin kil içerikleri ile RUSLE-K arasında negatif bir ilişkinin ( $p<0.01$ ); silt miktarı ile RUSLE-K arasındaki ilişkinin ise pozitif ( $p<0,01$ ) olduğu bildirilmiştir (İlay, 2016). Çizelge 3'te risk haritasının alansal dağılım oranları incelendiğinde, ada topraklarının % 48'i düşük, % 39'u orta, % 12'si yüksek ve % 0.1'nin çok yüksek erozyon tehlikesi altında olduğu görülecektir.

Çizelge 3. Gökçeada topraklarının erozyon riski bakımından alansal dağılımı

Risk Durumu	Alan (ha)	Oran (%)
Düşük	13631.42	48.17
Orta	11066.19	39.10
Yüksek	3567.09	12.61
Çok Yüksek	35.30	0.12
Toplam	28300	100

İlay (2016), bu çalışmanın da içinde bulunduğu çalışmada arazi örtüsüne göre tespit edilen ortalama RUSLE-K değerlerindeki farkın istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) olduğunu belirtmiştir. Tarım alanlarındaki erozyon riskinin orman ve yarı doğal olarak kullanılan alanlardan daha yüksek olduğu; ayrıca RUSLE-K değerlerinin bakılan birçok toprak parametresi ile doğrusal pozitif ve negatif ilişkiler içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Kireçli toprakların erodibilitesini tahmin için yapılan çalışmalarda; K faktörünün strüktür ve geçirgenlik üzerine etki eden toprak özellikleriyle ilgili olduğunu göstermiştir (Gupta, 2002; Hoyos, 2005; Summer, 1982). Bazı çalışmalar ise toprak partiküllerinin, organik maddenin, değişebilir potasyum ve demir oksitlerin K faktörü üzerine direkt etkisinin olduğunu göstermiştir (Auerswald ve ark., 1996; Evrendilek ve ark., 2004; Rhotonve ark., 1998; Rodriguez ve ark., 2006; Santos ve ark., 2003; Veihe, 2002; Zhang ve ark., 2004).

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada Gökçeada'daki toprak kaynaklarının korunması ile erozyona duyarlı alanların görsel ve rakamlarla ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla verimlilik ve ekosistem üzerine direkt etkisi olan erozyon hassasiyeti, RUSLE-K faktörü esas alınarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında, riskli bölgelerdeki arazi yönetimlerine dikkat edilerek riskin azaltılması için çalışmalar yapılmalıdır. Strüktürel yapının bozulmamasına dikkat edilmelidir. Özellikle tarım arazilerinde agregatlaşmayı bozacak aşırı gübreleme ve sulamadan kaçınılmalıdır. İmkanlar dahilinde de başta tarım arazilerine olmak üzere uygulama yapılabilecek diğer arazilere organik madde (yeşil gübre, organik atıklar, hayvan gübresi v.b.) ilavesi yapılmalıdır. Diğer arazilerde ise mevcut durumunun korunarak daha da iyileştirilmesi için çaba harcanmalıdır. Bitki örtüsünün tahribatının engellenmesiyle birlikte arazilerin boş bırakılmaması için alınacak önlemler, sistem için organik madde kaynağı olacağı gibi erozyona bağlı kayıpların önüne geçerek toprak kalitesini olumlu yönde etkileyecektir.

#### Teşekkür

Bu çalışmaya sağladığı maddi desteği için, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na (2012/17 nolu Doktora Tez Projesi) ve haritalama konusundaki desteği için Dr. Yusuf Yiğini' ye teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

Auerswald, K., Kainz, M., Angermüller, S., Steindl, H., 1996. Influence of exchangeable potassium on soil erodibility. Soil Use and Management, 12: 117-121. doi:10.1111/j.1475-2743.1996.tb00531.x.

- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis, *Agronomy Journal*, Vol. 43, No. 9, 1951, pp. 434-438. doi:10.2134/agronj1951.00021962004300090005x.
- Dangler, E.W., El-Swaify, S.A., Ahuja, L.R., Barnet, A.P., 1976. Erodibility of Selected Hawaii Soils by Rainfall Simulation. *Ars W-35. Ars/Usda- Univ. of Hawaii Agric. Exp. Stn., Honolulu, Hi.* doi:10.2136/sssaj1976.03615995004000050040x.
- Evrendilek, F., Celik, I., Kilic, S., 2004. Changes In Soil Organic Carbon and Other Physical Soil Properties Along Adjacent Mediterranean Forests, Grass land and Cropland Ecosystems in Turkey. *Journal of Arid Environment*, 59: 743-752. doi:10.1016/j.jaridenv.2004.03.002.
- Foster, G.R., 2005. RUSLE 2.0 sciencedocumentation (Draft). USDA-Agricultural Research Service, Washington, DC.
- Gupta, O.P., 2002. Water In Relation to Soils and Plants. *Agrobios, India*. 31-34.
- Hoyos, N., 2005. Spatial Modeling of Soil Erosion Potential In A Tropical Watershed of The Colombian Andes. *Catena*, 63: 85-108. doi:10.1016/j.catena.2005.05.012.
- İlay, R., 2016. Gökçeada Topraklarının Bazı Kalite Parametreleri ve Erozyon Riskinin Belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Çanakkale.
- KHGM., 1999. Köy Hizmetleri Çanakkale İl Müdürlüğü, Çanakkale İli Arazi Varlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 17, Ankara.
- Lal, R., 1999. Soil Quality and Soil Erosion. The Soil and Water Conservation Society. Boca Raton, Fla. Crc Press, 1999.
- Panagos, P., Meusburger, K., Alewell, C., Montanarella, L., 2012. Soil erodibility estimation using LUCAS point survey data of Europe. *Environmental Modelling & Software*, 30: 143-145. doi: 10.1016/j.envsoft.2011.11.002.
- Pauwels, J. M., Aelterman, J., Gabriels, D., Bollinne, A., Rosseau, P., 1980. Soil Erodibility Map of Belgium. In De Boodt, M. And Gabriels, D., Editors, *Assessment of Erosion*. Chichester: J. Wiley. 193-201.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G. A., McCool, D.K., Yoder, D.C., 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Vol. 703). Washington, DC: US Government Printing Office.
- Rhoton, F.E., Lindbo, D.L., Romkens, M.J.M., 1998. Iron Oxides Erodibility Interactions for Soils of The Memphis Catena. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 62(3): 1693-1703. doi:10.2136/sssaj1998.03615995006200060030x.
- Rodriguez, R.R., Arbelo, C.D., Guerra, J.A., Natario, M.J.S., Armas, C.M., 2006. Organic Carbon Stocks and Soil Erodibility In Canary Islands Andosols. *Catena*, 66: 228-235. doi: 10.1016/j.catena.2006.02.001.
- Santos, F.L., Reis, J.L., Martins, O.C., Castanheira, N.L., Serralheiro, R.P., 2003. Comparative Assessment of Infiltration, Runoff and Erosion of Sprinkler Irrigated Soils. *Biosystems Engineering*, 86(3): 355-364. doi:0.1016/S1537-5110(03)00135-1.
- Soil Survey Staff., 1983. National Soils Handbook, Title 430-Vi. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Summer, R.M., 1982. Field and Laboratory Studies on Alpine Soil Erodibility, Southern Rocky Mountains, Colorado. *Soil Use and Management*, 7(3): 253-266. doi: 10.1002/esp.3290070304.
- Veihe, A., 2002. The Spatial Variability of Erodibility and Its Relation to Soil Types: A Study from Northern Ghana. *Geoderma*, 106: 101-120. doi:10.1016/S0016-7061(01)00120-3.
- Wischmeier, W.H., Johnson C.B., Cross, B.V., 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal Soil and Water Conserv.*, 26:189-193.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses—A Guide to Conservation Planning. *Agricultural Handbook*, No. 537. USDA.
- Zhang, K., Li, S., Peng, W., Yu, B., 2004. Erodibility of Agricultural Soils and Loess Plateau of China., *Soil Tillage Res.*, 76: 157-165. doi:0.1016/j.still.2003.09.007.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.336108



Tritikale genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özellikleri

Zeki Mut\*, Özge D.Erbaş Köse

Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü  
\*Sorumlu yazar/corresponding author: zeki.mut@bozok.edu.tr

Geliş/Received 25/08/2017 Kabul/Accepted 03/01/2018

ÖZET

Dünyada tritikale insan gıdası ve hayvan yemi olarak değişik şekillerde kullanılmaktadır. Özellikle, marjinal alanların değerlendirilmesinde ve artan yem açığının kapatılmasında önemli bir alternatif bitki olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma, Yozgat ekolojik koşullarında tritikale genotiplerinin verim ve kalite yönünden durumlarını belirlemek amacıyla 2012-2015 yılları arasında üç yıl süreyle yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Varyans analiz sonucunda incelenen tüm özellikler bakımından yıl, genotip ve yıl × genotip etkileşimleri önemli bulunmuştur. Yılların ortalaması olarak bitki boyu (BB) 84.1-107.6 cm, metrekaresindeki başak sayısı (MBS) 288.0-508.7 adet, hasat indeksi (HI) % 28.6-38.8, tane verimi (TV) 230.4- 366.1 kg da<sup>-1</sup>, bin tane ağırlığı (BTA) 29.0-40.3 g, hektolitre ağırlığı (HA) 66.7- 71.3 kg, protein oranı (PO) % 12.3-14.8, yağ oranı (YO) % 1.11-1.76, nişasta oranı (NO) % 62.2-66.2, kül oranı (KO) % 1.68-2.17, ADF % 2.437-3.585, NDF % 17.5-19.1, Zeleny sedimentasyon değeri (ZSD) 20.3-30.9 ml, yaş gluten (YG) % 22.4-26.5, K % 0.525-0.668, Mg % 0.129-0.150 ve P % 0.366-0.408 arasında değişmiştir. En yüksek tane verimi 14 (351.7 kg da<sup>-1</sup>), 15 (359.7 kg da<sup>-1</sup>), 23 (340.2 kg da<sup>-1</sup>) ve 24 (366.1 kg da<sup>-1</sup>) numaralı tritikale genotiplerinden elde edilmiştir. TV ile BB (r=0.422\*\*), MBS (r=0.405\*\*), HI (r=0.548\*\*), BTA (r=0.479\*\*), HA (r=0.559\*\*) ve P (r=0.129\*) arasında önemli ve olumlu, PO (r= -0.238\*\*), YO (r= -0.126\*), ADF (r= -0.119\*), NDF (r= -0.566\*\*), ZSD (r= -0.304\*\*) ve YG (r= -0.496\*\*) arasında önemli ve olumsuz ilişki tespit edilmiştir. Biplot analiz grafiğine göre 23 numaralı genotip tane verimi yanında; BB, BTA, ZSD, YG, PO, K, P ve Mg gibi özellikler bakımından da ön plana çıkmıştır. Tane verimi bakımından 7 numaralı genotip tüm çevrelere iyi uyum, 3, 4, 9 ve 21 numaralı genotipler tüm çevrelere orta uyum göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Tritikale  
Verim  
Kalite  
Korelasyon  
Stabilite

Grain yield and some quality properties of triticale genotypes

ABSTRACT

Triticale is used for different targets as human food and animal feed in the world. In particular, Triticale is an important alternative crop to use of marginal areas and to overcome the shortage of rising feed. This study was carried out for three years between 2012 and 2015 to determine the yield and quality aspects of triticale genotypes in Yozgat ecological conditions. Experiments were carried out in randomized complete block design with four replications. As a result of the variance analysis, year, genotype and year × genotype interactions were found to be significant in terms of all traits examined. According to the results including years averages; plant height, the number of spikes per square meter, harvest index, grain yield, thousand grain weight, hectoliter weight, crude protein content, crude fat content, starch content, ash content, acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) value, Zeleny sedimentation value, wet gluten, K, P and Mg were found between 84.1-107.6 cm, 288.0-508.7 no, 28.6-38.8 %, 230.4- 366.1 kg da<sup>-1</sup>, 29.0-40.3 g, 66.7- 71.3 %, 12.3-14.8 %, 1.11-1.76 %, 62.2-66.2 %, 1.68-2.17 %, 2.437-3.585 %, 17.5-19.1 %, 20.3-30.9 ml, 22.4-26.5 %, 0.525-0.668 %, 0.129-0.150 % and 0.366-0.408 %, respectively. The highest grain yield was obtained from numbered 14 (351.7 kg da<sup>-1</sup>), 15 (359.7 kg da<sup>-1</sup>), 23 (340.2 kg da<sup>-1</sup>) and 24 (366.1 kg da<sup>-1</sup>) triticale genotypes. Positive and significant correlation was found for plant height (r=0.422\*\*), number of spikes per square meter (r=0.405\*\*), harvest index (r=0.548\*\*), 1000-grain weight (r=0.479\*\*), hectoliter weight (r=0.559\*\*) and P (r=0.129\*) with grain yield. protein content (r= -0.238\*\*), crude fat content (r= -0.126\*), ADF (r= -0.119\*), NDF (r= -0.566\*\*), Zeleny sedimentation value (r= -0.304\*\*) and wet gluten (r= -0.496\*\*) showed negative correlation with grain yield. According to the Biplot analysis graph, the 23 numbered genotype with high grain yield also appeared to be in the foreground in terms of properties such as plant height, 1000-grain weight, Zeleny sedimentation value, wet gluten, protein content, K, P and Mg. For grain yield, genotype 7 had good adaptation

Keywords:  
Triticale  
Yield  
Quality  
Correlation  
Stability

to all environments, genotypes 3, 4, 9 and 21 had moderate adaptation to good environments.

## 1. Giriş

Hızla artan dünya nüfusunun yeterli ve dengeli beslenebilmesi için gıda üretiminin de hızla artırılması gerekmektedir. Bu da yeni yetiştirme tekniklerinin geliştirilmesi ve uygulanması yanında daha verimli ve kaliteli bitki çeşitlerinin geliştirilmesi ile mümkündür. Buğday ile çavdarın melezi olan ve nispeten yeni bir tahıl cinsi olan Tritikale ( $\times$  *Triticosecale* Wittmack) biyotik ve abiyotik stres koşullarına buğdaydan daha toleranslıdır. Bundan dolayı da marjinal alanlar için daha uygun bir bitkidir (Villegas ve ark., 2010). Diğer tahıllarla kıyaslandığında tritikale yüksek verim yanında, geniş adaptasyon yeteneği ve yüksek besin içeriğine sahiptir (Oettler, 2005). Ayrıca buğdaya göre yabancı otlarla rekabet gücünde daha yüksektir (Beres ve ark., 2010). Özellikle, buğday tarımına uygun olmayan toprak derinliği az, çorak ve kışları çok sert geçen

bölgelerin değerlendirilmesinde ve artan yem açığının kapatılmasında tritikale önemli bir alternatif bitki olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya tritikale üretimi son 15 yılda % 40'ın üzerinde artış göstermiştir. Son yıllara kadar ağırlıklı olarak tanesi ve otu hayvan yemi olarak kullanılan tritikale son yıllarda insan yiyeceği ve etanol üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır. Dünyada 3.8 milyon ha ekim alanı ve 14.7 milyon ton üretime sahip olan tritikale'nin en fazla tarımının yapıldığı ülkeler; Polonya, Almanya, Avustralya, Çin ve Fransa'dır (FAO, 2014). Ülkemizde ise tritikale üretimi ile ilgili istatistiksel veriler 2004 yılından sonra verilmeye başlanmış olup, 2016 yılında 37.2 bin ha alanda ekilmiş ve bu alandan yaklaşık 125 bin ton tane ürünü elde edilmiştir. Tritikale dekara yaklaşık 336 kg ile ülkemizde tarımı yapılan serin iklim tahılları içinde verimi en yüksek türdür (TÜİK, 2016).

Çizelge 1. Çalışmada yer alan genotiplerin pedigrileri

No	Melez / Pedigri	No	Melez / Pedigri
1	MELEZ 2001 / 01-02 STBVD-21	13	CIMMYT-1/4/RUUNA-3-2/GIBON-3/3/ARDI-1/TOPO1419/...
2	MİKHAM-2002 / 01-02 STBVD-21	14	CIMMYT-1/TATLİCAK-97
3	MİKHAM-2002 / JUANİLLO	15	CIMMYT-2/TATLİCAK-97
4	CIMMYT-3 / ANOAS_3/TATU_4//SUSI_2	16	ARDI_1/TOPO1419//ERIZO_9/3/2*KETTU_1/4/RUUNA-3-2/GIBON-3/3/ARDI-1/TOPO1419/...
5	CIMMYT-3 / 01-02 KTVD-32	17	NE 861 665/SUSI-2//TATLİCAK-97
6	01-02 KTBVD-1/23FAHAT5/POLLMER3	18	ANOAS-3/GNU-14-1//KARMA
7	01-02 KTBVD-1/JUANİLLO	19	ARDI_1/TOPO1419//ERIZO_9/3/2*KETTU_1/4/LT472.82/MUSMON-1
8	01-02 KTBVD-24/ ANOAS_3/TATU_4//SUSI_2	20	PRESTO (Standart)
9	01-02 KTVD-25/KARMA	21	6TB219/3/6TA876//6TB163/6TB164/4/2*.../5/RUUNA-3-2/GIBON-3/3/ARDI-1/TOPO1419/...
10	KARMA2000 (Standart)	22	FAHAD_5/LT472.82/MUSMON-1
11	20ERIZO8/RHINO3/NIMIR3/5MAH484CRNYVTS S/POLLMER_3/FOCA_2-1	23	TATLİCAK-97/LT451.75/M76.1/3/MUSX/LYNX//STIER-12-3
12	CT776.81//PASSI_4-1/NIMIR_3/01-02 KTVD-24	24	BDMT 06-5K

Son yıllarda sağlanan gelişmeler ile tritikale insan gıdalarının üretiminde tek başına kullanılabilirdiği gibi özellikle kaliteli buğday unu ile değişik oranlarda karıştırılarak pasta, bisküvi, ekmek ve makarna yapımında kullanılabilir. Düşük gluten miktarı ve kalitesi, yüksek miktardaki alfa amilaz aktivitesi tritikalenin ekmeklik kalitesini düşürmektedir. Ayrıca, ülkemizde oldukça yüksek oranda olan kaba ve kesif yem açığının kapatılmasında kullanılacak önemli bitkilerden birisidir.

Tanesinin yem değeri arpa ve çavdardan daha iyi buğdaya ise eşit durumda (Çifçi ve ark., 2010) olan tritikalenin tane verimi yüksek ve kaliteli genotiplerinin belirlenmesi üretim potansiyelini artıracaktır. Bu

çalışma, Yozgat koşullarında farklı orijinlere sahip tritikale genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi ve üstün özelliklere sahip olan hatların tespit edilmesi amacıyla yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Yozgat ili Yerköy ilçesinde bulunan Bozok Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezine ait deneme alanında 3 yıl süreyle yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak 22 tritikale hattı ve 2 tritikale çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1). Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak 2012-2015 yılları arasında

yürütülmüştür. Ekimler parsel ekim mibzeri ile 6 m uzunluğundaki parsellere 20 cm sıra arası mesafe olacak şekilde 8 sıra olarak kurulmuştur. Ekim işlemi her üç yılda da ekim ayının ilk haftasında, m<sup>2</sup>'ye yaklaşık 550 tohum düşecek şekilde yapılmıştır. Dekara 8 kg saf N hesabıyla gübre kullanılmış ve azotun yarısı ekimle diğer yarısı ise sapa kalkma dönemi öncesinde verilmiştir. Dekara 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ekimden önce taban gübresi Diamanyum fosfat (DAP) olarak verilmiştir (Ünver, 1999). Yabancı otları kontrol etmek için herbisit kullanılmıştır.

Hasat işlemi; parsel kenarlarından birer sıra ve parsel başlarından 50'şer cm kenar tesir atıldıktan sonra geriye kalan kısım orakla biçilmiştir. Hasattan sonra bitkiler 2-3 gün kurutulmuş, toplam ağırlıkları alınmış ve harman makinesi ile harmanlanmıştır. Araştırmada bitki boyu

(BB), metrekaresindeki başak sayısı (MBS), bin tane ağırlığı (BTA), hektolitreye ağırlığı (HA), tane verimi (TV), hasat indeksi (HI), protein oranı (PO), yağ oranı (YO), nişasta oranı (NO), kül oranı (KO), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) değeri, nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) değeri, Zeleny sedimentasyon değeri (ZSD), yaş gluten değeri (YG), potasyum (K), magnezyum (Mg) ve fosfor (P) içerikleri incelenmiştir. BB ve MBS verilerinin elde edilmesi Yanbeyi ve Sezer (2006), HA, BTA, PO, YO, KO, SD, YG ölçüm ve analizleri Elgün ve ark. (2001)'na göre yapılmıştır. ADF ve NDF değerleri Van Soest ve ark. (1991)'na göre, NO ise Ewers Polarimetrik metoda (AACC, 2005) göre belirlenmiştir.

Çizelge 2. Yozgat İline ait 2012-2015 yılları arası ve uzun yıllar ortalaması iklim verileri\*

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ort/Top.
Toplam Yağış (mm)											
2012-2013	53.7	55.9	120.3	75.4	78.5	54.2	35.9	22.0	35.6	3.7	535.2
2013-2014	22.1	36.5	25.1	58.7	17.6	116.7	31.6	121.8	79.8	3.7	513.6
2014-2015	72.6	61.3	53.3	54.5	68.0	115.3	28.0	131.6	95.3	7.1	687.0
Uzun Yıllar	42.6	63.8	76.6	65.1	61.5	62.1	69.5	62.1	42.2	14.8	560.3
Ortalama Sıcaklık (°C)											
2012-2013	12.8	6.1	2.1	0.1	3.0	5.3	9.9	16.3	18.2	19.2	9.3
2013-2014	8.6	5.5	-3.0	1.3	2.7	5.2	10.8	13.6	16.8	21.8	8.3
2014-2015	10.6	4.2	4.1	-1.0	0.8	4.4	6.1	14.1	16.0	19.8	7.9
Uzun Yıllar	10.2	4.2	0.0	-2.0	-0.9	3.0	8.3	12.9	16.8	19.8	9.0
Ortalama Nem (%)											
2012-2013	61.7	79.8	81.2	77.6	72.4	63.8	61.3	47.8	46.1	46.6	63.8
2013-2014	55.4	67.2	71.0	75.5	61.9	63.5	53.4	60.4	56.0	43.2	60.7
2014-2015	69.3	70.2	77.9	76.7	73.3	69.5	61.9	59.9	71.5	54.7	68.4
Uzun Yıllar	65.9	72.1	76.8	77.0	74.9	70.0	66.6	64.0	60.3	56.6	68.4

\*İklim verileri Yozgat Meteoroloji Müdürlüğünden alınmıştır.

Deneme alanının toprak bünyesi killi-tın (% 54.78) bir yapıya sahiptir. Tuzsuz (% 0.018) olan deneme toprakları, alkali karakterde (pH: 8.20), fosfor (8.62 kg da<sup>-1</sup>) ve kireç içeriği (% 7.93) orta seviyede, potasyum bakımından zengin (48.47 kg da<sup>-1</sup>) ve organik madde (% 1.91) bakımından fakirdir. Denemenin yürütüldüğü yere ait yağış, sıcaklık ve nispi nem değerlerine ait veriler Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü üzere, denemenin yürütüldüğü yerdeki vejetasyon süresince uzun yıllar yağış toplamı (560.3 mm), denemenin birinci (535.2 mm) ve ikinci (513.6 mm) yıl yağış toplamından yüksek, üçüncü (687.0 mm) yıldan düşük gerçekleşmiştir. Vejetasyon döneminde, uzun yıllar sıcaklık ortalaması 9.0 °C olmuş, bu değer denemenin birinci yılından düşük (9.3 °C) olurken, ikinci (8.3 °C) ve üçüncü (7.9 °C) yılından yüksek olmuştur (Tablo 2). Uzun yıllara ait ortalama nispi nem % 68.4 iken, deneme yıllarına ait nispi nem değerleri sırası ile % 63.8, 60.7 ve 68.4 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2) Araştırmada elde edilen sonuçlar SAS istatistik analiz programında yapılmış (SAS, 1998), farklılık belirlenen özelliklerin ortalamaları arasındaki karşılaştırmalar ise

Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. Biplot analizi, Biplot Makro eklentisi (Lipkovich ve Smith, 2002) ile Microsoft Excel programında yapılmıştır. Genotip x yıl kombinasyonu bir çevre olarak kabul edilmiş ve bu interaksiyon önemli çıkması üzerine Finlay ve Wilkinson (1963)'ın önerdiği regresyon katsayısı (bi) ve ortalama verim üzerinden genotiplerin adaptasyon durumları belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Yozgat şartlarında 3 yıl süresince yetiştirilen 24 tritikale genotipinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada varyans analizi sonuçlarına göre incelenen tüm özellikler için genotip, yıl ve genotip x yıl interaksiyonu P≤0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Denemeye alınan genotiplerin incelenen özelliklerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 3, 4 ve 5'de verilmiştir.

Üç yılın ortalamasına göre bitki boyu (BB) 84.1 (19 numaralı hat) ile 107.6 cm (23 numaralı hat) arasında değişmiş ve ortalama BB 96.0 cm olmuştur. İstatistiki

olarak aynı grupta yer alan 16 ve 23 numaralı genotipler BB bakımından diğer genotiplerden daha yüksek değer göstermişlerdir (Çizelge 3). Yılların ortalaması olarak 2012-2013, 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme sezonlarında sırasıyla bitki boyu 84.1, 99.9 ve 104.0 cm olarak tespit edilmiştir. Bitki boyunun yıllara göre farklı olması iklim koşullarından özellikle düşen yağışın farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, genotip  $\times$  yıl interaksyonunun önemli olması, değişen iklim ve çevre koşullarına genotiplerin farklı yanıtlar verebileceğini göstermektedir (Çizelge 2). Tahıllarda verim, verim unsurları ve kalite özellikleri yanında bitki boyu da üzerinde en fazla durulan morfolojik özelliklerden birisidir. Tritikale sadece tane amaçlı değil, marjinal koşullarda hayvan beslemede büyük oranda kullanılan sap, saman, hasıl yem ve ot silajı şeklinde kaba yem olarak da tüketilebilen bir tahıl

olduğundan bitki boyu önemlidir (Kutlu ve Kınacı, 2011).Yapılan araştırmalarda tritikalede bitki boyunun genotiplere göre farklılıklar gösterdiği bildirilmiştir (Atak ve Çiftçi, 2006; Mut ve ark., 2006; Akgün ve ark., 2007; Geren ve ark., 2012; Tayyar ve Kahrıman, 2016).

Yılların ortalamasına göre genotiplerin metrekaresindeki başak sayısı (MBS) 288.0 (1 numaralı hat) ile 508.7 adet (22 numaralı hat) arasında değişmiş ve ortalama MBS 409.9 adet olmuştur. 7, 15, 16, 17, 21, 22 ve 23 numaralı genotipler en yüksek MBS'ye sahip olmuşlar ve istatistik olarak aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 3). Çalışmanın birinci, ikinci ve üçüncü yıllarında metrekaresindeki başak sayısı sırasıyla 382.2, 415.7 ve 431.8 adet olarak tespit edilmiştir. Genotiplerin MBS değerleri yıllara göre de büyük farklılıklar göstermiştir.

Çizelge 3. Tritikale genotiplerinin BB, MBS, HI, TV, BTA ve HA'na ait ortalama değerler\*

Cesitler	BB	MBS	HI	TV	BTA	HA
1	98.1 bcd	288.0 k	35.6 cd	254.4 lmn	35.9 ghı	68.7 hij
2	96.5 c-f	373.0 g-j	33.0 ef	276.1 kl	29.0 n	68.6 hij
3	97.4 b-e	385.0 f-j	37.5 ab	296.4 g-k	35.7 hı	68.4 ij
4	98.8 bcd	434.7 c-f	37.0 abc	317.2 d-h	34.5 ıjk	68.1 jk
5	99.9 bcd	370.1 g-j	31.7 fgh	271.8 klm	37.6 def	68.4 ij
6	96.2 c-f	415.9 d-h	30.8 gh	291.3 h-k	36.4 f-g	70.6 a-d
7	90.3 hı	454.0 a-e	36.1 bcd	333.7 b-f	31.5 m	66.7 l
8	100.2 bcd	433.7 c-f	35.8 bcd	328.2 c-f	32.6 lm	71.3 a
9	95.1 d-h	334.3 jk	28.7 ı	286.7 jik	35.7 hij	69.7 efg
10	89.2 ij	395.4 e-ı	35.5 cd	335.2 b-e	34.3 jk	69.8 c-f
11	92.4 e-ı	360.2 hij	28.6 ı	243.4 mn	37.4 def	68.2 jk
12	95.7 c-g	341.6 ıjk	30.1 hı	276.6 jkl	39.4 abc	67.2 l
13	90.8 ghı	447.4 b-e	32.6 fg	327.8 c-f	36.8 e-h	70.4 b-e
14	98.4 bcd	425.3 c-g	38.7 a	351.7 abc	38.7 bcd	70.7 abc
15	101.0 bc	477.1 abc	38.9 a	359.7 ab	37.1 e-h	69.8 d-g
16	102.2 ab	479.1 abc	34.9 de	325.7 c-g	37.3 efg	70.0 b-f
17	99.6 bcd	494.3 ab	35.5 cd	349.8 abc	38.0 cde	69.2 f-ı
18	95.3 d-h	344.1 ıjk	30.1 hı	282.5 j-l	40.3 a	67.5 kl
19	84.1 j	340.9 ıjk	28.6 ı	230.4 n	40.0 ab	68.2 jk
20	89.1 ij	350.9 ij	28.8 ı	280.9 j-l	33.9 kl	69.3 fgh
21	97.4 b-e	466.0 a-d	31.9 fgh	305.7 f-j	36.2 f-e	69.2 f-ı
22	91.2 f-ı	475.8 abc	35.6 cd	307.2 e-ı	39.5 ab	68.9 g-j
23	107.6 a	508.7 a	33.0 ef	340.2 a-d	38.1 cde	69.8 c-f
24	97.2 b-e	441.7 b-f	35.4 cd	366.1 a	33.4 kl	70.7 ab
2012-13	84.1 C	382.2 B	34.0 B	256.2 B	35.6 B	68.9 B
2013-14	99.9 B	415.7 A	30.6 C	238.3 C	33.4 C	67.6 C
2014-15	104.0 A	431.8 A	35.9 A	422.8 A	39.7 A	70.9 A
Ortalama	96.0	409.9	34.4	305.8	36.2	69.1
VK	7.0	18.1	12.4	11.9	1.4	1.6

\*BB: Bitki boyu (cm); MBS: Metrekaredeki başak sayısı (adet); HI: Hasat indeksi (%); TV: Tane verimi (kg da<sup>-1</sup>); BTA: Bin tane ağırlığı (g); HA: Hektolitire ağırlığı (kg)

Söz konusu bu değişim genotip  $\times$  yıl interaksyonunu önemli çıkarmıştır. Tahıllarda belirli bir sıklığa kadar tane verimi olumlu yönde etkilenirken, belirli bir sıklıktan sonra azalmaktadır. Genotiplerin kardeşlenme güçlerinin farklı olması da bitki sıklığını etkilemektedir (Yanbeyi ve Sezer, 2006).

Üç yılın ortalamasına göre genotiplerin tane verimi 230.4 (19 numaralı hat) ile 366.1 kg da<sup>-1</sup> (24 numaralı hat) arasında değişmiş ve ortalama tane verimi 305.8 kg da<sup>-1</sup> olmuştur. Çalışmada 14, 15, 17, 23 ve 24 numaralı genotipler en yüksek tane verimine sahip olmuş ve

istatistik olarak aynı grupta yer almışlardır. Büyük oranda genetik yapıya bağlı olan tane verimi, çevresel faktörlerden de önemli düzeylerde etkilenmektedir. Tane verimi birinci, ikinci ve üçüncü yıl sırasıyla 256.2, 238.3 ve 422.8 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Tane verimi bakımından önemli olduğu belirlenen genotip  $\times$  yıl interaksyonu genotiplerin verim performanslarının yıllara göre değiştiğini göstermiştir. Söz konusu interaksyon, iklim koşullarının nispeten daha iyi olduğu üçüncü deneme yılında genotipler arasında belirgin farklılıkların olduğu görülmüştür. Tane



veriminde genotip x yıl interaksyonunun önemi bazı araştırmacılar tarafından da vurgulanmıştır (Mut ve ark., 2006; Akgün ve ark., 2007; Akgün ve Altındal, 2011). m<sup>2</sup>'de başak sayısı, başakta tane sayısı ve tane ağırlığının tane verimini etkileyen en önemli öğeler olduğu bildirilmiştir (Akgün ve ark., 1997). Yapılan çalışmalarda tane verimi 336.00-623.73 kg da<sup>-1</sup> (Albayrak ve ark., 2006), 358.8 - 564.4 kg da<sup>-1</sup> (Mut ve ark., 2006), 229.5 -357.1 kg da<sup>-1</sup> (Akgün ve ark., 2007), 378.18-478.30 kg da<sup>-1</sup> (Alp, 2009), 157-539 kg da<sup>-1</sup> (Geren ve ark., 2012), 367.1-277.9 kg da<sup>-1</sup> (Tayyar ve Kahrıman, 2016) 537.5-678.5 kg da<sup>-1</sup> (Kızılgeçi ve Yıldırım, 2017) ve 395.6 ile 779.3 kg da<sup>-1</sup> (Kızılgeçi ve ark., 2017) arasında değiştiği bildirilmiştir.

Yılların ortalamasına göre çeşitlerin bin tane ağırlığı (BTA) 29.0 (2 numaralı hat) ile 40.3 g (18 numaralı hat) arasında değişmiş ve ortalama BTA 36.2 g olmuştur. BTA ağırlığı bakımında 12, 18, 19 ve 22 numaralı genotipler en yüksek değere sahip olmuş ve istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. BTA 2012-2013, 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme sezonlarında sırasıyla 35.6, 33.4 ve 39.7 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Genotip × yıl interaksyonunun önemli

olması, değişen iklim ve çevre koşullarına genotiplerin farklı tepkiler verdiğini göstermektedir. Pek çok araştırmacı (Yanbeyi ve Sezer, 2006; Mut ve ark., 2006; Kızılgeçi ve Yıldırım, 2017) tritikale genotipleri arasında bin tane ağırlığı bakımından önemli farkların bulunduğunu bildirmişlerdir. Albayrak ve ark. (2006) Samsun koşullarında yaptıkları bir çalışmada, bin tane ağırlığının 33.00-47.18 g; Çifçi ve ark. (2010) Bursa koşullarında 43.3-55.7 g ve Kendal ve Sayar (2016) Güneydoğu Anadolu şartlarında 32.9-49.3 g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Üç yılın ortalamasına göre hektolitreye ağırlığı (HA) 66.7 (7 numaralı hat) ile 71.3 kg (8 numaralı hat) arasında değişmiştir. 6, 8, 14 ve 24 numaralı genotipler en yüksek HA'ya sahip olurken, 7, 12 ve 18 numaralı genotipler en düşük HA'ya sahip olmuştur. Birinci, ikinci ve üçüncü yıl HA sırasıyla 68.9, 67.6, 70.9 kg olmuştur (Çizelge 3).

Kalitenin belirlenmesinde kullanılan en kolay ve önemli özelliklerden birisi olarak kabul edilen hektolitreye ağırlığı ürünün ticari değerinin belirlenmesinde önem taşımaktadır.

Çizelge 4. Tritikale genotiplerinin PO, YO, NO, KO, ADF ve NDF'ye ait ortalama değerler\*

Çeşitler	PO	YO	NO	KO	ADF	NDF
1	13.8 b	1.53 cd	62.8 fgh	2.04 bcd	2.77 ef	18.2 h-k
2	13.7 bcd	1.58 bc	62.4 h	2.17 a	3.19 bc	18.9 abc
3	13.8 bc	1.55 bc	63.1 f-g	2.01 c-f	3.32 b	18.6 c-g
4	13.6 c-e	1.38 fgh	63.3 c-f	2.06 bc	3.21 b	18.8 abc
5	13.7 bcd	1.57 bc	62.4 h	2.04 bcd	3.25 b	18.7 b-f
6	13.4 c-f	1.11 j	63.8 bcd	2.02 cde	2.80 ef	18.5 d-h
7	13.3 d-f	1.24 ı	63.2 f-g	2.10 abc	3.27 b	19.1 a
8	12.6 jk	1.45 def	66.4 a	1.68 k	3.08 bcd	17.7 lm
9	13.5 c-f	1.58 bc	62.5 fgh	2.05 bcd	3.33 ab	18.9 ab
10	13.0 g-ı	1.39 fgh	63.8 bcd	1.91 f-ı	3.28 b	18.5 d-h
11	13.0 g-ı	1.52 cd	63.2 def	1.90 hı	3.26 b	18.4 f-j
12	13.7 bcd	1.42 fgh	62.2 h	2.14 ab	2.77 ef	18.6 b-f
13	13.5 c-f	1.21 ı	62.5 gh	2.06 bc	2.51 g	18.1 k
14	13.0 g-ı	1.22 ı	64.3 b	1.91 e-ı	2.84 def	18.3 g-k
15	12.8 hij	1.63 b	64.3 b	1.85 hij	3.23 b	18.0 kl
16	13.2 e-h	1.39 fgh	64.3 b	1.84 ij	2.44 g	17.5 m
17	12.7 ijk	1.34 h	63.7 bcd	1.86 hij	3.21 b	18.3 g-k
18	13.1 f-ı	1.35 gh	62.6 fgh	2.01 c-f	2.94 cde	18.6 b-g
19	13.6 c-e	1.38 fgh	62.8 fgh	1.94 d-ı	3.10 bc	18.8 bcd
20	13.2 e-h	1.51 cde	63.5 cde	2.00 c-g	3.16 bc	18.7 b-e
21	13.4 c-f	1.43 efg	63.7 bcd	1.92 e-ı	2.59 fg	18.1 ijk
22	13.0 ghı	1.50 cde	64.0 cb	1.84 ij	2.66 fg	18.1 jk
23	14.8 a	1.40 fgh	62.9 e-h	1.95 d-h	2.68 fg	18.8 abc
24	12.3 k	1.76 a	64.3 b	1.77 jk	3.59 a	18.4 e-ı
2012-13	13.4 A	1.71 A	65.3 A	1.80 C	3.64 A	18.3 B
2013-14	13.5 A	1.23 C	61.7 C	2.07 A	2.56 C	19.3 A
2014-15	13.0 B	1.35 B	63.3 B	2.01 B	2.86 B	17.7 C
Ortalama	13.3	1.43	63.4	2.05	3.02	18.4
VK	4.0	7.1	1.4	6.6	10.6	1.6

\* PO: Protein oranı (%); YO: Yağ oranı (%); NO: Nişasta oranı (%); KO: kül oranı (%); ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif (%); NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif (%)

Genotip × yıl interaksyonunun önemli olması denemede materyal olarak kullanılan genotiplerin değişen iklim koşullarına farklı tepkiler vermesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda hektolitre ağırlığının 65.95-73.32 kg (Albayrak ve ark., 2006), 65.9 - 71.1 kg (Mut ve ark., 2006), 59.9 ile 76.9 kg (Akgün ve ark., 2007), 59.5-76.7 kg (Geren ve ark., 2012), 65.07- 83.65 kg (Kızılgeçi ve ark., 2017) arasında değiştiği bildirilmiştir.

Genotiplerin ortalama hasat indeksi (HI) % 28.6 (19 numaralı hat) ile 38.8 (15 numaralı hat) arasında değişmiş ve ortalama % 33.5 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü 2012-2013, 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme sezonlarında HI sırasıyla % 34.0, 30.6 ve 35.9 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Yapılan pek çok çalışmada hasat indeksinin % 21.68 ile 31.51 (Ünver, 1999), % 29.30 ile 36.37 (Atak, 2004), % 29.3 ile 36.37 (Atak ve Çiftçi, 2006), % 25.4 ile 31.6 (Akgün ve ark., 2007), % 28.2 ile 44.2 (Kutlu ve Kınacı, 2011) arasında değiştiği bildirilmiştir.

Üç yılın ortalamasına göre genotiplerin protein oranı (PO) % 12.3 (24 numaralı hat) ile 14.8 (23 numaralı hat) arasında değişmiş ve 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 19 ve 23 numaralı genotipler genel ortalamasının (% 13.3) üstünde PO'ya sahip olmuşlardır. Yılların ortalaması

olarak 2012-2013, 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme sezonlarında protein oranı sırasıyla % 13.4, 13.5 ve 13.0 olmuştur. Üçüncü yıl tane veriminin ve bin tane ağırlığının daha fazla olması oransal olarak tanedeki protein oranının azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4). Diğer serin iklim tahıllarına göre tritikalede protein oranının daha yüksek olabileceğini bildirilmektedir (Kün, 1996). Yapılan çalışmalarda protein oranının Brand ve ark. (2003) % 13.9 ile 15.4, Atak ve Çiftçi (2006) 11.3 ile 14.3, Akgün ve ark. (2007) % 10.3 ile 12.7, Alp (2009) % 10.6 ile 11.4, Rakha ve ark. (2013) % 13.0 ile 14.9, Kızılgeçi ve ark. (2017) % 13.5 ile 16.3, Kızılgeçi ve Yıldırım (2017) % 14.0-16.2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Üç yılın ortalamasına göre genotiplerin yağ oranı (YO) % 1.11 (6 numaralı hat) ile 1.76 (24 numaralı hat) arasında değişmiş ve 1, 2, 3, 5, 8, 9, 11, 15, 21 ve 24 numaralı genotipler genel ortalamasının (% 1.43) üstünde YO'ya sahip olmuşlardır. Yılların ortalaması olarak 2012-2013, 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme sezonlarında YO sırasıyla % 1.71, 1.23, 1.35 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda yağ oranını Brand ve ark. (2003) % 2.1 ile 2.3 ve Rakha ve ark. (2013) % 1.13 ile 1.17 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 5. Tritikale genotiplerinin ADF, NDF, SD, YG, K, Mg ve P içeriklerine ilişkin ortalama değerler\*

Çeşitler	ZSD	YG	K	Mg	P
1	29.9 ab	25.7 c-f	0.598 efg	0.140 e-h	0.397 b-f
2	28.2 c-f	25.2 fgh	0.643 ab	0.143 c-g	0.404 abc
3	26.2 g-j	25.4 e-h	0.627 b-f	0.145 a-e	0.403 a-d
4	24.8 klm	25.3 e-h	0.640 abc	0.141 d-h	0.394 e-h
5	27.1 e-h	25.8 b-e	0.610 b-g	0.146 a-d	0.401 a-e
6	30.2 ab	26.5 a	0.633 a-e	0.140 e-h	0.395 d-g
7	26.4 ghi	26.2 ab	0.668 a	0.146 a-d	0.403 a-d
8	28.3 cde	25.6 e-g	0.525 k	0.129 k	0.366 k
9	30.9 a	25.4 e-h	0.615 b-f	0.147 abc	0.402 a-e
10	26.1 g-k	25.4 e-h	0.589 f-ı	0.138 g-j	0.384 jk
11	26.9 f-ı	26.2 abc	0.557 h-k	0.143 b-f	0.388 f-ı
12	27.8 def	25.2 fgh	0.639 a-d	0.150 a	0.408 a
13	29.3 bc	25.9 bcd	0.628 b-f	0.139 g-ı	0.396 c-f
14	28.9 bcd	25.4 d-h	0.600 d-g	0.138 g-j	0.386 hij
15	21.6 n	24.6 ij	0.551 ijk	0.133 jk	0.383 jk
16	24.2 m	23.8 k	0.543 jk	0.133 jk	0.387 g-j
17	25.0 j-m	24.5 j	0.572 g-j	0.134 ijk	0.384 jk
18	26.3 g-j	25.0 hı	0.613 b-f	0.146 a-d	0.398 b-e
19	25.8 ı-l	25.2 fgh	0.603 c-g	0.144 b-f	0.395 d-g
20	27.4 efg	25.1 gh	0.622 b-f	0.141 d-h	0.397 b-f
21	25.9 h-l	24.3 jk	0.594 e-h	0.138 g-j	0.395 d-g
22	24.7 lm	24.1 jk	0.543 jk	0.137 hij	0.385 jk
23	29.1 bcd	25.9 bcd	0.643 ab	0.148 ab	0.405 ab
24	20.4 n	22.4 l	0.533 jk	0.136 hij	0.378 j
2012-13	26.7 B	26.2 B	0.507 C	0.126 C	0.367 B
2013-14	27.7 A	25.2 A	0.661 A	0.151 A	0.407 A
2014-15	25.7 C	24.1 C	0.629 B	0.144 B	0.405 A
Ortalama	26.7	25.2	0.606	0.145	0.398
VK	6.4	2.6	8.24	5.15	2.81

\* ZSD: Zeleny sedimantasyon değeri (ml); YG: Yaş gluten değeri (%); K: Potasyum (%); Mg; Magnezyum (%); P: Fosfor (%)

Üç yılın ortalamasına göre genotiplerin nişasta oranı (NO) % 62.4 (2 ve 5 numaralı hat) ile 66.4 (8 numaralı hat) arasında değişmiş ve ortalama NO % 63.4 olmuştur. Yılların ortalaması olarak 2012-2013, 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme sezonlarında NO sırasıyla % 65.3, 61.7 ve 63.3 olarak belirlenmiştir. Tanedeki nişasta endospermin yaklaşık olarak % 60'lık kısmını oluşturmaktadır. İklim koşulları ve genetik farklılıklardan dolayı tritikale'deki protein, yağ, kül ve nişasta içeriğindeki belirgin bir dalgalanma daha önce yapılan çalışmada bildirilmiştir (Alaru ve ark., 2003). Yapılan çalışmalarda Brand ve ark. (2003) % 59.8 ile 63.6, Rakha ve ark. (2013) % 63.5 ile 70.4, Kızılgeçici ve Yıldırım (2017) % 62.5 ile 64.7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yılların ortalamasına göre kül oranı (KO) % 1.68 (8 numaralı hat) ile 2.17 (2 numaralı hat) arasında değişmiştir. Yılların ortalaması olarak 2012-2013, 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme sezonlarında sırasıyla kül oranı % 1.80, 2.07 ve 2.01 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4). Brand ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada kül oranının % 1.5 ile 2.3 arasında değiştiğini

bildirmişlerdir.

Üç yılın ortalamasına göre ADF % 2.43 (16 numaralı hat) ile 3.59 (24 numaralı hat) ve NDF % 17.5 (16 numaralı hat) ile 19.1 (5 numaralı hat) arasında değişmiştir. Ortalama ADF ve NDF değerleri sırasıyla % 3.02 ve % 18.4 olmuştur. ADF değeri bakımından 13, 16, 21, 22 ve 23 numaralı, NDF değeri bakımından ise 8 ve 16 numaralı genotipler en düşük değerlere sahip olmuştur. Yılların ortalaması olarak 2012-2013, 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme sezonlarında sırasıyla ADF % 3.64, 2.56, 2.86 ve NDF % 18.3, 19.3, 17.7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4). ADF değerinin % 3.6 ile 4.1 ve NDF değerinin % 17.6 ile 21.1 (Brand ve ark., 2003), ADF değerinin % 2.5 ile 3.1 ve NDF değerinin % 8.0 ile 14.8 (Rakha ve ark., 2013), ADF değerinin % 2.5 ile 2.9 ve NDF değerinin % 10.3 ile 13.1 (Alijosius ve ark., 2016) arasında değiştiği bildirilmiştir. Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) bitki hücre duvarı yapısındaki selüloz, lignin ve çözünmeyen protein miktarını gösterir. Ayrıca yemin sindirilebilirliği ve hayvanın enerji alımı hakkında da bilgi veren iyi bir göstergedir.

Çizelge 6. Özellikler arası korelasyon katsayıları ve önemlilik seviyeleri

	BB	MBS	HI	TV	BTA	HA	PO	YO	NO	KO	ADF	NDF	ZSD	YG	K	Mg
MBS	0.190**															
HI	0.160**	0.255**														
TV	0.422**	0.405**	0.548**													
BTA	0.240**	0.076	0.201**	0.479**												
HA	0.192**	0.214**	0.323**	0.559**	0.316**											
PO	-0.140*	-0.053	-0.209**	-0.238**	-0.081	-0.218**										
YO	-0.355**	-0.175**	0.164**	-0.126*	-0.060	0.055	-0.169**									
NO	-0.258**	-0.007	0.382**	0.106	0.089	0.327**	-0.472**	0.530**								
KO	0.202**	-0.026	-0.262**	-0.001	-0.108	-0.235**	0.439**	-0.487**	-0.821**							
ADF	-0.402**	-0.194**	0.181**	-0.119*	-0.134*	0.038	-0.218**	0.742**	0.517**	-0.333**						
NDF	-0.101	-0.084	-0.450**	-0.566**	-0.514**	-0.565**	0.319**	-0.194**	-0.567**	0.444**	-0.023					
ZSD	-0.071	-0.196**	-0.340**	-0.304**	-0.146*	-0.142*	0.442**	-0.265**	-0.318**	0.325**	-0.202**	0.308**				
YG	-0.147*	-0.129*	-0.378**	-0.496**	-0.321**	-0.402**	0.503**	-0.309**	-0.433**	0.357**	-0.196**	0.588**	0.708**			
K	0.291**	0.075	-0.244**	0.054	-0.120*	-0.169**	0.414**	-0.667**	-0.818**	0.860**	-0.465**	0.506**	0.312**	0.386**		
Mg	0.288**	0.073	-0.360**	-0.019	-0.056	-0.247**	0.456**	-0.585**	-0.860**	0.748**	-0.524**	0.522**	0.313**	0.408**	0.839**	
P	0.349**	0.080	-0.235**	0.125*	0.002	-0.132*	0.458**	-0.605**	-0.867**	0.869**	-0.520**	0.380**	0.254**	0.291**	0.912**	0.887**

\*p< 0.05 ve \*\*p< 0.01 düzeyinde önemlidir. BB: Bitki boyu (cm); MBS: Metrekaredeki başak sayısı (adet); HI: Hasat indeksi (%);TV: ttane verimi (kg da<sup>-1</sup>); BTA: Bin tane ağırlığı (g); HA: Hektolitire ağırlığı (kg); PO: Protein oranı (%); YO: Yağ oranı (%); NO: Nişasta oranı (%); KO: kül oranı (%); ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif (%); NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif (%); SD: Sedimentasyon değeri (ml); YG: Yağ gluten değeri (%); K: Potasyum (%); Mg: Magnezyum (%); P: Fosfor (%)

Yüksek ADF içeren yemlerin sindirilebilirliği ve enerji değeri düşüktür (Kutlu, 2008). Nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) bitki hücre duvarı yapısında bulunan selüloz, hemiselüloz, lignin, kütin ve çözünmeyen protein miktarını ifade eder. NDF değeri hayvanların yem alımına doğrudan etkili olduğundan, yemde bu değer düşüktüğü hayvanın yem alımı artar (Van Soest ve ark., 1991).

Genotiplerin ortalama Zeleny sedimentasyon değeri (ZSD) 20.4 (24 numaralı hat) ile 30.9 ml (9 numaralı

hat) arasında ve yağ gluten (YG) değeri % 22.4 (24 numaralı hat) ile 26.5 (6 numaralı hat) arasında değişmiştir. ZSD 1, 6 ve 9 numaralı genotiplerde, YG değeri ise 6, 7 ve 11 numaralı genotiplerde daha yüksek bulunmuş ve istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. 2012-2013, 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme sezonlarında sırasıyla ZSD 26.7, 25.7, 27.7 ml ve YG değeri % 26.2, 25.2, 24.1 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5). Protein miktarı ve kalitesini belirlemede kullanılan önemli yöntemlerden birinin de

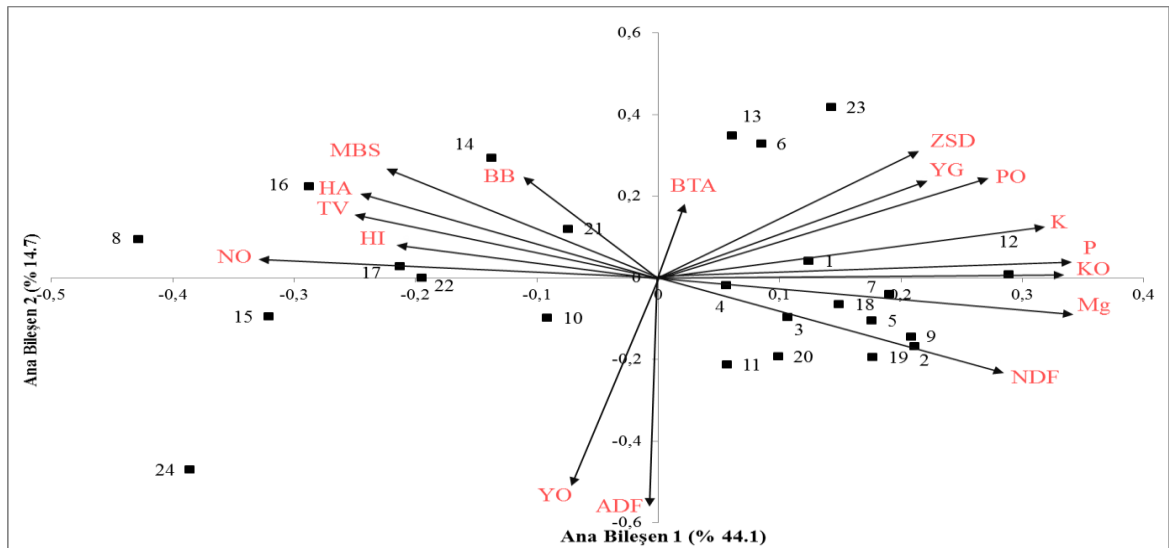
sedimentasyon değeri olduğu bilinmektedir. Sedimentasyon değeri arttıkça ekmek hacmi de artmaktadır. Gluten içeriği, özellikle hamurun yoğurma, işleme özellikleri, gaz tutma kapasitesi ve son ürün kalitesi üzerine etkilidir. Tritikale genotipleri ile yapılan çalışmada; sedimentasyon değerlerinin 16.84-20.17 ml arasında olduğu ve gluten'in ise elde edilemediği belirtilmiş, bu durumun tritikale tanelerinin yeterli protein içermelerine karşılık öz kalitelerinin zayıf olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Çifçi ve ark., 2010). Grausgruber ve ark. (2000), Zeleny sedimentasyon değerinin kalıtım etkisi altında olduğunu daha çok çeşitten etkilendiğini bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar da tanedeki sedimentasyon ve gluten içeriğinin yıllara ve çevre koşullarına göre farklılıklar gösterdiğini rapor etmişlerdir (Çifçi ve ark., 2010; Tayyar ve Kahrıman., 2016; Kızılgöçü ve ark., 2017; Kızılgöçü ve Yıldırım, 2017).

Üç yılın ortalamasına göre K % 0.525 (8 numaralı hat) ile 0.668 (7 numaralı hat), Mg % 0.129 (8 numaralı hat) ile 0.150 (12 numaralı hat), P % 0.366 (8 numaralı hat) ile 0.408 (12 numaralı hat) arasında değişmiştir. Ortalama K, Mg ve P sırasıyla % 0.606, 0.145, 0.398 olmuştur. Yılların ortalaması olarak 2012-2013, 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme sezonlarında sırasıyla K % 0.507, 0.661, 0.629, Mg % 0.126, 0.151, 0.144 ve P % 0.367, 0.407, 0.405 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5). Daha önceki yıllarda yapılan çalışmalarda K, Mg ve P değerlerinin çeşitlere göre farklılık gösterdiği bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Pena, 2004; Myer ve Lozano, 2004; Poutanen, 2012; Jakobson ve ark., 2015).

Araştırmada incelenen özelliklere ilişkin üç yıllık

sonuçlardan hesaplanan korelasyon katsayıları ve biplot grafiği Çizelge 6 ve Şekil 1'de verilmiştir. Yapılan korelasyon analizine göre, tritikale genotiplerinde TV ile BB ( $r=0.422^{**}$ ), MBS ( $r=0.405^{**}$ ), HI ( $r=0.548^{**}$ ), BTA ( $r=0.479^{**}$ ), HA ( $r=0.559^{**}$ ) ve P ( $r=0.129^{*}$ ) arasında önemli ve olumlu, PO ( $r= -0.238^{**}$ ), YO ( $r= -0.126^{*}$ ), ADF ( $r= -0.119^{*}$ ), NDF ( $r= -0.566^{**}$ ), ZSD ( $r= -0.304^{**}$ ) ve YG ( $r= -0.496^{**}$ ) arasında önemli ve olumsuz ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 6). Yapılan çalışmalarda TV ile BTA ve MBS arasında (Furan ve ark., 2005), TV ile BTA ve HA arasında (Doğan ve Şenyiğit, 2016) olumlu ve önemli ilişki olduğu bildirilmiştir.

BB ile MBS ( $r=0.190^{**}$ ), HI ( $r=0.160^{**}$ ), BTA ( $r=0.240^{**}$ ), HA ( $r=0.192^{**}$ ), KO ( $r=0.202^{**}$ ), K ( $r=0.291^{**}$ ), Mg ( $r=0.288^{**}$ ) ve P ( $r=0.349^{**}$ ) arasında önemli ve olumlu, PO ( $r= -0.140^{*}$ ), YO ( $r= -0.355^{**}$ ), NO ( $r= -0.258^{**}$ ), ADF ( $r= -0.402^{**}$ ) ve YG ( $r= -0.147^{*}$ ) arasında önemli ve olumsuz ilişki belirlenmiştir. BTA ile HI ( $r=0.201^{**}$ ), HA ( $r=0.316^{**}$ ) arasında önemli ve olumlu, ADF ( $r= -0.134^{*}$ ), NDF ( $r= -0.514^{**}$ ), ZSD ( $r= -0.146^{*}$ ), YG ( $r= -0.321^{**}$ ) ve K ( $r= -0.120^{*}$ ) arasında önemli ve olumsuz ilişki tespit edilmiştir. PO ile KO ( $r=0.439^{**}$ ), NDF ( $r=0.319^{**}$ ), ZSD ( $r=0.442^{**}$ ), YG ( $r=0.503^{**}$ ), K ( $r=0.414^{**}$ ), Mg ( $r=0.456^{**}$ ) ve P ( $r=0.458^{**}$ ) arasında önemli ve olumlu, HI ( $r= -0.209^{**}$ ), HA ( $r= -0.218^{**}$ ), YO ( $r= -0.169^{**}$ ), NO ( $r= -0.472^{**}$ ) ve ADF ( $r= -0.218^{**}$ ) arasında önemli ve olumsuz ilişki belirlenmiştir (Çizelge 6). Konu ile ilgili çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir (Akgün ve Altındal, 2011; Goyal ve ark., 2011; Oral ve Ülker, 2016).



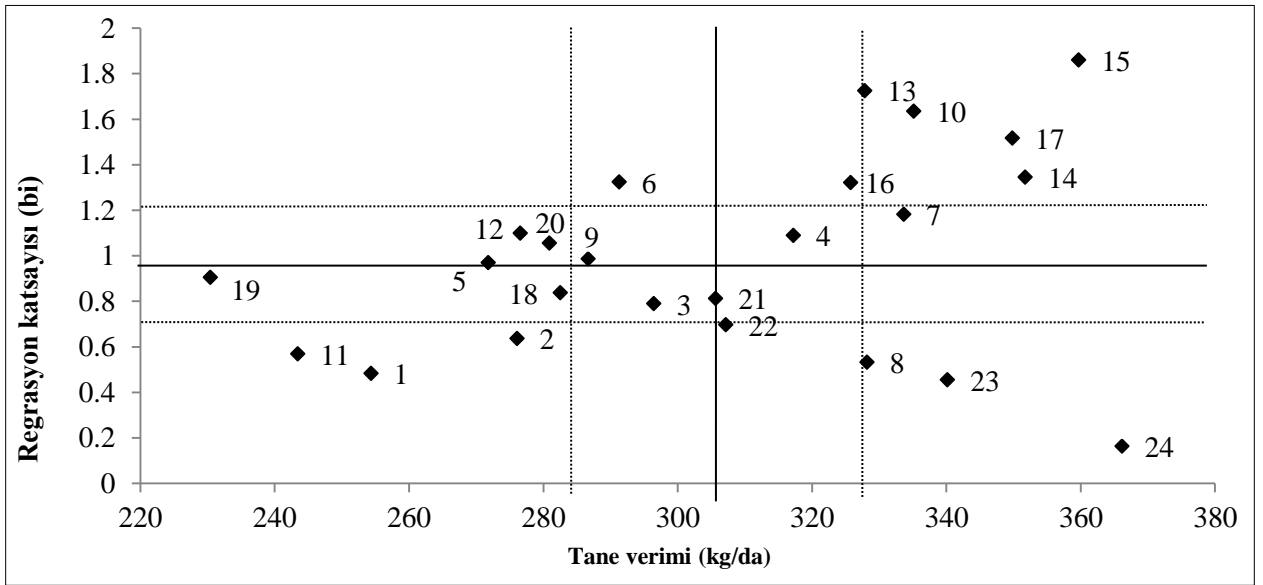
Şekil 1. İncelenen özelliklerin Biplot analiz yöntemi ile gruplandırılması ve genotiplerin incelenen özelliklerle olan ilişkisi

Genotip ve özellikler arasındaki ilişkileri bir bütün olarak gösteren biplot analizi, yalnızca iki özellik arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon analizine göre üstünlükleri vardır (Yan ve Reid, 2008). Çalışmada

incelenen özelliklerin genotiplere göre sınıflandırılması ve genotiplerin özelliklere göre değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Biplot analizinde Ana bileşen 1 % 44.1 ve Ana bileşen 2 % 14.7 olmak üzere toplamda

varyasyonun %58.8'ini oluşturmuştur (Şekil 1). Şekil 1'de görüldüğü gibi ele alınan özelliklerden BB, MBS, HA, TV, HI ve NO'ya ait vektörler aynı yönde, YO ve ADF'ye ait vektörler aynı yönde, ZSD, YG, PO, K, P, KO Mg ve NDF değerine ait vektörler aynı yönde yer almıştır. Tane verimi bakımından yüksek olan 14, 15, 17 ve 24 numaralı genotiplerden, 14 numaralı genotip HI, HA, MBS ve NO bakımından, 15 numaralı genotip BB, MBS, HI, NO, YO ve ADF bakımından, 17 numaralı genotip BB, MBS, HI ve NO bakımından, 24 numaralı genotip ise BB, MBS, HA, YO, ve ADF bakımından da ön plana çıkmıştır (Şekil 1). 23 numaralı genotip tane verimi yanında; BB, BTA, ZSD, YG, PO, K, P ve Mg gibi özellikler bakımından da yüksek değer göstermiştir (Şekil 1). Merkeze doğru yaklaşan hatlardan 4, 10 ve 21 numaralı genotipler birden fazla

özellik açısından öne çıkarken, genel ortalama değerleri bir özellik açısından öne çıkan genotiplere göre daha düşük olmuştur. Şekil 1'de görüldüğü gibi aynı grupta yer alan özellikler arasında yapılan korelasyon analizinde de bu özellikler arasındaki ilişkinin % 1 ve % 5 düzeylerinde önemli ve olumlu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Özellikle yüksek sıcaklıklar ve yetersiz yağış nedeni ile kuru tarım yapılan bölgelerde yetiştirilen tahıllarda kalite unsurları yönünden önemli değişimler olabilmektedir (Karnoven ve ark., 1991). Bundan dolayı, kalite özelliklerinin birbirleriyle ve tane verimi ile olan ilişkileri iklimsel şartlara bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Goyal ve ark., 2011; Mut ve ark., 2017).



Şekil 2. Farklı yıllarda yetiştirilen tritikale genotiplerinin tane verimine ait regresyon katsayısı ve deneme ortalamalarına göre stabilite durumları

Ayrıca, bu çalışmada 24 Triticale genotipinin 3 yılın ortalama tane verimi üzerinden tahmin edilen stabilite parametresi olan regresyon katsayısı (bi) ve ortalama tane verimi değerleri dikkate alınarak stabilite analizi yapılmıştır. Regresyon katsayısı 1'e eşit ve ortalama verimi genel ortalamaya eşit ya da üstünde olan genotipler ideal olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, bi değerinin 1'den küçük olması genotiplerin kötü koşullara, bi değerinin 1'den büyük olması ise genotiplerin iyi çevre şartlarına uyum gösterebileceğini göstermektedir. Bu çalışmada genotiplerin regresyon katsayısı ve ortalama tane verimleri kullanılarak oluşturulan grafikte genotiplerin uyum yetenekleri değerlendirilmiştir (Şekil 2).

Denemede yer alan genotipler regresyon katsayıları yönünden değerlendirildiğinde "bi" değeri 1'e eşit ve ortalama verimi genel ortalamadan yüksek olan 7 numaralı genotip bütün çevrelere iyi adaptasyon göstermiştir. Regresyon katsayısı (bi) değeri 1'e eşit ve genotip ortalaması genel ortalamaya eşit olan 3, 4, 9 ve

21 numaralı genotipler bütün çevrelere orta derecede adaptasyona sahip olmuştur. Çalışmada bi değeri 1'e eşit olan ve ortalama verimleri genel ortalamadan düşük olan 5, 12, 18, 19 ve 20 numaralı genotipler bütün çevrelere kötü adaptasyon göstermiştir. 10, 13, 14, 15, 16 ve 17 numaralı genotipler 1'den büyük bi değeri ve genel ortalamadan üstünde tane verimleri ile iyi çevrelere özel adaptasyon gösteren genotipler olmuştur. 8, 23 ve 24 numaralı genotipler 1'den küçük bi değeri ve genel ortalamadan üstünde tane verimleri ile kötü çevrelere özel adaptasyon gösteren genotipler olmuşlardır. Regresyon katsayısı (bi) değeri 1'den küçük ve genotip ortalaması genel ortalamadan düşük olan 1, 2 ve 11 numaralı genotipler kötü çevrelere kötü adaptasyon göstermiştir.

#### 4. Sonuç

Marjinal tarım alanlarında daha yüksek verim almak amacıyla geliştirilen tritikalede verim incelenen

özellikler içerisinde en önemli ıslah amacıdır. Ancak günümüzde tek başına verimin yeterli olmadığı bunun yanında kullanım amacına göre bazı kalite özellikleri ile verimin birlikte değerlendirilmesi gerekliliği vardır. Çalışmada ele alınan özellikler verim ile kaliteyi birlikte değerlendirmede kullanılan en önemli özelliklerdir. Yozgat koşullarında üç yıl boyunca yürütülen bu çalışmada; çeşitlerin ortalama tane verimleri 230.4 - 366.1 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiş, en yüksek tane verimi sırasıyla 24 (366.1 kg da<sup>-1</sup>), 15 (359.7 kg da<sup>-1</sup>), 14 (351.7 kg da<sup>-1</sup>), 17 (349.8 kg da<sup>-1</sup>) ve 23 (340.2 kg da<sup>-1</sup>) numaralı genotiplerden elde edilmiştir. Biplot analiz grafiğine göre, tane verimi de yüksek olan genotiplerden, 14 numaralı genotip HI, HA, MBS ve NO bakımından, 15 numaralı genotip BB, MBS, HI, NO, YO ve ADF bakımından, 17 numaralı genotip BB, MBS, HI ve NO bakımından, 24 numaralı genotip BB, MBS, HA, YO ve ADF bakımından da ön plana çıkmıştır. 23 numaralı genotip ise tane verimi yanında; BB, BTA, ZSD, YG, PO, K, P ve Mg gibi özellikler bakımından ön plana çıkmıştır. Bunun yanında stabilite analizine göre tane verimi bakımından 7 numaralı genotip tüm çevrelere iyi uyum, 3, 4, 9 ve 21 numaralı genotipler tüm çevrelere orta uyum göstermiştir.

### Teşekkür

Bu çalışma, Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Destekleme Birimi tarafından 2014ZF/A106 numaralı proje ile desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- AACC, American Association of Cereal Chemists., 2005. Approved Methods of the AACC (11th ed.). St. Paul, USA.
- Akgün, İ., Altındal, D., 2011. Bazı tritikale genotiplerinde tane verimi ve stabilite analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(1): 7-14.
- Akgün, İ., Kaya, M., Altındal, D., 2007. Isparta ekolojik koşullarında bazı tritikale hat/çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2): 171- 182.
- Akgün, İ., Tosun, M., Sağsöz, S., 1997. Erzurum ekolojik koşullarında bazı tritikale hat ve çeşitlerinin verim ve verim unsurları üzerine bir araştırma. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg., 28(1), 103-119.
- Alaru, M., Laur, Ü., Jaama, E., 2003. Influence of nitrogen and weather conditions on the grain quality of winter triticale. Agronomy Research, 1: 3-10.
- Albayrak, S., Mut, Z., Töngel, Ö., 2006. Triticale (X *Triticosecale* Wittmack) hatlarında kuru ot ve tohum verimi ile bazı tarımsal özellikler. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1): 13-21.
- Alijosius, S., Avirmickas, G.J., Bliznikas, S., Gruzauskas, R., Sasyte, V., Raceviciute-Stupeliene, A., Kliseviciute, V., Dauksiene, A., 2016. Grain chemical composition of different varieties of winter cereals. Zemdirbyste-Agriculture, 103(3): 273-280.
- Alp, A., 2009. Diyarbakır kuru koşullarında bazı tescilli tritikale (X*Triticosecale* Wittmack) çeşitlerinin tarımsal

özelliklerinin belirlenmesi. YYÜ Tar. Bil. Derg., 19(2): 61-70.

- Atak, M., 2004. Farklı Triticale hatlarının morfolojik ve DNA markörleriyle genetik karakterizasyonu. Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bil. Enst. Ankara.
- Atak, M., Çiftçi, C.Y., 2006. Bazı tritikale çeşit ve hatlarının morfolojik karakterizasyonu. Tarım Bilimleri Dergisi, 12(1): 101-111.
- Beres, B.L., Harker, K.N., Clayto, G.W., Bremer, E., Blacksha, R.E., Graf, R.J., 2010. Weed competitive ability of spring and winter cereals in the Northern Great Plains. Weed Technol. 24: 108-116.
- Brand, T.S., Cruywagen, C.W., Brandt, D.A., Viljoen, M., Burger, W.W. 2003. Variation in the chemical composition, physical characteristics and energy values of cereal grains produced in the western cape area of South Africa. South African Journal of Animal Science, 33(2): 117-126.
- Çifçi, A.E., Kınabaş, S., Yelbey, S., Yağdı, K., 2010. Bazı tritikale hatlarının kalite özellikleri ve ekmek yapımında kullanılma olanaklarının araştırılması. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2): 93-102.
- Doğan, R. Senyigit, E. 2016. Correlation and Path coefficient analysis of yield and yield components in hexaploid triticale (X *Triticosecale* Wittmack) genotypes under mediterranean conditions. J. Biol. Environ. Sci., 10(28): 21-27.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N., 2001. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü. Konya Ticaret Borsası Yayın No: 2, Konya.
- FAO, 2014. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> (Erişim tarihi: 02 Ağustos 2017).
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N., 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Austral. J. Agric. Res. 14: 742-754.
- Furan, M.A., Demir, İ., Yüce, S., Akçalı Can, R. R., Aykut, F., 2005. Ege Bölgesi tritikale çeşit geliştirme çalışmaları; geliştirilen çeşit ve hatların verim ve kalite özellikleri üzerinde araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2): 251-256.
- Geren, H., Soya, H., Ünsal, R., Kavut, Y.T., Sevim, İ., Avcıoğlu, R., 2012. Investigations on the grain yield and other yield characteristics of some triticale cultivars grown under Menemen conditions. J. Agric. Fac. Ege Univ. 49(2): 195- 200.
- Goyal, A., Beres, B.L., Randhawa, H.S., Navabi, A., Salmon, D.F., Eudes, F., 2011. Yield stability analysis of broadly adaptive triticale germplasm in southern and central Alberta, Canada, for industrial end-use suitability. Can. J. Plant Sci., 91:125-135.
- Grausgruber, H., Oberforster, M., Werteber, M., Ruckebauer, P., Volmann, J., 2000. Stability of quality traits in austrian-grown winter wheats. Field Crops Research, 66 (3): 257- 267.
- Jakobson, I., Kantane, I., Zute, S., Jansone, I., Bartkevics, V., 2015. Macro-elements and trace elements in cereal grains cultivated References in Latvia. Proceeding of the Latvian Academy of Science, Section B, 69: 152-157.
- Karnoven, T., Peltonen, J., Kivi, E., 1991. The effect of northern climate conditions on sprouting damage of wheat grains. Acta Agric. Scand. 41: 55-64.
- Kendal, E., Sayar, M.S., 2016. The stability of some spring triticale genotypes using biplot analysis. The Journal of Animal & Plant Sciences, 26(3): 754-765.

- Kızılgöçü, F., Akıncı, C., Albayrak, Ö., Yıldırım, M., 2017. Tritikale hatlarında bazı fizyolojik parametrelerin verim ve kalite özellikleriyle ilişkilerinin belirlenmesi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 7(1): 337-345.
- Kızılgöçü, M., Yıldırım, F., 2017. Bazı tritikale (*X Triticosecale* Wittmack) genotiplerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Turk J Agric Res*, 4(1): 43-49.
- Kutlu, H.R., 2008. Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Ders Notu, Adana.
- Kutlu, İ., Kınacı, G., 2011. Sulu ve kuru koşullara uygun tritikale genotiplerinde tarımsal özelliklerin belirlenmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-C, Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, 1(1): 71-82.
- Kün, E., 1996. Tahıllar I. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ders Kitabı: 431, Yayın No:1451, Ankara.
- Lipkovich, İ., Smith, E.P., 2002. Biplot and singular value decomposition macros for excel. Department of Statistics Virginia Tech Blacksburg, VA 24061-0439. <http://www.jstatsoft.org/v07/i05/paper> (Erişim tarihi: 3 Ocak 2017).
- Mut, Z., Albayrak, S., Töngel, Ö., 2006. Tritikale (*X Triticosecale* Wittmack) hatlarının tane verimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(1): 56- 64.
- Mut, Z., Erbaş Köse, Ö. D., Akay, H. 2017. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin tane verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilim. Derg.* 32: 85-95.
- Myer, R.O., Lozano, A.J., 2004. Triticale in livestock production. In *Triticale Improvement and Production*, M. Mergoum (Eds.), Rome, Italy: FAO, pp 49–58.
- Oettler, G., 2005. The fortune of a botanical curiosity-triticale: past, present and future. *J. Agric. Sci.* 143: 329–346.
- Oral, E., Ülker, M., 2016. Tritikale (*X Triticosecale* Wittmack) çeşitlerinde özellikler arası ilişkiler ve path analizi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 6(3): 153-160.
- Pena, R.J. 2004. Food uses of triticale. In: Mergoum, M. and Go'mez-Macpherson H. (eds.). *Triticale improvement and production*. FAO, Plant Production and Protection Paper No. 179. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome. pp. 37–48.
- Poutanen, K., 2012. Past and future of cereal grains as food for health. *Trends in Food Science and Technology*, 25(2): 58–62.
- Rakha, A., Aman, P., Andersson, R., 2013. Rheological characterisation of aqueous extracts of triticale grains and its relation to dietary fibre characteristics. *J Cereal Sci.*, 57: 230-236.
- SAS Institute., 1998. *INC SAS/STAT users' guide release 7.0*, Cary, NC, USA.
- Tayyar, Ş., Kahrıman, F., 2016. Biga şartlarında yetiştirilen tritikale genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13: 17-22.
- TÜİK, 2016. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi 02 Ağustos 2017).
- Ünver, S., 1999. Bazı tritikale hatlarında verim ve verim öğelerinin incelenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araş. Ens. Der.*, 8: 82-92.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74(10): 3583-3597.
- Villegas, D., Casadesus, J., Atienza, S., Martos, V., Maalouf, F., Karam, F., Aranjuelo, I., Nogues, S., 2010. Triticum, wheat and triticale yield components under multi-local Mediterranean drought conditions. *Field Crops Res.*, 116: 68-74.
- Yan W, Reid JF., 2008. Breeding Line Selection Based on Multiple Traits. *Crop Sci* 48: 417-423.
- Yanbeyi, S., Sezer, İ., 2006. Samsun koşullarında bazı tritikale hatlarının verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1): 33-39.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.337798



Türkiye bal arısı (*Apis mellifera* L.) alttürlerinde genetik çeşitlilik kaybı

Merve Kambur<sup>a</sup>, Meral Kekeçoğlu<sup>b,c,\*</sup>

<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Düzce/Türkiye

<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Düzce/Türkiye

<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi Arıcılık Araştırma, Geliştirme ve Uygulama Merkezi (DAGEM), Düzce/Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: meralekekeoglu@gmail.com

Geliş/Received 12/09/2017

Kabul/Accepted 05/02/2018

ÖZET

Son yıllarda yaygın olarak yapılan göçer arıcılık ve ticari ana arı kullanımı nedeniyle Türkiye arı biyoçeşitliliğinde homojenizasyon oluştuğu düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında Türkiye bal arısı biyoçeşitliliğinin korunup korunmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla Türkiye'nin 32 ayrı lokasyonundan işçi arı örnekleri toplandı ve sağ ön kanattaki 19 landmarka göre geometrik morfometrik yöntem kullanılarak çalışıldı. Araştırma bulgularına göre her ne kadar yerel ırkların korunduğu lokal alanlar var olsa da önceki çalışmalarda bildirilen biyoçeşitliliğin (Kuzeyde *Apis mellifera caucasica*, güneydoğuda *A. m. meda*, güneybatıya doğru *A. m. syriaca*, Trakya'da *A. m. carnica*, Anadolu'nun geri kalan tüm kesimlerinde ise *A. m. anatoliaca*) günümüzde korunmadığı belirlenmiştir. Diskriminant fonksiyon analizi ve UPGMA dendogramı sonuçlarına göre Isparta, Ardahan, Gaziantep, Kahramanmaraş ve Zonguldak populasyonları birbirlerinden ve diğer tüm populasyonlardan ayrı kümelenmişlerdir. Diğer taraftan Kırklareli ve Iğdır ile İzmir, Van ve Hatay ile Hakkari, Antalya, Muğla, Bilecik, Balıkesir ve Çanakkale ile birlikte bir grup oluşturmuştur. Bu çalışmada meydana gelen gruplanmalar önceki literatür bildirişleriyle uyumsuzdur. Farklı bölgelerden farklı ırkları temsil eden örneklerin üst üste çakışması Türkiye arı biyoçeşitliliğinin ticari ana arı kullanım faaliyetlerinden önemli düzeyde etkilendiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler:

*Apis mellifera* L.

Bal arısı

Biyçeşitlilik

Geometrik morfometri

The loss of genetic diversity on native Turkish honey bee (*Apis mellifera* L.) subspecies

ABSTRACT

In recent years it is thought that there has been a homogenization in honeybee biodiversity of Turkey due to the widespread migratory beekeeping and the use of commercial queenbee. Therefore, in the present study it was investigated whether the honey bee biodiversity of Turkey is conserved or not. For this aim worker honey bee samples were taken from 32 different locations of Turkey and the right front wing were studied considering 19 landmarks by using geometric morphometric method. According to research results, although there are local areas within local honeybee races are protected, biodiversity of Turkey which was reported in previous studies (*Apis mellifera caucasica* in the north, *Apis mellifera meda* in the south, *Apis mellifera syriaca* in the southwest, *Apis mellifera carnica* in Thrace and *A. m. anatoliaca* in rest of Anatolia) has not been protected today. Discriminant function analysis and UPGMA dendograms showed that each of Isparta, Ardahan, Gaziantep, Kahramanmaraş and Zonguldak populations were clustered separately and distinguished from other populations. On the other side, Kırklareli and Iğdır formed a group; İzmir, Van and Hatay formed other group, Hakkari, Antalya, Muğla, Bilecik, Balıkesir and Çanakkale formed other chorent group. Generated groupings in this study were not incompatible with previous literature reports. Overlapping of samples representing subspecies from different regions showed that honeybee biodiversity in Turkey was significantly affected by the usage activities of commercial queenbee.

Keywords:

*Apis mellifera* L.

Honey bee

Biodiversity

Geometric morphometry

© OMU ANAJAS 2018

1. Giriş

Günümüzde kabul gören 27 bal arısı alttürünü

kapsayan dört evrimsel kol (O kolu; Kuzeydoğu Akdeniz ve Ortadoğu alttürleri, A kolu; Afrika alttürleri, C kolu; Orta ve Doğu Avrupa alttürleri, M kolu; Batı ve



Kuzey Avrupa ile Kuzey Afrika alttürleri) bulunmaktadır (Ruttner, 1988; 1992). Türkiye’de var olduğu ifade edilen bal arısı alttürlerinden *Apis mellifera anatoliaca*, *Apis mellifera caucasica*, *Apis mellifera syriaca*, *Apis mellifera meda* “O” evrimsel kolunda yer alırken, *Apis mellifera carnica* ise C evrimsel kolunun üyesidir (Ruttner, 1988).

Asya, Avrupa ve Afrika kıtaları arasında bir köprü olan Anadolu, ılıman iklim kuşağında yer almasının yanı sıra farklı coğrafik yapıları bünyesinde barındırmasıyla canlı çeşitliliği bakımından da dikkatleri üzerine çekmektedir. Dolayısıyla Anadolu’daki ekolojik işlevlerin çeşitliliği farklı koşullarda yaşamak üzere evrilmiş farklı canlı türlerini de beraberinde getirmektedir. Kence (2006), Anadolu’nun bu durumunun Türkiye’de yayılış gösteren bal arılarının evrimi üzerinde de etkili olduğunu ifade etmiştir.

Anadolu bal arısı popülasyonlarının dağılım şekillerine ilişkin ilk çalışmalar Butel-Reepen (1906) tarafından Ege ve Marmara Bölgelerindeki sınırlı alanlarda yürütülmüştür. Bunu takiben Bodenheimer (1941), Anadolu’da bulunan bal arılarını morfometrik verilere dayalı özelliklerle tanımlamış, bu özelliklere göre ülkeyi 7 ayrı coğrafik bölgeye ayırmıştır. Anadolu arısı, *Apis mellifera anatoliaca*’nın ilk taksonomik sınıflandırılması Maa (1953) tarafından yapılmıştır. Daha sonraları Adam (1983) ülkenin kuzeydoğusu, güneydoğusu, batısı ve Anadolu’nun merkezinde olmak üzere 4 belirgin arı ırkı olduğunu ve Anadolu’nun coğrafik konumundan dolayı kapalı ceplerde birçok ekotipin bulunduğunu ifade etmiştir. Anadolu’nun Karadeniz kıyıları ve Akdeniz kıyılarındaki arı popülasyonları arasında morfolojik farklılıklar olduğunu belirtmiştir (Adam 1983). Ruttner (1988), ülkenin kuzeydoğusu (*Apis mellifera caucasica*) ve güneydoğusu (*Apis mellifera meda*) hariç, Türkiye’ nin Avrupa kısmı da dahil olmak üzere *Apis mellifera anatoliaca*’nın geniş bir alanda yayılış gösterdiğini ifade etmiştir. Ruttner (1988)’ın Anadolu’daki bal arısı analizleri ülkenin güneyinde Suriye arısı değil İran arısının baskın olduğunu göstermiştir.

Bal arılarındaki varyasyonu belirlemek için yapılan ilk çalışmalar morfolojik özelliklere dayanmaktadır. Settar (1983), bal arılarında çeşitli vücut parçalarının gerçek ölçümlerini içeren ve bal arılarının varyasyonuna ilişkin çalışmaların 1900’lü yılların başlarında olduğunu ifade etmiştir. Arı ırklarının teşhisinde kullanılan morfolojik özelliklerin, mevcut ırkların belirlenmesinde ve buna bağlı olarak arı ırklarının coğrafik dağılımı konusunda önemli olduğunu belirterek bal arılarındaki dil uzunluğunun düzenli bir coğrafik varyasyon gösterdiği ifade edilmiştir. Akabinde devam eden çalışmalarda, morfolojik özelliklere dil uzunluğunun yanı sıra bacak ve kanat uzunluğu, kanat damar açıları, kanattaki kübital indeks değeri, kanattaki çengel sayısı, vücut büyüklüğü, gövde rengi ve kıl yapısı gibi özellikler eklenerek bal arılarının dünyadaki coğrafik varyasyonuna ilişkin tanımlayıcı bilgiler literatüre

kazandırılmıştır (Settar, 1983).

Türkiye’de bulunan bal arısı ırklarının çeşitliliğini belirlemek amacıyla morfolojik ölçümlere dayalı tekniklerin yanı sıra allozim, mitokondri DNA’sı ve mikrosatellit çalışmaları gibi moleküler teknikler de kullanılarak Anadolu’daki bal arısı çeşitliliği hakkında daha ayrıntılı bilgilere ulaşılmıştır. (Kandemir ve Kence, 1995; Smith ve ark., 1997; Kandemir ve ark., 2000; Özdil ve ark., 2009; Kekeçoğlu ve ark., 2009; Kekeçoğlu ve Soysal, 2010a).

Moleküler ve morfometrik tekniklerin birlikte kullanılmasıyla birlikte ülkemizde 5 ayrı arı ırkının (*Apis mellifera anatoliaca*, *Apis mellifera caucasica*, *Apis mellifera meda*, *Apis mellifera syriaca*, *Apis mellifera carnica*) varlığından söz edilmiştir. Morfometrik karakterler kullanılarak yapılan araştırma sonuçlarına göre Türkiye’de Samsun’dan ülkenin kuzeydoğusuna kadar olan kesiminde *Apis mellifera caucasica*, güneyde Suriye sınırındaki küçük bir alanda *Apis mellifera syriaca*, Güneydoğu Anadolu’da *Apis mellifera meda*, bunlar dışında kalan tüm bölgelerde ise *Apis mellifera anatoliaca* alttürlerinin yayılış gösterdiği bildirilmiştir (Ruttner, 1988; Smith ve ark., 1997; Palmer ve ark., 2000; Kandemir ve ark., 2006a). Trakya bölgesindeki bal arısı popülasyonlarının ise *Apis mellifera carnica* ırkı ile benzerlik gösterdiği belirtilmiştir (Kandemir ve ark., 2000; Kandemir ve ark., 2005; Kekeçoğlu ve Soysal, 2010a; Turan, 2011; Çakmak ve ark., 2014). Bugün hiçbir ülkede bu kadar farklı bal arısı ırkı bir arada görülmemektedir. Bu bilimsel gerçekler yalnızca arıcılığın ekonomimize sağlayacağı katkılar nedeniyle değil aynı zamanda ülkemizin kültürel tarihi, ekolojik yapısı ve bilimsel geleceği adına da önemsenmesi gereken gerçeklerdir. Eğer gen kaynaklarımızı koruyamazsak gelecekte ıslah ve melezleme çalışmalarında üretim potansiyellerinden yararlanabileceğimiz varyasyon kaynağımız kalmayacaktır. Bugün Ankara keçisi, Van kedisi, Kangal köpeği nasıl Türkiye’nin kültürel tarihini yansıtmak adına önemli bir yere sahipse Anadolu arısı da aynı derecede önemlidir (Kekeçoğlu ve Soysal, 2010a).

Arı gibi ekonomik önem arz eden biyolojik canlıların yok olması gıda güvenliğinin geleceği için risk oluşturması bir kenara ülke ekonomisinde de önemli kayıplara yol açacaktır. Bitki zararlılarına karşı pestisitlerle savaşın yaygın olduğu modern tarım koşullarında arı doğal dengenin sağlanmasındaki en önemli silahtır. Entansif üretim alanlarında kaçınılmaz olarak uygulanan tarımsal savaşa karşı bitkisel üretimin güvencesi alınmasını sağlayacak tek faaliyettir.

Özellikle organik tarımın ön plana çıktığı günümüzde doğal bitkisel üretimin sağlanması ve biyolojik dengenin korunmasında bal arılarının önemi göz ardı edilemez. Bu nedenle hayvan genetik kaynaklarında olduğu gibi Türkiye’de doğal olarak bulunan arı gen kaynaklarının tanımlanması ve korunması, biyolojik çeşitliliğin bir unsuru olup insanların gıda ve tarım alanında ihtiyaç duyduğu talebi

karşılmakta gıda güvencesi, arıcılığın geliştirilmesinde ve ıslah çalışmalarında hayati önem taşımaktadır. Son günlerde arıcılık alanında çalışan bilim insanları göçer arıcılık ve ticari ana arı üretimi nedeniyle bal arısı biyoçeşitliliğinin bozulduğundan bahsetmekte ve bu durum büyük kaygı yaratmaktadır. Bu çalışma günümüzde bal arısı biyoçeşitliliğinin mevcut durumunu koruyup korumadığını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma materyalimiz olan bal arısının (*Apis mellifera* L.) örnekleme Türkiye'deki tüm coğrafik bölgeleri temsil edecek şekilde yapılmıştır. Çalışma, Düzce Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Moleküler Genetik Araştırma Laboratuvarında yürütülmüştür. Toplamda 252 koloniden örnekleme yapılmıştır. Örnekler 2014-2016 tarihlerinde Nisan-Eylül aylarında toplanmıştır. Örneklerin sabit arıcılık yapılan arılıklardan temin edilmesine özen gösterilmiştir.

Marmara Bölgesi'nde Kırklareli'nden 3, Çanakkale, Balıkesir, Bursa ve Bilecik'ten 3; Ege Bölgesi'nde İzmir ve Muğla'dan 3; Akdeniz Bölgesi'nde Antalya, Isparta, Mersin ve Hatay'dan 3, Kahramanmaraş'tan 1; İç Anadolu Bölgesi'nde Kırıkkale ve Konya'dan 3, Niğde ve Eskişehir'den 1; Karadeniz Bölgesi'nde Sakarya'dan 2, Düzce, Sinop, Zonguldak, Amasya, Ordu, Trabzon ve Artvin'den 3, Kastamonu'dan 4; Doğu Anadolu Bölgesi'nde Ardahan, Kars, Iğdır ve Bingöl'den 3, Hakkâri ve Van'dan 1; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Gaziantep'ten 4 arılık olmak üzere toplamda 84 arılıktan örnek alınmıştır. 84 arılığın her birinden 3'er koloni olmak üzere toplam 252 koloni ve her koloniden en az 15, en çok 30 adet işçi arı olmak üzere toplamda 4320 işçi arı örneği alınmıştır. Her bir işçi arı örneğinin sağ ön kanadı çalışma materyalini oluşturmuştur. Hasarlı kanatlar ölçümlerin dışında bırakılmıştır ve 4076 işçi arı örneği analizlere dâhil edilmiştir. Bu çalışmada Türkiye'de yayılış gösteren bal arısı popülasyonları geometrik morfometri yöntemiyle analiz edilmiştir.

### 2.2. Yöntem

Örneklerin taşınması, muhafazası ve preparat hazırlama Kekeçoğlu (2007)'na göre yapılmıştır. Hazırlanan preparatların fotoğrafları BAB STR45 stereozoom mikroskobuna bağlı BAB kamera sistemiyle 1X büyütmede çekilmiştir.

Geometrik morfometrik yöntemle göre kanatlarda 19 landmark işaretlemesi yapılmıştır (Kambur, 2017). İşaretlenen landmarkların kartezyen koordinatların (X, Y) ölçümü BAB Bs200ProP programında otomatik olarak yapılmıştır. Morfometrik ölçümleri yapılan kanat karakterlerine ilişkin ham veriler SPSS.15 paket

programında Diskriminant Fonksiyon Analizi (DFA) ile değerlendirilmiştir. Grup içi ve gruplar arası varyasyonun belirlenmesinde grupları ayırmada tüm karakterlerin aynı anda kullanıldığı çok değişkenli varyans analizi (MANOVA) uygulanmıştır. Kanat verilerine göre popülasyonların gruplara dağılımlarını görmek için Cross Validation Test (CVT) - Çapraz Doğrulama Testi yapılmış ve örneklerin gruplara dağılımı belirlenmiştir.

## 3. Bulgular

Bu çalışmada Türkiye'de yayılış gösteren bal arısı popülasyonlarının geometrik morfometri yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiştir. Böceklerde uçuş aktiviteleri için önemli olan ve değişmez bir yapıya sahip olan kanatlar, bal arısı alttürlerinin de ayırt edilmesinde önemli morfometrik karakterleri üzerinde taşınmasından dolayı kanatlarla çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında popülasyonların 19 landmark ait kartezyen koordinatlarının genel ortalamaları, standart hataları, minimum ve maksimum değerleri incelenmiştir. Bireylerin çok boyutlu ortamda gruplara dağılımlarını belirlemede diskriminant fonksiyon analizinden yararlanılmıştır. Popülasyonların sınıflandırılmalarını sağlayan diskriminant fonksiyonları 19 landmarkın kartezyen koordinat değerlerine göre belirlenmiştir. Analize giren fonksiyon sayıları, bu fonksiyonların önem düzeyleri, öz değerleri (eigen), varyasyon yüzdeleri (%), kümülatif değerleri (%), kanonik korelasyon değerleri, Wilk's lambda, ki kare değerleri ile serbestlik dereceleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde kartezyen koordinat verilerine göre analize giren 31 fonksiyondan 27'si önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Fonksiyonlara göre varyasyon yüzdelerine bakıldığında, analize giren ilk iki fonksiyonun değeri sırasıyla % 70.4 ve % 23.2'dir. Bu iki fonksiyon toplam varyasyonun % 93.6'sını açıklamaktadır.

Her değişken ile herhangi bir diskriminant fonksiyonu arasındaki kanonik korelasyon katsayılarının bulunduğu yapı matrisi incelendiğinde en yüksek kanonik korelasyona sahip olan karakterlerin; birinci fonksiyonda Y14, Y15, Y16; ikinci fonksiyonda Y0, Y5, Y6, Y1, Y8, Y2, Y4, Y7; üçüncü fonksiyonda X0, X1, X2, X3, X4, X5, X6, X8, X10, X7, X11, X9, X12, X13, X18, X17, X15, X14; dördüncü fonksiyonda X16, Y13, Y12, X3; on ikinci fonksiyonda Y18; on üçüncü fonksiyonda ise Y10, Y17, Y11 olduğu belirlenmiştir.

Popülasyonları temsil eden arı örneklerinin bireysel verileri (38 kartezyen koordinatı) MANOVA ile karşılaştırıldığında en az bir karakter bakımından tüm illerin birbirinden farklılığı önemli ( $P < 0.05$ ) bulunmuştur.

Bireysel verilerin kullanıldığı diskriminant analizi sonucuna göre gerçek gruplara doğru sınıflandırma oranı % 97.3 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla bireylerin çoğu gözlemlenilen ait oldukları gruba

girmişlerdir. Grup üyeliği % 100 olan bölgeler Kastamonu, Sinop, Artvin, Ardahan, Gaziantep, Hatay ve Isparta'dır (Çizelge 2). Bu çalışmanın materyalini oluşturan Türkiye bal arısı örneklerinin geometrik morfolometrik yöntemle göre kendi içerisinde dağılımını incelemek amacıyla ilk iki diskriminant fonksiyonu ile iki boyutlu serpilme diyagramı çizilmiştir. Popülasyonların ayrılmasında etkili olan bu iki fonksiyondan ilki toplam varyasyonun % 70.4'ünü ikinci fonksiyon ise % 23.2'sini açıklamaktadır. Şekil 1'de görüldüğü üzere farklı bölgeleri temsil eden illerin grup merkezleri arasında çakışmalar ve iç içe geçmeler olmuştur. Şekil 1 incelendiğinde; Gaziantep, Zonguldak ve Kahramanmaraş örnekleri diğer illerden ve

birbirlerinden uzakta ayrı kümeler oluşturmuştur.

Niğde ile Eskişehir, Sakarya ile Ordu, Hakkâri ile Muğla, Balıkesir ile Çanakkale, Amasya ile Kırıkkale, Konya ve Mersin örneklerinin grup merkezleri birbirleriyle çakışmıştır. Ardahan ve Isparta örneklerinin grup merkezleri Sakarya-Ordu grubuna yakın fakat birbirlerinden ayrı kümelenmişlerdir. Hatay, Van ve İzmir örneklerinin grup merkezleri birbirine yakın kümelenmiştir. Ayrıca Hatay ve Van örneklerinin bir kısmı iç içe geçmiştir. Balıkesir ve Çanakkale örnekleri ile Antalya örnekleri birbirine çok yakın kümelenmiş ve kısmen iç içe geçmiştir. Bilecik örnekleri grup merkezleri çakışan Hakkâri-Muğla grubu ile yakın kümelenmiştir.

Çizelge 1. Popülasyonların belirlenen fonksiyon sayıları ve bu fonksiyonları ifade eden değerler

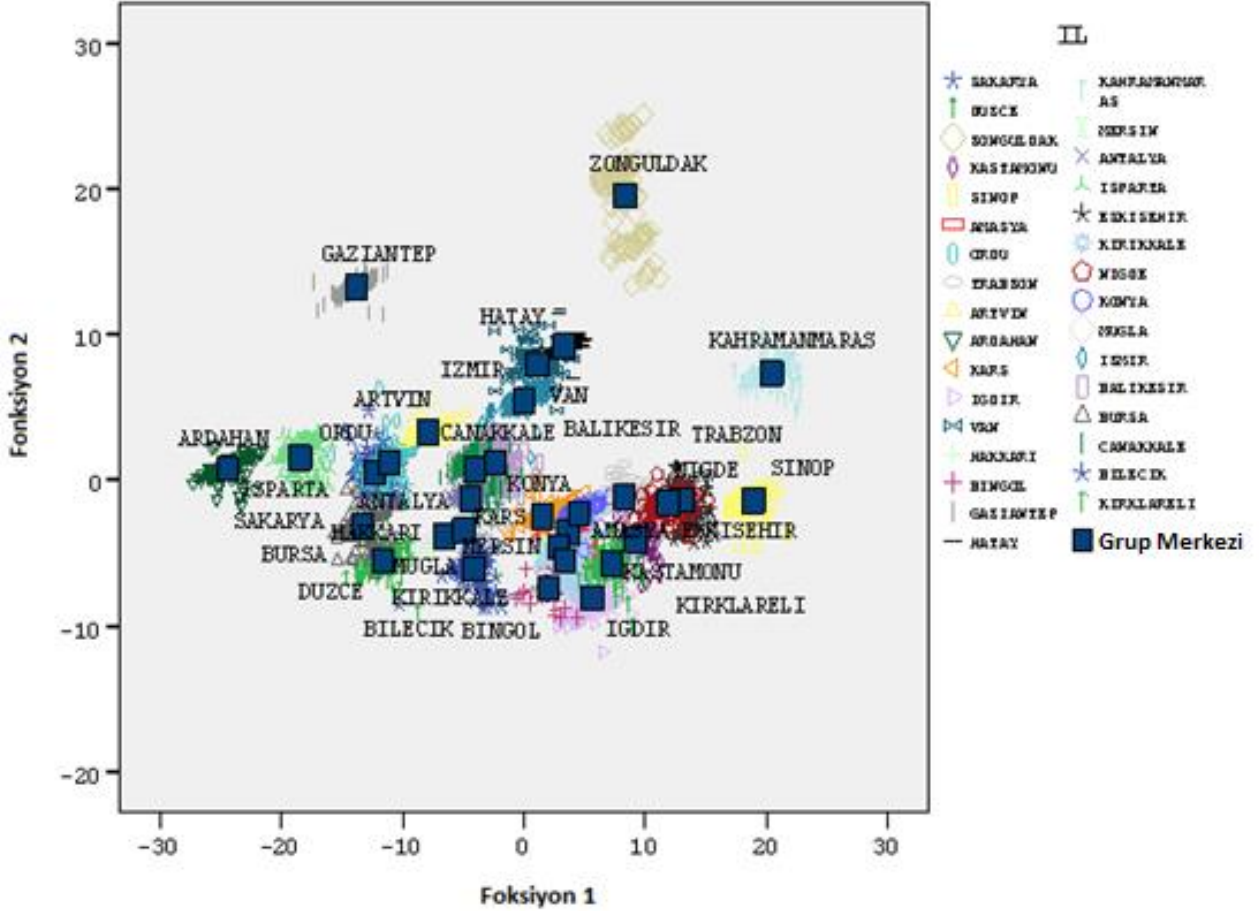
Fonksiyon sayısı	Özdeğer	Varyasyon değeri (%)	Kümülatif değeri (%)	Kanonikal korelasyon	Wilks' Lambda	Ki-kare	df	Önem düzeyi (P)
1	102.799	70.4	70.4	0.995	0	51220.91	1116	0*
2	33.812	23.2	93.6	0.986	0	32446.8	1050	0*
3	6.642	4.6	98.1	0.932	0.011	18090.79	986	0*
4	0.515	0.4	98.5	0.583	0.087	9866.877	924	0*
5	0.341	0.2	98.7	0.504	0.132	8186.88	864	0*
6	0.266	0.2	98.9	0.459	0.177	6999.974	806	0*
7	0.201	0.1	99.1	0.409	0.224	6045.18	750	0*
8	0.187	0.1	99.2	0.397	0.269	5304.492	696	0*
9	0.178	0.1	99.3	0.389	0.32	4611.51	644	0*
10	0.152	0.1	99.4	0.363	0.377	3948.627	594	0*
11	0.123	0.1	99.5	0.331	0.434	3377.382	546	0*
12	0.111	0.1	99.6	0.316	0.487	2908.118	500	0*
13	0.104	0.1	99.6	0.307	0.541	2481.993	456	0*
14	0.091	0.1	99.7	0.288	0.598	2081.546	414	0*
15	0.081	0.1	99.8	0.274	0.652	1730.982	374	0*
16	0.069	0	99.8	0.254	0.705	1415.799	336	0*
17	0.058	0	99.8	0.234	0.753	1147.108	300	0*
18	0.046	0	99.9	0.209	0.797	918.955	266	0*
19	0.039	0	99.9	0.195	0.833	739.016	234	0*
20	0.033	0	99.9	0.178	0.866	582.524	204	0*
21	0.026	0	99.9	0.158	0.894	453.05	176	0*
22	0.021	0	100	0.144	0.917	350.88	150	0*
23	0.018	0	100	0.135	0.936	266.719	126	0*
24	0.011	0	100	0.106	0.953	192.745	104	0*
25	0.011	0	100	0.102	0.964	146.89	84	0*
26	0.009	0	100	0.092	0.975	104.338	66	0.002*
27	0.006	0	100	0.079	0.983	70.067	50	0.032*
28	0.005	0	100	0.07	0.989	44.552	36	0.155
29	0.003	0	100	0.057	0.994	24.84	24	0.415
30	0.002	0	100	0.044	0.997	11.595	14	0.639
31	0.001	0	100	0.03	0.999	3.618	6	0.728

Düzce ve Bursa kısmen iç içe geçmiş ve Sakarya-Ordu grubu ile birbirlerine yakın kümelenmişlerdir. Artvin örnekleri Sakarya-Ordu grubu ile Balıkesir-Çanakkale grupları arasında ve her iki gruba yakın kümelenmiştir. Kars örnekleri, Amasya-Kırıkkale-Konya-Mersin grubuyla iç içe geçmiştir fakat grup merkezleri çakışmamıştır. Iğdır, Mersin ve Bingöl

örnekleri iç içe geçmiştir fakat grup merkezleri birbirleriyle çakışmamıştır. Iğdır, Kırklareli ve Kastamonu örneklerin iç içe geçmiştir. Trabzon örnekleri Niğde ve Kastamonu örnekleri ile yakın kümelenmiştir. Sinop örnekleri Niğde-Eskişehir grubu ile yakın fakat onlardan ayrı kümelenmiştir. Grupların birbirlerine olan uzaklıkları UPGMA metoduna göre

çizilen dendogramda gösterilmiştir (Şekil 2). Mahalonobis uzaklıklarına göre çizilen dendogramda Sakarya, Ordu, Artvin, Düzce, Bursa popülasyonları ile Hakkâri, Muğla, Bilecik, Balıkesir ve Antalya popülasyonları birlikte bir grup oluşturmuştur. Kastamonu, Eskişehir, Niğde popülasyonları ile Amasya, Kars, Mersin, Bingöl, Kırıkkale, Konya, Iğdır,

Kırklareli ve Trabzon popülasyonları birlikte bir grup oluştururken, Van, İzmir ve Hatay popülasyonları birlikte diğer bir grubu oluşturmuştur. Ardahan, Isparta ve Gaziantep ile Zonguldak, Sinop ve Kahramanmaraş popülasyonları diğer popülasyonlardan ayrılarak iki ayrı grup oluşturmuşlardır.



Şekil 1. Popülasyonların ayrışım fonksiyon analizi (DFA) ile iki boyutlu kümelmesi

#### 4. Tartışma

Geçmiş yıllarda organizmaların sınıflandırılması amacıyla kullanılan standart morfometrik yöntem manuel olarak yapılmaktaydı. Zaman ve iş gücü gerektiren bu yöntemin bir dezavantajı da tekrarlanan her doğrusal ölçümde hata payının yüksek olması ve farklı şekillerde homolog noktalar arasındaki ölçümler ile şekillerin karşılaştırmasını zorlaştırmasıdır. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte araştırmacılar yoğun iş gücü ve zaman gerektiren bu yönteme alternatif yöntemler geliştirmeye çalışmıştır (Adams ve ark., 2004; Adams ve ark., 2013). Bal arısı popülasyonlarını ayırt etmek için de zaman içerisinde standart morfometri yönteminden geometrik

morfometrik yöntemine doğru bir geçiş olmuştur (Tofilski, 2008; Turan, 2011; Koca ve Kandemir, 2013). Tofilski (2008), *Apis mellifera mellifera*, *Apis mellifera carnica* ve *Apis mellifera caucasica* alttürleri ile yaptığı çalışmasında geometrik morfometri yönteminin bu üç alt türü ayırmada standart morfometriye göre daha iyi ayırım sağladığını ifade etmiştir. Ortadoğu'da yayılış gösteren bal arıları geometrik morfometri yöntemiyle analiz edilmiş ve bu yöntemin bal arısı alttürlerini ayırmada daha güvenilir olduğunu vurgulamıştır (Koca ve Kandemir, 2013).



Şekil 2. Analiz edilen popülasyonların UPGMA fenogramı

Çizelge 2. Çapraz doğrulama testi (CVT)'ne göre illeri temsil eden örneklerin gruplandırılması

İl	Tahmin Edilen Grup Üyeliği																																Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
1	130	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134
2	0	129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	135	
3	0	0	122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	
4	0	0	0	223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223	
5	0	0	0	0	117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	
6	0	0	0	0	0	130	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	
7	10	0	0	0	0	0	122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	
8	0	0	0	2	0	1	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	134	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	
11	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	124	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	132	
12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	122	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	120	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	138		
14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	74		
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	109	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	135	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	0	0	0	0	6	0	1	0	1	0	0	135		
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	130	
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	131	0	1	0	0	0	0	0	0	0	135	

Çizelge 2 (devam). Çapraz doğrulama testi (CVT)'ne göre illeri temsil eden örneklerin gruplandırılması

İL	Tahmin Edilen Grup Üyeligi																																Total			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	115	0	0	0	0	3	0	0	123		
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	1	0	0	0	0	0	129		
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	134	
29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	0	0	0	0	122		
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	0	0	0	134		
31	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	128	0	0	133	
32	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	129

\*Gerçek gruplara doğru sınıflandırma oranı % 97.3 1- Sakarya, 2-Düzce, 3- Zonguldak, 4- Kastamonu, 5-Kastamonu, 6-Amasya, 7-Ordu, 8-Trabzon, 9-Artvin, 10-Ardahan, 11- Kars, 12-Iğdır, 13-Van, 14-Hakkari, 15-Bingöl, 16-Gaziantep, 17-Hatay, 18-Kahramanmaraş, 19-Mersin, 20-Antalya, 21-Isparta, 22-Eskişehir, 23-Kırıkkale, 24-Niğde, 25- Konya, 26-Muğla, 27-İzmir, 28-Balıkesir, 29-Bursa, 30-Çanakkale, 31-Bilecik, 32-Kırklareli.

Morfometrik karakterler kullanılarak yapılan araştırmalarda, Türkiye’de Samsun’dan ülkenin kuzeydoğusuna kadar olan kesiminde *Apis mellifera caucasica*, güneyde Suriye sınırındaki küçük bir alanda *Apis mellifera syriaca*, Güneydoğu Anadolu’da *Apis mellifera meda* ve bunlar dışında kalan tüm bölgelerde ise *Apis mellifera anatoliaca* alttürlerinin yayılış gösterdiği bildirilmiştir (Ruttner, 1988). Ayrıca Trakya bölgesindeki bal arısı popülasyonlarının *Apis mellifera carnica* ırkı ile benzerlik gösterdiğini ifade eden literatür de mevcuttur (Kandemir ve ark., 2000; Kandemir ve ark., 2005; Turan, 2011; Çakmak ve ark., 2014).

Anadolu bal arısı biyoçeşitliliği ilk kez Marmara ve Ege Bölgesi’ni kapsayan küçük bir alanda çalışılmış ve 7 coğrafik zon tanımlanmıştır (Buttel-Reepen, 1906; Bodenheimer, 1941). Anadolu arısı (*Apis mellifera anatoliaca*) için ilk taksonomik sınıflandırma morfometrik verilere dayanılarak Maa tarafından yapılmıştır (Maa, 1953). Daha sonra Anadolu arısı ile ilgili çalışmalar Adam (1983) tarafından sürdürülmüştür. Adam (1983) Anadolu’da 4 alttür ve birçok ekotip olduğundan söz etmiştir. Özellikle Karadeniz ve Akdeniz Bölgelerinde tamamiyle birbirinden farklı ırklar bulunduğunu ve güneyde *Apis mellifera syriaca* olduğunu vurgulamıştır. Fakat Ruttner (1988) kuzeydoğuda *Apis mellifera caucasica*, güneyde *Apis mellifera meda* Anadolu’nun geri kalan kısımlarında ise *Apis mellifera anatoliaca* olduğunu bildirmiştir. Özbakır (2011) çalışmasında Hatay grubunun Suriye grupları arasında serpilme gösterdiğini dolayısıyla Hatay’da bulunan bal arısı popülasyonlarının *Apis mellifera syriaca* olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca Van ve Hakkâri gruplarının da *Apis mellifera meda* ile benzerlik gösterdiğini vurgulamıştır. Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçların yukarıdaki literatür bildirişleri ile karşılaştırılması için Türkiye’nin 7 farklı coğrafik bölgesini temsil eden illerden örnekleme yapılmıştır.

Bu çalışmada bireysel veriler esas alınarak yapılan diskriminant analiz sonuçlarına göre bireylerin kendi gruplarına doğru sınıflandırma oranı % 97.3’tür. Grup üyeliği % 100 olan iller Kastamonu, Sinop, Artvin, Ardahan, Gaziantep ve Hatay olarak belirlenmiştir. Kastamonu ve Sinop illeri için bu sonuç örnek temini sırasında arıcılara yöneltilen anket sorularından “Göçer arıcılık yapıyor musunuz?” sorusuna verdikleri “Hayır.” cevabını doğrular niteliktedir. Güler ve Toy (2008) Sinop ve çevresinde bulunan arı popülasyonlarının saf olmadığını bildirmişlerdir. Ancak bizim çalışmamızda iller bazında geometrik morfometri yöntemine göre yapılan CVT grubunda Sinop ilinden alınan örnekler % 100 kendi grubunda kalmıştır.

Uzunluk ve açı ölçümüne dayanan morfometrik yöntem kullanılarak Türkiye’deki bal arısı alttürlerini tanımlamaya yönelik çalışmalarda Türkiye’nin kuzeydoğusunda *Apis mellifera caucasica* olduğu bildirilmektedir (Ruttner, 1988; Kandemir ve ark., 2000; Güler ve Bek, 2002; Kandemir ve ark., 2005).

Türkiye’nin kuzey kıyısı boyunca yayılış gösteren bal arısı alttürlerinin *Apis mellifera anatoliaca* veya bu alttürün bir ekotipi olduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur (Kandemir ve ark., 2000; Kekeçoğlu, 2007; Kekeçoğlu ve Soysal, 2010b; Çakmak ve ark., 2014). Bu çalışmada yapılan kanonikal varyans analizinde Kastamonu, Sinop ve Artvin illerinin ayrı şekilde kümelenmeleri Türkiye’nin kuzey kıyısı boyunca *Apis mellifera caucasica* dışında da arı ırk veya varyeteleri olabileceğini işaret etmektedir. Aynı zamanda kanonikal varyans analizine göre çizilen iki boyutlu grafikte ve UPGMA dendogramında Artvin ve Ordu birlikte bir grup oluştururken Ardahan ve Trabzon birbirinden bağımsız ayrı gruplar oluşturmuştur. Bu sonuçlara göre Türkiye’nin kuzeydoğusundaki her ilde *Apis mellifera caucasica* bulunduğunu söylemek güçleşmektedir. Batı Karadeniz Bölgesi’ni temsil eden bu iller için Güler ve ark., (2013) tarafından yapılan bir çalışmada Batı Karadeniz bal arısı popülasyonlarının Anadolu arı biyoçeşitliliğinin bir parçası olması nedeniyle bu bölgede orijinal alttürlerin korunmaya alınması gerektiği vurgulanmıştır. Koca (2012), Hatay ve Hakkâri’den aldıkları örnekleri İran ve Kuzey Irak örnekleri ile karşılaştırdığında İran örneklerinin % 1.7’sinin Doğu ve Güneydoğu Anadolu’dan alınan örnekler ile çakıştığını ortaya koymuştur. Özbakır (2011) ise yaptığı çalışmada Suriye ve İran’dan aldığı örnekleri Hatay, Urfa, Mardin illerinden aldığı örnekler ile karşılaştırmış ve bu illerden alınan örneklerin Suriye’den alınan örneklerle örtüşüğünü bildirmiştir. Bu çalışma kapsamında Hatay ilinden alınan örneklerin morfometrik analiz sonuçları Özbakır (2011)’in çalışmasıyla birebir örtüşmüştür. Bu sonuçlar eski örneklere dayanarak Bodenheimer (1941) tarafından yapılan Türkiye’nin güneyinde *Apis mellifera syriaca* bulunduğunu ifade eden bildirişleri destekler niteliktedir. Kandemir ve arkadaşlarının COI ve CtyB genleri ile yaptığı moleküler çalışmada ise Türkiye’ nin güneyinden aldıkları örneklerin ise *Apis mellifera meda* olduğunu bildirmiştir (Kandemir ve ark., 2006a). Bu çalışmanın diskriminant fonksiyon analizinde iki boyutlu kümelenmeler dikkate alındığında sadece Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin diğer bölgelerden ayrılması Türkiye’nin güneydoğusunda kesinlikle farklı bir ırk olduğunu kanıtlamaktadır. Fakat morfometrik sonuçlar arasında söz konusu ırkın *Apis mellifera syriaca* ya da *Apis mellifera meda* olup olmadığı konusunda çelişkiler bulunmakla birlikte (Ruttner, 1988; Kandemir ve ark., 2000; Sıralı ve ark., 2003; Kekeçoğlu, 2007; Koca ve Kandemir, 2013) moleküler teknikler Türkiye’nin güneydoğusunda *Apis mellifera meda* ırkının varlığını güçlendirmektedir. Ancak sınırlar arası arıcıların geçişleri konusunda yasal bir uygulama olmaması bu çelişkinin nedenlerinden biri olabilir. Her ne kadar yazılı kayıtlar olmasa da arıcıların dışardan ana arı satın aldığı ya da ülkemize yakın sınırlar arasında geçişler olduğu bilinmektedir.

Popülasyonları temsil eden gruplara ilişkin bireysel veriler öncelikle ANOVA ile değerlendirilmiştir.



ANOVA sonuçlarına göre gruplar arası varyasyon değerlendirildiğinde geometrik morfometri yöntemiyle ölçülen koordinatların tamamının önem düzeyi  $P<0.05$  olarak belirlenmiştir. Popülasyonları temsil eden grupların bireysel verileri esas alınarak ölçülen 19 kartezyen koordinata göre MANOVA ile karşılaştırıldığında en az bir koordinat bakımından tüm illerin birbirinden farklılığı önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

2000 yılında yapılan Türkiye'nin 7 coğrafik bölgesini kapsayan çalışmada Türkiye'de beş farklı ırk olduğu bildirilmiştir. Trakya'da *Apis mellifera carnica*; Güneydoğu Anadolu'da *Apis mellifera meda*; Suriye sınırındaki küçük bir bölge (Hatay-Antakya)'de *Apis mellifera syriaca*; Kuzeydoğu Anadolu'da *Apis mellifera caucasica*; Ege, Akdeniz, İç Anadolu Bölgeleri ile Karadeniz'in orta ve batı kısımlarında *Apis mellifera anatoliaca* olduğu bildirilmiştir (Kandemir ve ark., 2000). Koca (2012), Orta Doğu'da yayılış gösteren bal arısı alt türlerini geometrik morfometrik yöntemler ile analiz ederek değerlendirdiği bir çalışmada, Türkiye'den alınan örneklerde *Apis mellifera carnica* (Trakya) ve *Apis mellifera caucasica* (Doğu Karadeniz) popülasyonlarının ayrı bir grup oluşturduğunu, *Apis mellifera anatoliaca* (Marmara, Ege, Batı Karadeniz, İç Anadolu) ve *Apis mellifera meda* (Hatay, Hakkâri, Urfa) örneklerinin birbirine yakın gruplar oluşturduğunu belirtmiştir.

Morfometrik ölçüm yöntemlerine dayanan önceki araştırma sonuçları bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırıldığında Türkiye'nin güneyinde *Apis mellifera syriaca* bulunduğu söylenebilir. Moleküler tekniklere dayanarak yapılan araştırma sonuçları da başta *Apis mellifera meda* olmak üzere Türkiye'nin güneydoğusunda hem *Apis mellifera syriaca* hem de *Apis mellifera meda* alt türlerinin bulunduğunu göstermektedir (Palmer ve ark., 2000; Kandemir ve ark., 2000; Kandemir ve ark., 2006a; Kandemir ve ark., 2006b; Adl ve ark., 2007). Bu çalışmada da Akdeniz Bölgesi'nin doğusundan (Kahramanmaraş) alınan örnekler Akdeniz'in geri kalan kesimlerinden ayrı bir grup oluşturmuştur. Bunun yanı sıra Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden (Gaziantep) alınan örnekler de ayrı bir grup oluşturmuştur. Dolayısıyla güneyde iki farklı alt tür bulunduğunu bu çalışma sonuçları da destekler niteliktedir.

## 5. Sonuç

Önceki çalışmalarda Anadolu'da 4 alttür ve birçok ekotip olduğu bildirilmiştir (Ruttner; 1988; Smith ve ark., 1997; Palmer ve ark., 2000; Kandemir ve ark., 2006a). Kuzeydoğu Anadolu'da *Apis mellifera ucasica*, güneyde *Apis mellifera meda* Anadolu'nun geri kalan kısımlarında ise baskın olarak *Apis mellifera anatoliaca* olduğu bildirilmiştir (Adam, 1983; Ruttner, 1988; Kandemir ve ark., 2000; Kekeçoğlu, 2007). Settar (1983) yalnızca Ege Bölgesi'nden aldığı örnekler ile yapmış olduğu araştırmalar sonunda Ege Bölgesi'nde

bulunan bal arısı ırkının *Apis mellifera caucasica* ve *Apis mellifera ligustica* arasında bir geçiş popülasyonu olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada Akdeniz'i temsil eden illerin doğu kısmının (Kahramanmaraş) batısından (Hatay, Mersin, Antalya, Isparta) ayrı bir küme oluşturduğu belirlenmiştir. Ege ile Marmara'yı temsil eden illerin grup merkezleri çakışmıştır. Karadeniz (Sakarya, Düzce, Zonguldak, Kastamonu, Sinop, Amasya, Ordu, Trabzon, Artvin) ve Doğu Anadolu Bölgesi (Ardahan, Kars, Iğdır, Van, Hakkâri, Bingöl)'ni temsil eden iller ile Ege ve Marmara'yı temsil eden iller birbirleriyle içe geçmiştir. İç Anadolu örnekleri (Eskişehir, Niğde, Konya, Kırıkkale) bu bölgelere sınırı olan ayrı bir grup oluşturmuştur. Sonuç olarak bu çalışmanın sonuçları önceki araştırma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında Türkiye'nin mevcut biyoçeşitliliğinin kimi lokasyonlar için önceki araştırma sonuçlarıyla çeliştiği yer yer bozulmalar meydana geldiği göze çarpmaktadır. DFA'ne göre çizilen serpilme diyagramında ve UPGMA fenogramındaki gruplanmaların literatür bildirişleri ile çelişmesine karşılık çapraz doğrulama testinde her bir popülasyona ilişkin örneklerin kendi gruplarına doğru sınıflandırılma oranının % 97.3 oranında yüksek çıkması Türkiye arı biyoçeşitliliğindeki bozulmanın göçer aracılıktan öte ticari ana arı satışından kaynaklandığını düşündürmektedir. Biyoçeşitlilik ülkelerin milli serveti ve geleceğin güvencesidir. Bu nedenle ülkemizde bulunan farklı ırk ve ekotiplerin tanımlanması ve bunların korunması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Türkiye bal arısı ırklarının gen kaynağı olarak korunmasında en önemli aşama popülasyonların genetik yapılarının belirlenmesi ve farklı genetik kompozisyona sahip ırk ya da ekotiplerin davranış çalışmalarının yapılması daha sonra da çeşitli karakterler bakımından her bölgeye uyumlu ırk ve varyetelerin izole edilmiş lokal bölgelerdeki işletmelerde saf olarak yetiştirilmesi olacaktır.

## Teşekkür

Bu çalışma Düzce Üniversitesi BAP-2015.05.01.318 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir. Makale birinci yazara ait yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## Kaynaklar

- Adam, B., 1983. In Search of Best Strains of Honeybees, Second edition, UK: Northern Bee Books.
- Adams, D.C., Rohlf, F.J., Slice, D.E., 2004. Geometric morphometrics: Ten years of progress following the 'revolution'. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 71(1): 5-16.
- Adams, D.C., Rohlf, F.J., Slice, D.E., 2013. A field comes of age: geometric morphometrics in the 21st century. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy; Virtual Morphology and Evolutionary*

- Morphometrics in the new millenium, 24(1):7-14.
- Adl, M.B.F., Gencer, H.V., Fıratlı, Ç., Bahreini, R., 2007. Morphometric characterization of Iranian (*Apis mellifera meda*), Central Anatolian (*Apis mellifera anatoliaca*) and Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) honey bee population. Journal of Apicultural Research and Bee World, 46(4): 225-231.
- Anonymous, SPSS for Windows, release15.0 standard version. SPSS Inc., 1989-2004.
- Bodenheimer, F.S., 1941. Studies on the honeybee and beekeeping in Turkey. Merkez Ziraat Mücadela Enstitüsü, Birinci baskı, 59s Ankara.
- Buttel-Reepen, H., 1906. Beitrage zur Systematic, Biologie, sowie zurgeschichtlichen und Geographischen Verbreitung der Honigbiene (*Apis mellifera* L), ihrer Varietaten und der übrigen Apis-Arten. Apistica, 1(1): 118-120.
- Çakmak, İ., Fuchs, S., Çakmak, S.S., Koca, A.Ö., Nentchev, P., Kandemir, İ., 2014. Morphometric analysis of honeybees ditributed in northern Turkey along the black sea coast. Uludağ Arıcılık Dergisi, 14(2): 59-68.
- Güler, A., Bek, Y., 2002. Forewing angles of honey bee (*Apis mellifera*) samples from different regions of Turkey. Journal Of Apicultural Research, 41(2): 43-49.
- Güler, A., Toy, H., 2008. Sinop ili Türkeli yöresi balarıları (*Apis mellifera* L.)'nin morfolojik özellikleri. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(3): 190-197.
- Güler, A., Bıyık, S., Güler, M., 2013. Batı Karadeniz Bölgesi balarılarının (*Apis mellifera* L.) morfolojik karakterizasyonu. Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 28(1): 39-46.
- Kambur, M., 2017. Türkiye bal arısı (*Apis mellifera* L.) biyoçeşitliliğinin geometrik morfometrik yöntemler ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 108s, Düzce.
- Kandemir, İ., Kence, A., 1995. Allozym variability in a central Anatolian honeybee (*Apis mellifera* L.) population. Apidologie, 26(1): 503-510.
- Kandemir, İ., Kence, M., Kence, A., 2000. Genetic and morphometric variation in honeybee (*Apis mellifera*) population of Turkey. Apidologie, 31(1): 343-356.
- Kandemir, İ., Kence, M., Kence, A., 2005. Morphometric and electrophoretic variation in different honeybees (*Apis mellifera*) population. Turkish Journal of Veterinary Animal Science, 29(1): 885-890.
- Kandemir, İ., Kence, M., Sheppard, W.S., Kence, A., 2006a. Mitochondrial DNA variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) populations from Turkey. Journal of Apicultural Research and Bee World, 45(1): 33-38.
- Kandemir, İ., Pinto, M.A., Maixner, M., Sheppard, W.S., 2006b. *Hinf-I* digestion of *cytochrome oxidase I* region is not a dignostic test for *A.m. lamarckii*. Genetic and Molecular Biology, 29(4): 747-749.
- Kekeçoğlu, M., 2007. Türkiye Balarılarının mtDNA ve Bazı Morfolojik Özellikleri Bakımından Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Araştırma. Doktora tezi, Namık Kemal Üniversitesi Zootekni Bölümü, 148s, Tekirdağ.
- Kekecoglu, M., Bouga, M., Soysal, M.İ., Harizanis, P., 2009. Genetic divergence and phylogenetic relationships of honey bee populations from Turkey using PCR-RFLP's analysis of two mtDNA segments. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 15(6): 589-597.
- Kekeçoğlu M., Soysal M.İ., 2010a. Arı Irk ve Ekotiplerinde Biyoçeşitlilik ve Koruma. Ballı Yazılar, Metro Kültür dizisi yayınları-4, ss. 128-136.
- Kekeçoğlu, M., Soysal, M.İ., 2010b. Genetic Diversity Of Bee Ecotypes in Turkey and evidence for geographical differences. Romanian Biotechnological Letters, 15(5): 5646-5653.
- Kence, A., 2006. Türkiye balarılarında genetik çeşitlilik ve korunmasının önemi. Uludağ Arıcılık Dergisi, 1(1): 25-32.
- Koca, A.Ö., 2012. Ortadoğu'da Yayılış Gösteren *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) Alttürlerinin Geometrik Morfometri Yöntemleriyle Analizi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Biyoloji Bölümü, 167s, Ankara.
- Koca, A.Ö., Kandemir, İ., 2013. Comparison of two morphometric methods for discriminating honey bee (*Apis mellifera* L.) populations in Turkey. Turkish Journal of Zoology, 37(2): 205-210.
- Maa, T.C., 1953. An inquiry into the systematics of the Tribus Apidini or honeybees (Hymenoptera). Treubia, 21 (1), 525-640.
- Özbakır, G.Ö., 2011. Türkiye'nin Güneydoğu Sınırboyu Bal Arısı Populasyonlarının (*Apis mellifera* L.) Morfolojik Özellikleri. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Zootekni Bölümü, 125s, Ankara.
- Özdil, F., Yıldız, M.Y., Hall, H.G., 2009. Molecular characterization of Turkish honey bee populations (*Apis mellifera*) inferred from mitochondrial DNA RFLP and sequence results. Apidologie. 40(1): 570-576.
- Palmer, M.N., Smith, D.R., Kaftanoglu, O., 2000. Turkish honeybees: Genetic variation and evidence for a fourth lineage of *Apis mellifera* mtDNA. The Journal of Heredity, 91(1): 42-66.
- Ruttner, F., 1988. Biogeography and Taxonomy of Honeybees, 1th ed., 284p, Berlin.
- Ruttner, F., 1992. Naturgeschichte der honigbienen. Ehrenwirth Verlag, München, Germany.
- Settar, A., 1983. Ege Bölgesi Arı Tipleri Ve Gezgin Arıcılık Üzerine Arastirmalar. Doktora tezi. Ege Ziraai Arasturma Enstitüsü, 129s, İzmir.
- Sıralı, R., Şengül, T., Yıldız, İ., 2003. Investigations on some morphological characteristics of the honey bees (*Apis mellifera* L.) of the Harran plain Turkey. Uludağ Arıcılık Dergisi, 11,(4): 30-36.
- Smith, D.R., Slaymaker, A., Palmer M., Kaftanoglu, O., 1997. Turkish honeybees belong to the east

- Mediterranean mitochondrial lineage. *Apidologie*, 28 (1): 269-274.
- Tofilski, A., 2008. Using geometric morphometrics and standard morphometry to discriminate three honeybee subspecies. *Apidologie*, 39(5). 558-563.
- Turan, H., 2011. Trakya Bölgesi Balırsında (*Apis mellifera* L.) Geometrik Morfometrik Çalışmalar. Yüksek lisans tezi. Namık Kemal Üniversitesi Zootekni Bölümü, 67s, Tekirdağ.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.395367



## Şeftalilerde merkezi lider terbiye sisteminin büyüme, verim ve kalite üzerine etkileri

Seyit Seçmen<sup>a</sup>, Erol Aydın<sup>b</sup>, İdris Macit<sup>b</sup>, Dilek Soysal<sup>a\*</sup>, Hüsnu Demirsoy<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

<sup>b</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

\*Sorumlu yazar/corresponding author: dilek.kose@omu.edu.tr

Geliş/Received 30/03/2017

Kabul/Accepted 25/10/2017

### ÖZET

Bu çalışma şeftalilerde merkezi lider terbiye sisteminin büyüme, verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek için 2011-2015 yıllarında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yürütülmüştür. Denemede çöğür anacına aşılı Redhaven ve Elegant Lady şeftali çeşitleri kullanılmış ve fidanlar 2011 yılı Şubat ayında dikilmiştir. Araştırmada merkezi lider terbiye sistemi ile Goble terbiye sistemi karşılaştırılmıştır. Denemeye alınan ağaçlarda; ağaç çapı (mm), ağaç boyu (m), taç boyu (m) ve taç hacmi (m<sup>3</sup>) belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada ağaç başına verim, meyve ağırlığı (g) ve suda çözünbilir kuru madde (SÇKM) içeriği de saptanmıştır. Denemede Elegant Lady çeşidi merkezi lider terbiye sistemindeki ağaçların meyve ağırlığı, verim ve SÇKM değerleri bakımından Goble sistemindekinden daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Şeftali  
Terbiye sistemleri  
Ağaç gelişimi  
Verim  
Meyve kalitesi

### The effect of central leader training system on growth, yield and quality in peaches

#### ABSTRACT

The study was carried out to determine the effect of central leader training system on growth, yield and quality in peaches at Black Sea Agricultural Research Institute in 2011-2015. In the experiment Redhaven / peach seedling and Elegant Lady / seedling combinations were used as materials. The nursery trees were planted in February 2011. In the trial, central leader system was compared with goblet in peaches. Some tree growth traits of examined combinations such as tree diameter, tree length, crown of length and tree volume were determined. Some fruit properties of them such as fruit weight and total soluble solid were also determined. The results have been observed to be better than Goble system.

Keywords:  
Peach  
Training system  
Tree growth  
Yield  
Fruit quality

© OMU ANAJAS 2018

### 1. Giriş

Anavatanı Çin olan şeftali (*Prunus persica* L.) Rosales takımının Rosaceae familyasının, Prunoidea alt familyasına bağlı olan *Prunus* cinsine girer. Dünyada şeftali yetiştiriciliği yaygın olarak Ekvatorun Güney ve Kuzeyinde 25–45 enlemleri arasında yapılmaktadır (Westwood, 1993; Rieger, 2007). Türkiye iklim ve toprak özellikleri nedeniyle şeftali yetiştiriciliği için uygun bir ülkedir. Türkiye'nin 2016 yılı şeftali üretimi 585 210 tondur (TÜİK, 2017). Ülkemiz 2014 yılı itibarıyla dünya şeftali üretiminde Çin, İspanya, İtalya, Yunanistan ve ABD'nin ardından 5. sırada yer almaktadır (FAO, 2017). Ayrıca üretim miktarımız son yıllarda hep artma eğiliminde olmuştur. Artan üretim, kalite, verimlilik ve işçilik açısından üreticileri girdileri

azaltma ve verimliliği artırma arayışına yönelmektedir. Bu nedenle Türkiye'de son yıllarda daha bodur anaçlar ve uygun terbiye sistemleri ile sık dikim meyvecilik ön plana çıkmıştır. Bu gelişme daha çok elma, armut, kiraz bahçelerinde gözlenirse de, özellikle şeftali bahçelerinde goble dışında yetiştiricilik yapılmamaktadır. Oysa başta İtalya, İspanya gibi ülkeler olmak üzere dünyanın birçok yerinde merkezi lider sistemde de şeftali yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır (Werth, 1981; Barrit, 1992; 1998; Perry ve ark., 1995; Robinson ve ark., 2006; Bayazıt ve ark., 2012; Stassen, 2014).

Terbiye sistemleri ağaçların güneşten en iyi şekilde faydalanması, bunun sonucunda da maksimum fotosentez yapılması ve yüksek kalitede meyve ve yüksek miktarda verim elde edilmesi için çok önemlidir. Ayrıca dünya genelinde yapılan birçok çalışma,

meyvecilikte işçilik masraflarının yükseldiğini ve işçi bulma problemlerinin arttığını göstermektedir. Bu nedenle işçiliği azaltan, mekanizasyonu artıran, başta hasat olmak üzere tüm kültürel işlemleri kolaylaştıran yeni terbiye sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması son derece önemlidir. Aksi takdirde ülkemizde de küçülen meyve bahçeleri, azalan nitelikli tarım işçisi miktarı ve yükselen işçilik maliyeti dikkate alındığında meyvecilik sürdürülebilir olmaktan çıkabilir. Bu nedenle ülkemiz ekolojisine uygun terbiye sistemleri geliştirilmeli ya da dünyada daha önce geliştirilmiş uygun terbiye sistemleri ülkemiz şartlarında uygulanmaya başlanmalıdır.

Bu çalışma yukarıda anlatılanlar ışığında ülkemizde kullanılan goble terbiye sistemi ile dünyada değişik yerlerde uygulanan Merkezi lider terbiye sistemini karşılaştırmayı amaçlamıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışma 2011-2015 yılları arasında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünün deneme parselinde yürütülmüştür. Deneme alanı deniz seviyesinden 4 m yüksekte olup, 36° 17' doğu, 41° 17' kuzey koordinatlarında yer almaktadır. Bu alanın toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Deneme alanına ait toprak yapısının killi, tınlı bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Denemede çöğür anaç üzerine aşılı Redhaven ve Elegant Lady şeftali çeşitleri kullanılmıştır. Redhaven çeşidi ABD'nde Michigan'da elde edilmiştir. Ağacı kuvvetli, kendine verimli; meyveleri yuvarlak, iri, sarı zemin üzerine akıtmalı koyu kırmızı renkte, meyve eti sarı ince dokulu, tatlı, aromalı, çekirdek etten ayrı ve oldukça dayanıklı orta mevsim bir çeşittir. Elegant Lady ise Redhaven'dan yaklaşık 15 gün sonra olgunlaşan daha geçici bir çeşit olup, kuvvetli gelişen verimli ağaçlar yapar. Meyveleri oldukça kırmızı, yuvarlak, iri, meyve eti sarı, sulu ve dayanıklıdır. Bu çeşidin meyvelerinde de çekirdek etten ayrılır.

### 2.2. Metot

Deneme bahçesi 2011 Şubat ayında kurulmuştur. Denemede ağaçlara merkezi lider ağaç şekli verilmiştir. Bu sistemdeki ağaçlar dünyada ve ülkemizde şeftaliler için çok yaygın olan goble sistemi ile karşılaştırılmıştır. Merkezi lider terbiye sisteminde ağaçlarda bir lider üzerinde yan dallar oluşturulmuş, bu dallardan meyve

alınmıştır. Bu sistemde fidanlar 4×2 m mesafe ile dikilmiş, ağaçların 4-6 m kadar yükselmesine imkân verilmiştir. Ayrıca merkezi lider terbiye şekli uygulanırken daha etkin bir yan dallanma için göz yönetimi tekniği kullanılmıştır (Lang ve ark., 2007a; Lang ve ark., 2007b). Denemede merkezi lider sisteminin etkinliğini belirlemek için yukarıda da belirtildiği gibi kontrol olarak goble sistemi kullanılmıştır. Bu sistemde fidanlar 4×4 m mesafe ile dikilmiştir. Özellikle gelişme karakterinin uygun olması sebebiyle şeftalide rahatlıkla uygulanabilmektedir. Goble sistemi bol yağış alan nemli bölgeler için önerilmektedir. Goble şeklinde bir lider dal olmayıp, 3 ile 5 arasında yan dal vardır. Bu dalların gövde üzerinde yaklaşık 45° açı ile ve her yönde düzgün dağılımları önemlidir. Denemede sulama damla sulama sistemi ile yabancı ot mücadelesi ise ara işleme ve yabancı ot ilacı ile yapılmıştır. Azot (N) uygulaması 2 farklı dönemde yapılmış, fosfor ve potasyumun toprakta yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır.

Deneme ağaçları ve meyvelerinde aşağıda belirtilen ölçüm ve analizler yapılmıştır.

**Gövde Çapı (mm):** Ağaçların gövde çapı, her yıl dinlenme döneminde aşı yerinin 10 cm yukarısından 0.01 mm duyarlı digital kumpas ile ölçülmüştür.

**Ağaç Boyu (m):** Ağaç boyu, her yıl dinlenme döneminde budama yapılmadan önce yerden en tepe noktaya kadar olan mesafe ölçülerek belirlenmiştir (Macit ve ark., 2017).

**Taç Uzunluğu (m):** Taç uzunluğu, alt kısımdaki ilk ana dal ile ağacın tepe noktası arasındaki mesafe olarak belirlenmiştir (Özkan ve ark. 2009).

**Taç Hacmi (m<sup>3</sup>):** Taç hacmi hesaplanırken ağaç tacının yarıçapı (r) ve ağaç tacının uzunluğu (h) belirlenmiş ve 'Taç hacmi = $\pi.r^2.h/3$ ' formülü ile hesaplanmıştır (Wocior, 2008).

**Meyve ağırlığı (g):** Her ağaçtan alınan 30 adet meyvenin 0.01 g hassaslıktaki terazide tartılması ile hesaplanmıştır.

**Ağaç başına verim (kg/ağaç):** Her bir ağaçtan elde edilen tüm ürünün tartılması ile ağaç başına verim elde edilmiştir.

**Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) (%):** Meyvelerden elde edilen ve filtre kâğıdından süzülen meyve sularından alınan örneklerin SÇKM içerikleri el refraktometresi ile 3 tekerrürlü olarak belirlenmiştir.

Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 5 tekerrürlü ve her tekerrürde 6 ağaç olacak şekilde kurulmuş, uygulamalar ANNOVA istatistik paket programı kullanılarak t testi ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. Deneme yeri toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

İşba (%)	Total Tuz (%)	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg da <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg da <sup>-1</sup> )	Organik Madde
57	0.11	6.86	0.68	13	47	2.07
Killi Tınlı	Tuzsuz	Nötr	Az Kireçli	Çok Yüksek	Fazla	Orta

### 3. Bulgular ve Tartışma

2011 yılında dikilen ağaçlarda veriler 2014-2015 yıllarında alınmış, merkezi lider terbiye sisteminin ağaçların vejetatif gelişim düzeylerine, verim ve meyve özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi 2014 yılında ağaç çapı

Çizelge 2. Kombinasyonlara ait ağaç ve taç ölçüm değerleri

Kombinasyonlar	Ağaç Çapı (mm)		Ağaç Boyu (m)		Taç Boyu (m)		Taç Hacmi (m <sup>3</sup> )	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Redhaven/Merkezi lider	58.49	65.28	2.76	2.84	2.27	2.38	5.46	5.50
Redhaven/Goble	65.37	72.60	2.43	2.52	1.87	2.04	5.15	5.20
	ÖD	*	ÖD	**	ÖD	**	ÖD	**
Elegant Lady/Merkezi lider	49.44	52.61	2.40	2.51	1.85	1.98	2.55	2.59
Elegant Lady/Goble	47.23	54.26	1.95	2.16	1.46	1.62	1.93	1.97
	ÖD	ÖD	**	*	**	**	ÖD	**

Ö.D: Önemli Değil;\*: 0.05 düzeyinde önemli;\*\*: 0.01 düzeyinde önemli

Ağaç boyu açısından 2014’te Redhaven’da uygulanan terbiye sistemleri arasında farklılık bulunmazken, Elagant Lady çeşidinde merkezi liderdeki değer (2.40 m) daha yüksek olmuş ve bu değer istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 2015 yılında ise ağaç boyları her iki çeşitte de merkezi lider terbiye sisteminde istatistiksel olarak daha yüksek olmuştur (Çizelge 2). Taç boyu bakımından 2014’te Redhaven’da terbiye sistemleri arasında önemli bir farklılık bulunmamış, Elagant Lady’de ise merkezi liderde taç boyu (1.85 m) istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. 2015 yılında da taç boyu değerleri her iki çeşitte de merkezi lider terbiye sisteminde istatistiksel olarak daha yüksek olmuştur (Çizelge 2). Ayrıca denemede merkezi lider ve goble sistemindeki ağaçların genel görünümü Şekil 1 ve 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Merkezi lider ağaçların görünümü



Şekil 2. Goble ağaçların görünümü

Taç hacmi açısından ise 2014 yılında her iki çeşitte de uygulanan terbiye sistemleri arasında istatistiki bir farklılık görülmezken, 2015 yılında merkezi lider terbiye sistemindeki değerler (Redhaven’da 5.50 m<sup>3</sup>, Elagant Lady’de 2.59 m<sup>3</sup>) daha yüksek olmuş ve bu değerler istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Marini ve ark (1995) ABD Virjinya’da yaptıkları bir çalışmada ağaç hacmini goble sisteminde merkezi lider sistemindeki ağaçlardan daha fazla bulmuştur. Bu durum muhtemelen çeşit farklılığından ve başlangıçta yapılan tepe kesimi yüksekliğinden kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 3’te merkezi lider terbiye sisteminin incelenen çeşitlerde bazı meyve özellikleri üzerine etkisi verilmiştir. 2014 yılında meyve ağırlığı ve verim bakımından her iki çeşitte de uygulanan terbiye

sistemleri arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık görülmemiştir. 2015 yılında meyve ağırlığı ve verim Elegant Lady çeşidinde merkezi lider terbiye sisteminde (meyve ağırlığı 138.67 g; verim 1.94 kg ağaç<sup>-1</sup>) istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur.

İki yıllık veriler incelendiğinde suda çözünebilir kuru madde açısından her iki çeşitte de terbiye sistemleri arasında istatistiki bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 3).

ABD’de yapılan bir çalışmada ağaç başına verim, merkezi lider sisteminde daha az bulunmasına rağmen

birim alana düşen verim daha yüksek olmuştur (Marini ve ark., 1995). Söz konusu araştırmacıların sonuçları bizim sonuçlarımız ile kısmen çelişse de birim alan dikkate alındığında benzerlik göstermektedir. Ayrıca Marini ve ark (1995) diğer birçok çalışmada merkezi lider ağaçların daha verimli olduklarını bildirmişlerdir. Yine Japonya’da Shimamura ve ark. (1987) yaptıkları bir çalışmada merkezi liderin şeftaliler için uygun bir terbiye sistemi olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Kombinasyonlara ait meyve ağırlığı, SÇKM ve verim değerleri

Kombinasyonlar	Meyve Ağırlığı (g)		SÇKM (%)		Verim (kg ağaç <sup>-1</sup> )	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Redhaven/Merkezi lider	192.98	203.31	11.45	10.43	1.65	4.21
Redhaven/Goble	201.57	221.07	12.01	10.83	1.39	4.66
	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
Elegant Lady/Merkezi lider	131.78	138.67	12.67	12.13	1.09	1.94
Elegant Lady/Goble	121.95	114.93	12.06	11.93	1.04	1.47
	ÖD	**	ÖD	ÖD	ÖD	*

Ö.D: Önemli Değil, \*: 0.05 düzeyinde önemli, \*\*: 0.01 düzeyinde önemli

#### 4. Sonuç

Ülkemiz birçok meyve türünde olduğu gibi dünya şeftali üretiminde de önemli bir konumdadır. Dünyada meyvecilikte yetiştirme sistemleri üzerine yoğun çalışmalar yapılmakta, bu çalışmalar sonucunda yeni sistemler geliştirilmektedir. Geliştirilen bu sistemler ağaçların erken meyveye yatması, verim etkinliğinin artırılması ve işçiliğin azaltılması gibi birçok önemli avantaj sağlamaktadır. Ülkemizin dünya meyve yetiştiriciliğindeki yerini daha ileriye götürebilmesi için terbiye sistemleri ve bahçe yönetimi ile ilgili çalışmalara önem verilmelidir.

Yeni çeşitlerin ve bodur anaçların devreye girmesiyle meyve yetiştiriciliğine ilginin giderek arttığı Türkiye’de modern meyveciliğin gereği olan terbiye sistemlerinin seçim ve uygulanması üreticiler açısından büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle meyve araştırmalarında son yıllarda anaç, çeşit ve dikim sıklığı konularını da içeren terbiye sistemleri ile ilgili yapılan çalışmalar ön plana çıkarılmalıdır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ülkemizde şeftali yetiştiriciliğinde merkezi lider terbiye sisteminin kullanılabileceği ve konu ile ilgili daha çok çalışılması gerektiği ortaya konulmuştur.

#### Teşekkür

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi BAP birimi tarafından (PYO.ZRT.1904.15.003) desteklenmiştir. Ondokuz Mayıs Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Barritt, B.H., 1992. Intensive Orchard Management. Good Fruit Grower, Yakima, Washington. ISBN 0-9630659-1-2.
- Barritt, B.H., 1998. Orchard management systems for Fuji apples. Compact-Fruit-Tree, 31(1):10-12.
- Bayazit, S., İmraç, B., Küden, A., 2012. Erken şeftali ve nektarin çeşitlerinde uç alma uygulamalarının verim ve meyve kalitesine etkisi, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17 (1): 23-30.
- FAO, 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations Production Statistics, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Lang, G., Shane, B., Rothwell, N., Nugent, J., 2007a. Think to think about when training and pruning sweet cherries on gisala rootstocks, Michigan State University Grower Brochure.
- Lang, G., Demirsoy, H., Demirsoy, L., 2007b. Bodur kirazlarda göz yönetimi, Hasat Dergisi, 22(263): 56-9.
- Macit, İ., Lang, GA, Demirsoy, H., 2017. Bud management affects fruit wood, growth, and precocity of cherry Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 41(1): 42-49.
- Marini, R., Sowers, D.S., Marini, M.C., 1995. Tree form and heading height at planting affect peach tree yield and crop value. Hortscience, 30(6): 1196-1201.
- Özkan, Y., Küçükler, E., Özdil, S., Engin, K., Mehter, B., Alpaslan, B., 2009. Super Spindle sistemli M 27 üzerine aşılı Amasya Misketi, Topaz ve Cooper 42 çeşidinde ağaç ve meyve Özellikleri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2(2): 145-151.
- Perry, R., Swiston, S., Shewallier, P., 1995. Performance and labor requirements orchard systems in the Michigan NC-140 trial. Compact Fruit-Tree 28: s12-14.
- Rieger, M., 2007. Peach. <http://www.uga.edu/fruit/peach.html>

- Robinson, T.L., Andersen, R.L., Hoying, S.A., 2006. Performance of six high-density peach training systems in the Northeastern United States. *Acta Hort.*, 713: 311-320.
- Shimamura, K., Miyoshi, M., Hirakawa T., Okamoto, G., 1987. Growth and fruit production of peach trees trained to a central leader system. *Japan. Soc. Hort. Sci.* 55(4): 422-428.
- Stassen, P., 2014. Higher density peach orchards according to the central leader concept. *Tegnologie (April)*, 48-50.
- TÜİK, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr).
- Werth, K., 1981. Development and current achievements of high density plantings in Italy, Switzerland, Austria and Yugoslavia. *Acta Horticulturae*, 114: 295-299.
- Westwood, M. N., 1993. *Temperate-Zone Pomology*. W.H. Freeman and Company. San Francisco, USA, s. 428.
- Wociór, S., 2008. The effect of rootstock on the growth and yielding of cultivar 'Kordia' sweet cherry trees. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 7(1): 21-26.





Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.300755



Batı Karadeniz Bölgesindeki entomopatojen nematodların  
(Steinernematidae ve Heterorhabditidae) tür çeşitliliği ve dağılımı

Barış Gülcü

Düzce Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü  
Sorumlu yazar/corresponding author: barisgulcu@duzce.edu.tr

Geliş/Received 27.03.2017 Kabul/Accepted 19.01.2018

ÖZET

2013-2015 yılları arasında yürütülen arazi çalışmaları ile Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarından entomopatojen nematodların Batı Karadeniz Bölgesinin Düzce, Bolu, Karabük ve Zonguldak illerindeki tür çeşitliliği ve dağılımı araştırılmıştır. Alınan 183 toprak örneğinin % 6'nda entomopatojen nematod izolatına rastlanmıştır. Bu izolatların altı tanesinin moleküler analizler sonucunda, Steinernema carpocapsae, S. feltiae, S. weiseri, türlerine ait olduğu tespit edilmiştir. Moleküler olarak tanımlanamayan diğer izolatların morfolojik gözlemlere göre üç tanesinin Steinernema, ikisinin ise Heterorhabditis izolatı olduğu görülmüştür. Nematod bulunan toprak örneklerinin tınlı, killi-tınlı ve kumlu-tınlı yapıda olduğu, toprak pH'sının 4.68 ile 7.41 arasında değiştiği görülmüştür. Steinernema türlerinin hepsi fındık, ceviz, kavak, mısır, domates, fasulye bulunan tarım alanlarından, Heterorhabditler ise orman zemininden izole edilmiştir. Çalışmada yalnızca Düzce ve Bolu illerinden entomopatojen nematod elde edilebilmiştir. Şimdiye kadar İç Anadolu ve Ege bölgelerinden bulunmuş olan S. weiseri'ye ilk defa Karadeniz bölgesinde de rastlanmıştır.

Anahtar Sözcükler:  
Böcek patojeni  
Nematod  
Biyolojik mücadele

Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in the Western Black Sea Region of Turkey

ABSTRACT

Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes in the families Steinernematidae and Heterorhabditidae were investigated throughout the surveys conducted in Düzce, Bolu, Karabuk and Zonguldak provinces in the Western Black Sea Region of Turkey between 2013 and 2015. Of the 183 soil samples collected, 6 % were positive for entomopathogenic nematodes. According to molecular analyses of the six isolates, the species were identified as Steinernema carpocapsae, S. feltiae, S. weiseri. The rest of the isolates which could not be identified with molecular identification methods were characterized as morphologically, and three of them were classified as belonging to Steinernema while two classified as Heterorhabditis. The soils of positive sites were classified as loam, sandy-loam and clay-loam, and their pH ranged from 4.68 to 7.41. The Steinernematids were isolated from agricultural fields including hazelnut, walnut, poplar, corn, tomato, bean, and Heterorhabdits were from forest. Entomopathogenic nematodes were obtained only from Duzce and Bolu provinces. S.weiseri, which has previously been determined only in the Aegean and Central Anatolian regions, was isolated for the first time in the Black Sea Region.

Keywords:  
Insect pathogen  
Nematode  
Biological control

© OMU ANAJAS 2018

1. Giriş

Entomopatojen nematodlar toprakta yaşayan zorunlu böcek patojeni canlılardır. Laboratuvar koşullarında çok geniş bir böcek grubunu enfekte edebilen bu organizmalar, doğada yalnızca toprakta bulunan böcek gruplarını ve yalnızca birkaç omurgasız canlıyı enfekte edebilmektedirler. Günümüzde Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyaları içerisinde

sınıflandırılmaktadırlar (Kaya ve Gaugler, 1993; Adams ve ark., 2006). Ticari bir ürün haline getirilebilen entomopatojen nematodlar biyolojik mücadele ajanı olarak turuncu bahçeleri, çilek, yaban mersini tarlaları, mantar yetiştirme alanları ve çim sahalardaki hedef tarım zararlılarına karşı başarılı bir şekilde kullanılmaktadırlar (Grewal ve ark., 2005; Campos-Herrera, 2015).

Bu nematodlardan Steinernematidae familyası

içerisindeki türler *Xenorhabdus* spp. Thomas and Poinar, Heterorhabditidae familyasındaki türler ise *Photorhabdus* spp. Boemare bakterileri ile mutualistik ilişkilidir (Boemare ve Akhursts, 2006). Tüm entomopatojen nematod/bakteri birlikteliği benzer bir hayat döngüsüne sahiptir. Nematodların beslenmeyen ve dış ortamda hayatta kalabilen tek evre üçüncü juvenil veya diğer bir adıyla infektif juvenil (IJ) evredir. *Steinernema* cinsine ait IJ'ler mutualistik bakterilerini özofagus'un arka tarafında bulunan bir kese içerisinde taşıırken, *Heterorhabditis* cinsine ait olanlarda bakteriler bağırsak içerisinde dağılmış olarak bulunur. Ancak bağırsağın ilk 1/3'lük kısmında daha yoğunlurlar (Hazir ve ark., 2003a). Kendilerine uygun bir konukçu buldukları zaman böceğin doğal açıklıklarını (ağız, anüs, spirakıl vb.) kullanarak böcek hemosölüne geçen IJ'ler simbiyont bakterilerini hemolenf içerisine salarlar. Burada hızla üremeye başlayan bakteriler ürettikleri güçlü toksinler sayesinde konukçularını 48-72 saat içerisinde septisemi nedeniyle öldürürler (Kaya ve Gaugler, 1993). Entomopatojen nematodlar kadavra içerisinde üreyen simbiyont bakterileri ve onların parçalayarak uygun hale getirdikleri böcek dokuları üzerinden beslenip gelişirler. Steinernematidae familyasındaki türler bir tür (*S. hermaphroditum*) hariç ayrı eşeylidirler. Yani konukçu içerisine giren IJ'lerin en az bir erkek ve bir dişi olması gerekmektedir. Heterorhabditidae familyasında ise ilk jenerasyondaki bireyler hermafroditir. Bunu takip eden jenerasyonlarda ise hem hermafrodit hem de ayrı eşeylere rastlanır (Lewis ve Clarke, 2012). Konukçu içerisinde 1-3 jenerasyon geçiren entomopatojen nematodlar besinin azalması sonucu J3 evresine geçer ve yeni konukçu böcek bulmak için kadavrayı terk ederler (Shapiro-Ilan ve ark., 2016).

Günümüzde entomopatojen nematodlar ile toprak kökenli ve kapalı habitatlarda bulunan zararlı böceklere karşı etkili bir biyolojik mücadele yapılabilmektedir (Georgis ve Manweiler, 1994; Koppenhöfer, 2000). Ancak EPN türlerinin etkinlikleri konukçu böcek türlerine göre değiştiğinden, en doğru nematod-böcek eşleşmesinin yapılması başarı için mutlaka gereklidir. Yapılan çalışmalar farklı nematod türlerinin yanısıra aynı türe ait farklı izolatlar arasında dahi etkinlik açısından önemli farklılıklar olabildiğini göstermiştir (Hazir ve ark., 2001; Stuart ve ark., 2015). Bu yüzden Dünya'nın farklı iklimsel özelliklerine sahip bölgelerine adapte olmuş ve o alanlarda bulunan zararlılara karşı biyolojik mücadele potansiyeline sahip türlerin izole edilmesine yönelik yoğun bir ilgi vardır. Bununla beraber pek çok ülkede egzotik türlerin bölgedeki hedef dışı organizmalara yapabileceği olumsuz etkilerden dolayı kaygı duyulmaktadır (Bathon, 1996). Bu nedenle dünyanın pek çok bölgesinde nematodların dağılımlarını ve tür çeşitliliklerini ortaya koyan çalışmalar yapılmaktadır.

Şimdiye kadar yapılan faunistik çalışmalar sonucu Dünya genelinde Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarına ait 90'dan fazla tür tanımlanmıştır (Cimen

ve ark., 2016). Bugüne kadar ülkemizde yapılan çalışmalar sonucunda ise bir tanesi yeni tür olmak üzere toplam 11 entomopatojen nematod türünün yayılış gösterdiği tespit edilmiştir (Susurluk ve ark., 2001; Hazir ve ark., 2003b; Gözel ve ark., 2007; Unlu ve ark., 2007; Yılmaz ve ark., 2009; Gökçe ve ark., 2013; Canhilal ve ark., 2014). Bu türler sırasıyla *Heterorhabditis bacteriophora*, *H. indica*, *H. megidis*, *Steinernema anatoliense* n. sp. (Hazir ve ark., 2003c), *S. affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *S. kraussei*, *S. littorale*, *S. websteri* ve *S. weiseri*'dir. Daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında ülkemiz topraklarındaki entomopatojen nematodların tür çeşitliliği fazla olmasına rağmen, bulunma yüzdelerinin düşük olduğu görülmüştür. Hazir ve ark. (2003b) bu oranı % 2, Ozer ve ark. (1995) % 4.7, Gözel ve ark. (2007) % 5.8, Aydın (2007) Aydın ili ve çevresinde bu oranın % 12, Güneş ve Gözel (2011) Marmara bölgesinde % 6, Arı (2014) İzmir'in Tire ilçesi ve çevresinde % 0.48, Canhilal ve ark. (2014) Adana ve Kahramanmaraş çevresinde % 9, Ertürk ve ark. (2014) Ordu ili ve çevresinde % 5.1 olarak bildirmişlerdir. Bu yönde sürdürülecek yeni çalışmalar ülkemiz koşullarına adapte olmuş yeni tür ve izolatların elde edilmesi ve bunların gelecekte yürütülecek biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılması açısından önemlidir.

Bu çalışmayla Batı Karadeniz Bölgesindeki Düzce, Bolu, Karabük ve Zonguldak illerinde biyolojik mücadele etmeni entomopatojen nematodların yayılışları ve tür çeşitlilikleri morfometrik ve moleküler yöntemler kullanılarak belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma alanı ve toprak örneklerinin alınması

Batı Karadeniz Bölgesinin Düzce, Bolu, Karabük ve Zonguldak illerini kapsayan toplam 18289 km<sup>2</sup>lik kısmında 2013-2015 yılları arasında arazi çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalarda tarım alanları, meralar ve ormanlık bölgelerin rastgele belirlenmiş noktalarından toprak alma aletiyle örnekler alınmıştır. Belirlenen bir alanın yaklaşık 100 m<sup>2</sup>'lik kısmından, 8-10 farklı noktadan ve toprak yüzeyinden itibaren ilk 20 cm'lik derinlikten yaklaşık 1 kg toprak örneği alınmıştır. Alınan noktaya ilgili gerekli veriler (yer bilgileri, örnekleme tarihi, bölgenin vejetasyonu, GPS koordinatları, toprak sıcaklığı vb.) kaydedilmiştir (Hazir ve ark., 2003b; Hatting ve ark., 2009). Toplanan örnekler plastik buzluklar içerisinde serin bir şekilde muhafaza edilerek laboratuvara ulaştırılmıştır (Kaya ve Stock, 1997; Hatting ve ark., 2009). Her örneklemeden önce ve sonra toprak alma aletinin ucu kontaminasyonu önlemek için % 70'lik etil alkol ile steril edilmiştir (Stock ve ark., 1999).

## 2.2. Nematodların izolasyonu

Araziden getirilen toprak örnekleri nematod varlığı kontrol edilene kadar 15°C'de muhafaza edilmiştir. Plastik poşet içerisinde iyice karıştırılan her bir örnek 350 ml'lik plastik kavanozlara aktararak numaralandırılmıştır. Plastik kavanozlara aktarılan toprak örneklerinin içerisine 5'er adet son dönem *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) ve *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvası eklenmiştir (Kaya ve Stock, 1997). Oda sıcaklığında (23°C±2) ve karanlık bir ortamda bekletilen kavanozlardaki larvalar her üç günde bir kontrol edilmiştir. Bulunan ölü larvaların yüzeylerindeki toprak partikülleri distile su ile uzaklaştırıldıktan sonra White Trap (White, 1927) sistemine alınmıştır. White Trap'e alınan kadavralardan nematod çıkışı takip edilmiştir. White-trap'ten toplanan nematodların entomopatojen olup olmadıklarını test etmek için 9 cm çaplı petri kapları içerisine 2 adet kurutma kağıdı yerleştirilmiş ve üzerine elde edilen nematodlar 0.5 ml su ile birlikte verilmiştir. Daha sonra ortama 5 adet son dönem *G. mellonella* larvası ilave edilerek petriker oda sıcaklığında inkübasyona kaldırılmıştır (Koch's

postulation). Entomopatojen nematod olduğu anlaşılan izolatlar morfometrik ve moleküler tanımlamaları yapılanaya kadar tetrapak kutular içerisinde, 10-15°C'de muhafaza edilmiştir (Gulcu ve Hazir, 2012).

### 2.2.1. Morfolojik tanımlama

Morfometrik tanımlama çalışmalarından önce ölçüm yapılacak bireyler 60°C'lik Ringer's solusyonu ile öldürülmüştür. Daha sonra ölü nematodlar triethanolamin-formalin (TAF) fiksatifinde muhafaza edilmiş ve ardından saf gliserin içerisine gömülerek preparat haline getirilmişlerdir (Kaya ve Stock, 1997). Morfolojik gözlemlerde hem bu hazırlanmış olan bireyler hem de canlı bireyler kullanılmıştır. Morfometrik ölçümler için bilgisayar bağlantılı Olympus CX31 model mikroskop ve Olympus DP26 model kamera kullanılmıştır. Boy ölçümleri Olympus cellSens standart 1.11 programı ile yapılmıştır. Ölçümler için *G. mellonella* larvasından çıkış yapmış 20'şer adet infektif juvenil ve ilk jenerasyona ait erkek bireyler kullanılmıştır (Kaya ve Stock, 1997). Tüm izolatların morfometrik ölçümleri yapılmıştır.

Çizelge 1. Çalışma sonunda elde edilen entomopatojen nematod izolatları.

İzolot Kodu	Nematod Türü	Bölge	Alanın toprak sıcaklığı (°C) ve Yüksekliği (metre)	Toprak tipi	PH	Alanın vejetasyon tipi	Örneklenme tarihi
Duz-14	<i>S. carpocapsae</i>	Düzce/Gölyaka	19.4°C, 215m	Tınlı	6.30	Fındık bahçesi	16/05/2013
Duz-6-2015	<i>S. carpocapsae</i>	Düzce/Yukarı Yahyalar Köyü	19.6°C, 120 m	Killi-tınlı	6.15	Fındık bahçesi	10/05/2015
Goncek-1	<i>S. feltiae</i>	Bolu/Mudurnu/Göncek köyü	20°C, 1126 m	Kumlu-tınlı	7.35	Fasulye tarlası	23/06/2013
Nal-1A	<i>S. feltiae</i>	Bolu/Mudurnu-Ankara/Nallıhan arası	28.8°C, 1035m	Kumlu-tınlı	7.41	Mısır tarlası	23/06/2013
Seben-1	<i>S. feltiae</i>	Bolu/Seben	26°C, 724m	Kumlu-tınlı	7.32	Domates, Mısır, Kavak	24/06/2013
Duz-27-2015	<i>S. weiseri</i>	Düzce/Yığılca Yedigöller yolu	19.6°C, 798m	Kumlu-tınlı	6.00	Fındık, Ceviz karışık	11/05/2015
Cuma-12	<i>Steinernema</i> sp.	Düzce/Akçakoca, Karatavuk Köyü	26.7°C, 451m	Killi-tınlı	4.44	Fındık bahçesi	17/05/2013
Akçakoca-3A	<i>Steinernema</i> sp.	Düzce/Akçakoca, Beyören Köyü	15°C, 200m	Killi-tınlı	4.55	Fındık bahçesi	20/04/2013
Duz-34-2015	<i>Steinernema</i> sp.	Düzce/Gölyaka-Yanık Köyü	16.7°C, 1026m	Tınlı	6.32	Boş tarla	11/05/2015
Kampüs-3	<i>Heterorhabditis</i> sp.	Düzce Üniversitesi Kampüsü	19.6°C, 288m	Killi-tınlı	4.68	Orman (Yaprak dökken türler)	01/05/2015
Kampüs-7	Heterorhabditis sp.	Düzce Üniversitesi Kampüsü	19.6°C, 290m	Killi-tınlı	4.64	Orman (Yaprak dökken türler)	01/05/2015

Morfometrik ölçümlerde kullanılan ortak kriterler şunlardır;

Toplam vücut uzunluğu (TU), maksimum vücut genişliği (MG), baştan boşaltım deliğine olan uzaklık (EP), baştan sinir halkası sonuna olan uzaklık (NR), baştan özofagus kaidesine olan uzaklık (ES), kuyruk uzunluğu (TL), anüs genişliği (AG), Bunlara ilaveten erkek nematodlar için spikül uzunluğu (SU), gubernaculum uzunluğu (Gub.U) (Hazir ve ark., 2003b; Cimen ve ark., 2016).

### 2.2.2. Moleküler tanımlama

Morfolojik ölçümlerin yanında elde edilen tüm örneklerin moleküler analizleri de yapılmıştır. Nükleik asit amplifikasyonu için DNA, infektif juvenil evre nematodlardan izolasyon kiti kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen DNA örnekleri PCR (Polymerase

Chain Reaction) işlemi yapılan kadar  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmişlerdir.

Elde edilen nematod izolatlarının teşhisinde, Steinernematidler için rDNA gen bölgesinin büyük alt ünitesindeki (LSU) gen bölgesi, Heterorhabditler için ITS (internal transcribed spacer) gen bölgesi kullanılmıştır (Stock ve ark. 2001). Elde edilen PCR ürünleri, sekans analizine gönderilmeden önce DNA pürifikasyon kiti kullanılarak temizlenmiş ve sekans analizi için BM Laboratuvar Sistemleri firmasına gönderilmiştir. Sekans sonuçları Bioedit (Hall, 1999) ve MEGA 6.0 (Tamura ve ark., 2013) yazılımları kullanılarak düzeltilmiştir ve sonuçlar National Center for Biotechnology Information (NCBI)'ın gen bankasına girilerek analiz edilmiştir. Moleküler analizleri yapılabilen izolat ve gen bankasında eşleşme gösterdiği türler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Moleküler yöntemle teşhisi yapılan izolatların Gen Bankasında kayıtlı diğer türlerle benzerlik oranları

İzolat	Benzerlik Gösteren Nematod Türleri	Gen Bankası Kodu	Eşleşen Baz Sayısı	Benzerlik Oranı (%)
Duz-6-2015	<i>S. carpocapsae</i> (izolat Az-20)	GQ421607.1	977/979	%99
	<i>S. carpocapsae</i> (izolat Bcn14)	GQ421606.1	976/979	%99
	<i>S. carpocapsae</i> (izolat Breton)	GQ421604.1	974/979	%99
Duz-14	<i>S. carpocapsae</i> (izolat Az-20)	GQ421607.1	926/940	%99
	<i>S. carpocapsae</i> (izolat Bcn14)	GQ421606.1	925/940	%98
	<i>S. carpocapsae</i> (izolat Breton)	GQ421604.1	923/940	%98
Goncek-1	<i>S. feltiae</i>	AF121050.2	974/974	%100
	<i>S. feltiae</i> (izolat T92)	AY230185.1	973/974	%99
	<i>S. feltiae</i> (izolat Pumping Station)	AY170336.1	974/975	%99
Seben-1	<i>S. feltiae</i>	AF121050.2	971/973	%99
	<i>S. feltiae</i> (izolat T92)	AY230185.1	970/973	%99
	<i>S. feltiae</i> (izolat Pumping Station)	AY170336.1	971/974	%99
Nal-1A	<i>S. feltiae</i>	AF121050.2	975/975	%100
	<i>S. feltiae</i> (izolat T92)	AY230185.1	974/975	%99
	<i>S. feltiae</i> (izolat Pumping Station)	AY170336.1	975/976	%99
Duz-27-2015	<i>S. weiseri</i> (5-APR-2003)	AY230167.1	983/983	%100
	<i>S. litorale</i>	AB243441.1	951/985	%97
	<i>Steinernema</i> sp. KenC25	GU395624.1	934/964	%97

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma sonunda alınan 183 toprak örneğinden 11 tanesinde (% 6) entomopatojen nematoda rastlanmıştır. İzolatların dokuz tanesinin *Steinernema*, iki tanesinin ise *Heterorhabditis* cinsine ait olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan moleküler analizler sonucu *Steinernema* izolatları içerisinde dört farklı tür bulunduğu bunlardan iki izolatın *S. carpocapsae*, üç izolatın *S. feltiae*, bir tanesinin de *S. weiseri* türüne ait olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 2). Beş izolatın ise moleküler olarak teşhisleri yapılamamış ve ilerleyen süreçte

izolatlarına ait nematod kültürleri kaybedilmiştir. Bununla beraber enfekte ettikleri böcek larvalarında meydana getirdiği renk değişiminden dolayı 3 tanesinin *Steinernema*, diğer ikisinin *Heterorhabditis* olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu izolatların morfolometrik

ölçüleri incelendiğinde *Steinernema* izolatlarının *S. affine* ile *Heterorhabditis* izolatlarının ise *H. bacteriophora* türleriyle uyumluluk gösterdiği görülmüştür (Çizelge 3 ve Çizelge 4).

Çizelge 3. *Steinernema* sp. Cuma-12 izolatının infektif juvenil (A) ve ilk jenerasyon erkek bireylerin (B) morfolometrik ölçüm sonuçları (Uzunluk birimi mikrometre ( $\mu\text{m}$ ))

(A) İnfektif Juveniller (N=20)	TU	MG	ES	EP	NR	TL	AG	SU	Gub.U
Min	607.4	28.1	116	52.5	87.9	65.2	16.7		
Maks	879.3	33.9	132.9	70.1	103.9	74.8	19.8		
Ort	695	31.3	127.3	63.2	94.6	66.9	17		
(B) İlk Jenerasyon erkekler (N=20)	TU	MG	ES	EP	NR	TL	AG	SU	Gub.U
Min	1720.4	95.3	135.9	83.1	88.9	46.3	54.1	67.4	38.3
Maks	1905.4	143.5	175.2	114.2	116.9	56.2	73.3	86.8	55.9
Ort	1802.1	118.6	152.7	95.1	107	51	60.8	70.2	45.8

Tu= Toplam vücut uzunluğu, MG= Maksimum vücut genişliği, ES= Özofagus uzunluğu, EP= Eksküratör ile anterior uç arası mesafe uzunluğu, NR= Sinir halkasıyla anterior uç arası mesafe, TL= Kuyruk uzunluğu; AG= Anal vücut genişliği, SU= Spikül uzunluğu, GU= Gubernakulum uzunluğu

Çizelge 4. *Heterorhabditis* sp. Kampüs-3 izolatının infektif juvenil (A) ve ilk jenerasyon erkek bireylerin (B) morfolometrik ölçüm sonuçları (Uzunluk birimi mikrometre ( $\mu\text{m}$ ))

(A) İnfektif Juvenil (n=20)	TU	MG	ES	EP	NR	TL	AG	SU	Gub.U
Min	521.2	22.3	114.7	124.1	104.4	61.4	10.0		
Maks	618.9	31.2	130.1	140.9	122.9	83.1	14.2		
Ort	577.7	24.8	124.2	132.4	113.2	68.6	11.7		
(B) İlk Jenerasyon erkek (n=20)	TU	MG	ES	EP	NR	TL	AG	SU	Gub.U
Min	797.3	39.6	104.7	113.8	91.2	22.6	17.1	40.6	17.6
Maks	1024.0	53.9	111.2	147.5	103.3	88.2	21.7	50.8	26.7
Ort	896.0	46.0	108.1	129.5	95.9	30.9	18.4	44.9	22.4

Tu= Toplam vücut uzunluğu, MG= Maksimum vücut genişliği, ES= Özofagus uzunluğu, EP= Eksküratör ile anterior uç arası mesafe uzunluğu, NR= Sinir halkasıyla anterior uç arası mesafe, TL= Kuyruk uzunluğu; AG= Anal vücut genişliği, SU= Spikül uzunluğu, GU= Gubernakulum uzunluğu

Elde edilen entomopatojen nematodların hepsi Düzce ve Bolu il sınırları içerisindeki topraklardan izole edilmiştir. Nematod bulunan noktaların büyük bir kısmı tarım alanı (% 81.8, n=9), geri kalanı ise ormandır (% 18.1, n=2). Tarım alanlarında ağırlıklı olarak fındık (% 55.5, n=5), geri kalanında ceviz, kavak, mısır, domates, fasulye gibi tarım ürünleri (% 44.4, n=4) bulunmaktadır. *Steinernema* türleri yalnızca tarım alanlarından elde edilmiştir. *H. bacteriophora* izolatları ise orman zemininden izole edilmiştir. Toprak örneklerinin

alındığı dönemdeki toprak sıcaklıkları 15-28°C arasında ölçülmüştür. Nematod izole edilen alanların deniz seviyesinden yükseklikleri incelendiğinde 120 ile 1126 metreler arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 1). Entomopatojen nematodların topraktaki varlıklarını belirleyen en önemli belirteçlerden biri toprak tipidir. Genellikle nematod izole edilen toprakların yüksek kum, düşük kil içerdikleri bilinmektedir. Kendi çalışmamızdaki nematod bulunan toprak örneklerinin

tnlı, killi-tnlı ve kumlu-tnlı yapıda oldukları görülmüştür (Çizelge 1).

Ülkemizde daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında en yaygın türler *S. feltiae*, *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora*'dır. Bu üç tür Dünya'da da çok geniş bir yayılım göstermektedir (Hominick, 2002). Yayılış alanları incelendiğinde *S. feltiae*'nin tropik iklimlerden de izole edilmesine rağmen Avrupa'nın ılıman ve soğuk bölgelerinde de bolca bulunduğu görülmektedir. Bu nedenle *S. feltiae*'nin daha çok soğuğa adapte bir tür olduğu bildirilmiştir (Hazır ve ark., 2001; Ali ve Wharton, 2013). Karadeniz kuşağının iklim özellikleri de bu türün bölgedeki varlığını desteklemektedir. Moleküler tanımlaması yapılamayan 5 izolatin morfolojik ölçümlere göre *H. bacteriophora* ve *S. affine* türleri olduğu düşünülmektedir. *H. bacteriophora* türünün yayılışına bakıldığında ise Dünya'da tropiklerden (Constant ve ark., 1998) ılıman kuşağa (Hominick ve ark., 1996) kadar pek çok farklı habitatdan izole edilmiştir. Ancak *H. bacteriophora*'nın en iyi gelişim gösterdiği sıcaklıklara bakıldığında tropik ve subtropik iklime adapte olduğu görülmüştür (Grewal ve ark., 1994). *S. affine* türü Avrupa kıtasına özgü bir tür olarak bilinmesine rağmen ülkemizin benzer iklim özellikleri gösteren Kuzey Anadolu kısmından daha önce bulunmuştu (Hazır ve ark., 2003a,b; Güneş ve Gözel, 2011; Gürel ve ark., 2015). Dolayısıyla bu çalışmadaki veriler Avrupa ile benzer iklim ve habitat özellikleri gösteren Karadeniz kuşağından yeni *S. affine* izolatlarnın elde edilebileceğini akla getirmektedir.

Çalışmamızda bulduğumuz türlerden *S. weiseri* ilk defa Avrupa kıtasında Çek Cumhuriyetindeki elma bahçesinden bulunmuştur (Mracek ve ark., 2003). Ülkemizdeki varlığı ise Unlu ve ark. (2007) tarafından Ankara, Beytepe'den bildirilmiştir. Daha sonra aynı türün farklı bir izolatu Aydın'dan elde etmiştir (Aydın, 2007). *S. weiseri* türü yaptığımız çalışma sonucunda ilk defa bu kadar kuzeyden elde edilmiştir. Aynı zamanda *S. weiseri*'nin önceki izolatlarnı ülkemizde şimdiye kadar çam ormanından izole edilmişken, Düzce izolatu fındık ve ceviz bulunan farklı bir vejetasyondan elde edilmiştir. Çalışmada bulduğumuz *S. weiseri* izolatlarnın habitat özellikleri Avrupa izolatu ile uyum göstermektedir.

Hazır ve ark. (2003b) Türkiye'nin tamamını kapsayan araştırmaları sonucunda 1167 toprak örneğinde 24 entomopatojen nematod izolatu elde etmişlerdir. Buna göre Türkiye topraklarında nematod bulunma oranını % 2 olarak bildirmişlerdir. Sonraki yıllarda ülkemizde bölgesel düzeyde yapılan faunistik araştırmalarda Aydın (2007) Aydın ilinden aldıkları 82 toprak örneğinin % 12'sinde entomopatojen nematoda rastlamıştır. Marmara Bölgesini kapsayan bir çalışmada ise Güneş ve Gözel (2011) 362 toprak örneğinin 22'sinden entomopatojen nematod izole etmişler ve bölgede nematod bulunma oranını % 6 olarak bildirmişlerdir. Ertürk ve ark. (2014), Ordu ilinde yürüttükleri çalışmada aldıkları örneklerin % 5'inde entomopatojen nematoda rastlamışlardır.

Bu çalışma ülkemizde Batı Karadeniz Bölgesindeki entomopatojen nematod faunasının varlığına yönelik yürütülmüş ilk kapsamlı araştırma niteliğindedir. Çalışma sonunda yalnızca Düzce ve Bolu illerinden entomopatojen nematod elde edilebilmiştir. Düzce'den yukarıda belirtilen tüm türlere ait izolatlarn bulunmasına rağmen, Bolu ilinden yalnızca *S. feltiae* türünün üç izolatu elde edilebilmiştir. Projenin araştırma sahası içerisinde bulunan Zonguldak ve Karabük illerinde ise yalnızca entomopatojen fungus izolatlarnı rastlanmıştır. Ancak bu il sınırları içerisindeki topraklardan entomopatojen nematod bulunamamasının arazi çalışmaları sırasında yaşanan yoğun sağanak yağmurlar nedeniyle uygun toprak örneklerinin alınmamasında kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumla ilgili olarak Kung ve ark. (1990) organik maddece zengin ve suyla doymuş topraklardaki düşük oksijen oranının nematod varlığını sınırlayıcı bir faktör olabileceği belirtmiştir.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalara bakıldığında ülkemizin Karadeniz kuşağında entomopatojen nematod tür çeşitliliği oldukça yüksektir. Bölgenin Avrupa ile benzer iklim ve vejetasyona sahip olması nematod tür çeşitliliğinde de benzer sonuçlar ortaya koymaktadır. Bölge genelinde şimdiye kadar yapılan çalışmalarda *H. bacteriophora*, *H. megidis*, *S. affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *S. kraussei*, *Steinernema websteri* olmak üzere yedi farklı entomopatojen nematodun türünün varlığı tespit edilmiştir (Susurluk ve ark., 2001; Hazır ve ark., 2003b; Yılmaz ve ark., 2009; Gökçe ve ark., 2013; Ertürk ve ark., 2014).

Batı Karadeniz Bölgesiyle ilgili olarak yalnızca Düzce ilini kapsayan bir çalışmada Gürel ve ark. (2015) morfolojik analizlere göre bölgede *S. affine*, *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, ve *H. bacteriophora* türlerinin varlığını bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise bu türlere ilaveten, *S. weiseri*'nin varlığı hem morfolojik hem de moleküler tanımlamalar ile ortaya konmuştur. Gelecekteki çalışmalarda bölgenin iklim ve toprak yapısına uyum sağlamış olan bu izolatlarnın bölgenin tarım zararlılarına karşı biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılması önem arz etmektedir.

## Teşekkür

Çalışma sırasında nematodların moleküler analizlerindeki yardımlarından dolayı Adnan Menderes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümünden doktora öğrencisi Harun ÇİMEN'e, laboratuvarındaki böcek kolonilerinin bakımı ve arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Düzce Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü öğrencileri Nejat ADLIĞ, Senem YARAMAZ ve Recep ŞÜKÜR'e teşekkür ederim. Bu çalışma, Düzce Üniversitesi BAP-2012.05.01.128 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

**Kaynaklar**

- Adams, B. J., Fodor, A., Koppenhöfer, H.S., Stackebrandt, E., Stock, S.P., Klein, M.G., 2006. Reprint of "Biodiversity and systematics of nematode-bacterium entomopathogens" [Biol. Control 37 (2006) 32-49]. Biological Control, 38: 4-21.
- Ali, F., Wharton, D.A., 2013. Cold tolerance abilities of two entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*. Cryobiology, 66: 24-29.
- Arı, A., 2014. Entomopatojen Nematodların (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Tire İlçesi (İzmir) Topraklarındaki Tür Çeşitliliği Ve Dağılımlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Aydın, M.S., 2007. Entomopatojenik Nematodların (Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Aydın İli ve Çevresindeki Topraklarda Tür Çeşitliliği ve Dağılımlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Bathon, H., 1996. Impact of entomopathogenic nematodes on non-target hosts. Biocontrol Science Technology., 6: 421-434.
- Boemare, N., Akhurst, R., 2006. The Genera *Photorhabdus* and *Xenorhabdus*. In The Prokaryotes: Volume 6: Proteobacteria: Gamma Subclass (Editörler: Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K-H. and Stackebrandt, E.) Springer NY., pp: 451-494.
- Campos Herrera R., 2015. Nematode Pathogenesis of Insects and Other Pests: Ecology and Applied Technologies for Sustainable Plant and Crop Protection. Springer, New York.
- Canhilal, R., Imren, M., Toktay, H., Bozbuğa, R., Çetintaş, R., Kütük, H., Özdemir, Y.E., Doğan, S., 2014. Adana ve Kahramanmaraş illerinde entomopatojen nematodların belirlenmesi. V. Bitki Koruma Kongresi, 350, 3-5 Şubat, Antalya.
- Cimen, H., Puza, V., Nermut, J., Hatting, J., Ramakuwela, T., Hazir S., 2016. *Steinernema biddulphi* n. sp., a New Entomopathogenic Nematode (Nematoda: Steinernematidae) from South Africa. Journal of Nematology, 48(3): 148-158.
- Cimen, H., Puza, V., Nermut, J., Hatting, J., Ramakuwela, T., Faktorova, L., Hazir, S., 2016. *Steinernema beitlechemi* n. sp., a new entomopathogenic nematode (Nematoda: Steinernematidae) from South Africa. Nematology, 18: 439-453.
- Constant, P., Marchay, L., Fischer-Le Saux, M., Briand-Panoma, S., Mauleon, H., 1998. Natural occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Guadeloupe Islands. Fundamental and Applied Nematology, 21: 667-672.
- Ertürk, Ö., Ustaoglu, F., Akyazi, F., 2014. Occurrence and Distribution of Entomopathogenic Nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Ordu Province, Turkey. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(4): 469-480.
- Georgis, R., Manweiler, S.A., 1994. Entomopathogenic nematodes: a developing biological control technology. Agricultural Zoology Reviews, 6: 63-94.
- Gökçe, C., Yılmaz, H., Erbas, Z., Demirbağ, Z., Demir, İ., 2013. First Record of *Steinernema kraussei* (Rhabditida: Steinernematidae) from Turkey and Its Virulence against *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Nematology, 45(4):253-259.
- Gökçe, C., Erbaş, Z., Yılmaz, H., Demirbağ, Z., Demir, İ., 2015. A new entomopathogenic nematode species from Turkey, *Steinernema websteri* (Rhabditida: Steinernematidae), and its virulence. Turkish Journal of Biology, 39: 167-174.
- Gözel, U., Güneş, Ç., Tunaz, H., 2007. Türkiye entomopatojen nematode faunasının belirlenmesi. II. Bitki Koruma Kongresi, 184, 27-29 Ağustos, Isparta.
- Grewal, P. S., Koppenhöfer, A. M. and Choo, H. Y., 2005. Lawn, Turfgrass and Pasture Applications. In: Nematodes as Biocontrol Agents (Editörler: Grewal, P.S., Ehlers, R-U., Shapiro-Ian, D.I.). CABI International Wallingford, UK., pp: 115-146.
- Grewal, P.S., Selvan, S., Gaugler, R., 1994. Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes: niche breadth for infection, establishment, and reproduction. Journal of Thermal Biology, 19: 245-253.
- Gulcu, B., Hazir, S., 2012. An alternative storage method for Entomopathogenic nematodes. Turk. J. Zool., 36: 562-565.
- Güneş, Ç., Gözel, U., 2011. Marmara Bölgesi'ndeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 2 (2): 93-102.
- Gürel, S., Gözel, Ç., Gözel U., 2015. Efficacy of entomopathogenic nematodes against the hazelnut weevil *Curculio nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae) in laboratory. 5th Entomopathogens and Microbial Control Congress, 9-11 September, Ankara.
- Hall, T.A., 1999. "BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT". Nucleic Acids Symposium Series., 41: 95-98.
- Hatting, J., Stock, S.P., Hazir, S., 2009. Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) in South Africa. Journal of Invertebrate Pathology, 102: 120-128.
- Hazir, S., Stock, S.P., Kaya, H.K., Koppenhofer, A.M., Keskin, N., 2001. Developmental temperature effects on five geographic isolates of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae). Journal of Invertebrate Pathology, 77: 243-250.
- Hazir, S., Kaya, H. K., Stock, S. P., Keskin, N. 2003a. Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. Turkish Journal of Biology, 27: 181-202.
- Hazir, S., Keskin, N., Stock, S.P., Kaya K.H., Özcan S., 2003b. Diversity and distribution of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Turkey. Biodiversity and Conservation, 12: 375-386.
- Hazir, S., Stock, S.P., Keskin, N., 2003c. A new entomopathogenic nematode, *Steinernema anatoliense* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), from Turkey. Systematic Parasitology, 55: 211-220.
- Hominick, W.M., 2002. Biogeography. Entomopathogenic Nematology (Editör: Gaugler, R.) CABI Publishing, Wallingford, UK., pp:115-143.
- Hominick, W.M., Reid, A.P., Bohan, D.A., Briscoe, B.R., 1996. Entomopathogenic nematodes-biodiversity, geographical distribution and the convention on biological diversity. Biocontrol Science and Technology, 6: 317-331.

- Kaya, H.K. Stock, S.P., 1997. Techniques in insect (Editor: Lacey L.). Academic Press, San Diego, CA. Pp:281-324.
- Kaya, H.K., Gaugler, R., 1993. Entomopathogenic nematodes. Annual Review of Entomology, 38: 181-206.
- Koppenhöfer, A.M., 2000. Nematodes. Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology (Editors: Lacey, L.A., Kaya, H.K.) Kluwer, Dordrecht, Netherlands, pp:283-301.
- Kung, S.P., Gaugler, R., Kaya, H.K., 1990. Soil type and entomopathogenic nematode persistence. Journal of Invertebrate Pathology, 55: 401-406.
- Lewis, E.E., Clarke, D.J., 2012. Nematode parasites and entomopathogens. Insect Pathology Second Edition. (Editors: Vega, F., Kaya, H.K.) Academic Press, USA, pp:395-424.
- Mracek, Z., Sturhan, D., Reid, A., 2003. *Steinernema weiseri* sp. (Rhabditida, Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from Europe. Systematic Parasitology, 56:37-47.
- Ozer, N., Keskin, N., Kirbas, Z., 1995. Occurrence of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae: Heterorhabditidae) in Turkey. Nematologica 41: 639-640.
- Stock, S.P., Pryor, B.M., Kaya, H.K., 1999. Distribution of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) in natural habitats in California, USA. Biodiversity and Conservation, 8: 535-549.
- Stuart, R.J., Barbercheck, M.E., Grewal, P.S., 2015. Entomopathogenic Nematodes in the Soil Environment: Distributions, Interactions and the Influence of Biotic and Abiotic Factors. In Nematode Pathogenesis of Insects and Other Pests: Ecology and Applied Technologies for Sustainable Plant and Crop Protection, (Editor: Campos-Herrera R.) Springer International Publishing: Cham, pp:97-137.
- Susurluk, A., Dix, I., Stackebrandt, E., Strauch, W. S., Ehlers, R.U. 2001. Identification and ecological characterisation of three entomopathogenic nematodebacterium complexes from Turkey. Nematology, 3 (8): 833-841.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipowski, A., Kumar, S., 2013. Mega 6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0 . Molecular Biology and Evolution., 30: 2725 – 2729.
- Unlu, I., O., Ehlers, R.U., Susurluk, A., 2007. Additional data and first record of entomopathogenic nematode *Steinernema weiseri* from Turkey. Nematology, 9: 739-741.
- White, G. F., 1927. A method for obtaining infective nematode larvae from culture. Science, 66: 302-303.
- Yılmaz, H., Waeyenberge, L. , Demir, İ., Moens, M., Demirbağ, Z., 2009. A new entomopathogenic nematode species for Turkey, *Heterorhabditis megidis* Poinar, Jackson & Klein 1987 (Rhabditida: Heterorhabditidae). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33: 385-391.





Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.302527



## Fındık zurufu atığından yakıt briketi elde edilmesi ve briquete ait bazı özelliklerin belirlenmesi

Bahadır Demirel, Gürkan Alp Kağan Gürdil\*

OMÜ Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ggurdil@omu.edu.tr

Geliş/Received 29/03/2017

Kabul/Accepted 27/10/2017

### ÖZET

Ülkemizin kalkınmasında önemli bir sorun olan artan enerji ihtiyacının özellikle petrol ve doğal gaz gibi dışa bağımlı kaynaklarca karşılanmaya çalışılması, ülke ekonomisi üzerinde önemli bir yük oluşturmaktadır. Türkiye fosil kaynaklar açısından fakir bir ülke olmasına karşın, yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından zengin kaynaklara sahiptir. Karadeniz Bölgesi, fındık yetiştiriciliği ve buna bağlı olarak hasat ve harman işlemlerinden sonra geriye kalan atık/artıklarından dolayı önemli bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada, Samsun'da tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan fındık zurufu atığı, yakıt briketi üretimi amacıyla kullanılmıştır. Kurutma işleminden sonra % 13-15 nem aralığına sahip tarımsal atıklar, 10 mm öğütme inceliği altında küçültülüp, 80 MPa sıkıştırma basıncında briketler elde edilmiştir. Fındık zurufu tarımsal atığı için elde edilen briketlerin ortalama alt ısıl değeri 4232 cal g<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. Briketlerin kül içeriği değeri; % 10.65, tumbler indeksi % 75.82, shatter indeksi % 95.82 ve birinci dakika sonunda su alma direnci % 91.52 olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Briket  
Enerji  
Fındık zurufu  
Tarımsal atık

### Production and characterization of fuel briquette from hazelnut husk residues

#### ABSTRACT

Turkey's energy status mainly depends on imported resources such as oil and natural gas. Such imported resources create extra load on the country's economy and cause an important problem on its development. Despite being a poor country in terms of fossil fuel, Turkey has rich renewable energy sources. In this study, hazelnut husks were used as an agricultural residue after harvesting to obtain fuel briquette. The materials were firstly dried up to 13 – 15 % moisture content and grinded into 10 mm size, and then they were pressed under 80 MPa pressure in order to form briquettes. Heating values of hazelnut husk briquette was found to be 4232 cal g<sup>-1</sup>. Ash content was 10.65 %, while tumbler index, shatter index and water resistance were 75.82 %, 95.82 % and 91.52%, respectively.

Keywords:

Briquette  
Energy  
Hazelnut husk  
Agricultural residue

© OMU ANAJAS 2018

### 1. Giriş

Enerjinin yeterli düzeyde sağlanması ekonomik ve sosyal kalkınmanın temelidir (İncekara, 2011; García ve ark., 2015; Ayamga ve ark., 2015). Değişen ve gelişen dünyada enerji gereksinmesi sürekli artmakta, var olan kaynaklar ise tükenmektedir (Kızılaslan ve Ünal, 2014). Mevcut kaynakların tükenme sorununun ve insan yaşamının küresel ısınma tehlikesiyle karşılaşmasından dolayı fosil yakıtların yerini artık yenilenebilir enerji kaynakları, yani doğada sürekli var olan, güneş, rüzgâr, biyokütle, biyoyakıtlar, jeotermal, hidrolik, okyanus kaynakları vb. almaya başlamıştır (Skeie ve ark., 2009). Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri ve diğer sanayileşmiş ülkelerde enerjinin nerdeyse tamamı

kömür, doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilmektedir. (Geller, 2002). Özellikle gelişmiş ülkelerdeki yaşam tarzını tanımlayan ve onu geleneksel yaşam biçimlerinden farklılaştıran ve üstünlük sağlayan özellik, enerji bolluğudur (Prug ve ark., 2005). Ülkemizde nüfus artışı, konfor standartlarının yükselmesi, sanayi ve teknolojiye gelişmelere paralel olarak enerji tüketimi hızla artmaktadır. Bu enerji artışının Türkiye'nin sahip olmadığı özellikle doğal gaz gibi kaynaklara doğru yoğunlaşması ve kaynakların uluslararası güçlerce yönetilen fiyat artışlarının ülke ekonomisi üzerinde oluşturduğu ağır yük, Türkiye'nin kalkınmasında önemli bir problemidir.

Enerji sağlamada fosil yakıtlar ve yenilenebilir kaynaklar olmak üzere başlıca iki kaynak vardır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyük özelliklerinin başında sürekli tekrarlanabilir olmaları ya da kaynağının tükenme hızından daha hızlı bir şekilde kendilerini yenileyebilmeleri geliyor. Bunun yanında bu teknolojiler, özellikle çevre dostu olmaları, ülkemiz açısından potansiyelinin yüksek olması ve ekolojik denge yönünden olumlu etkileri ile fosil yakıtlara nazaran üstünlük sağlamaktadır. Biyokütle de bu enerji kaynaklarından biri olup, son yıllarda mevcut artık potansiyelinden dolayı dikkate alınması gereken enerji kaynaklarından biridir.

Biyokütle enerjisi dünyada kömür ve petrolden sonra en büyük birincil enerji kaynağıdır ve dünya nüfusunun yarıdan fazlası birincil enerji kaynağı olarak biyokütle kullanmaktadır (Öztürk ve Ekinci, 2016). Biyokütle tanım olarak, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yolu ile kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucu meydana gelen biyolojik kütle ve buna bağlı organik madde kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Topal ve Arslan, 2008; Polat ve Aksu, 2009; Chouhan ve ark., 2014). Biyokütle genel olarak bitki veya hayvan kaynaklı hidrokarbon içeren maddelerdir ve çoğunlukla organik içeriklidir. Biyokütlenin çeşidine bağlı olarak içeriğindeki inorganik madde miktarı değişebilir. Çoğu biyokütle kaynağı bitkilerden oluşur. Bitkilerin atmosferden CO<sub>2</sub> ve topraktan su alarak; bunları karbohidratlara dönüştürmesiyle biyokütle meydana gelir (Kantarelis ve Zabaniotou, 2009; Özçiğçi ve Özbay, 2013).

Biyokütle kaynakları bakımından zengin bir potansiyele sahip olan ülkemizde, yılda ortalama 50 milyon ton çeşitli tarımsal ürün artığı üretilmektedir ve bu artıkların kullanım oranları oldukça düşüktür (Karaca ve ark., 2016). Açığa çıkan bu artıkların enerji değerinin 4.1017 kJ yıl<sup>-1</sup> olduğu ve toplam enerji tüketimimizin % 17'sini karşılayabileceği tahmin edilmektedir (Alibaş ve Ünal, 1995). Ayrıca tarımsal ürün artıklarının enerji kaynağı olarak değerlendirilebilmesinde ve çevreye olan etkilerinin belirlenmesinde ısı değer, kül içeriği ve baca gazı emisyon değerlerinin bilinmesi gereklidir.

Bu çalışmada, Samsun'da tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan fındık zuru tarımsal atığı kullanılarak 80 MPa sıkıştırma basıncı altında briketler elde edilmiştir. Elde edilen briketlerin ısı değer, kül içeriği ve baca gazı emisyon değerleri tespit edilmiştir ve ayrıca bu atıklardan elde edilen briketlerin alt ısı değerleri ve kül içerikleri mevcut yakıtlarla karşılaştırılmıştır.

### 1.1. Türkiye Tarımsal Atık Potansiyeli

Türkiye'de, 2012 yılında petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar birincil enerji arzının yaklaşık %90'ını karşılamıştır ve birincil enerji arzı 121 MTEP'dir (TMMOB Oda Raporu, 2014). Fosil yakıtlar bittiğinde, Türkiye enerji kıtlığı ve önemli enerji fiyat artışlarıyla karşı karşıya kalacaktır. Bundan dolayı, Türkiye'nin sürdürülebilir ekonomik gelişimi için yenilenebilir enerji kaynaklarının ve teknolojisinin kullanım ve gelişimi hayati bir önem taşımaktadır. Arz güvenliğini

artırmak ve çevre kirliliğine sebep olan sera gazlarını azaltmak amacıyla Türkiye yenilenebilir enerji politikalarına önem vermektedir.

Türkiye'nin toplam tarımsal alanı, yaklaşık 38.5 milyon hektardır. Bu tarımı yapılan alanların %40.2'si ekili alan, %11'i nadas alanı ve %10.4'ü meyve, sebze, zeytin ve bağ alanıdır (TUİK, 2014). Oldukça tarımsal atık çeşitliliğine sahip ülkemizde yıllık yaklaşık çıkan atık miktarı 50 milyon ton civarındadır, ancak bu kaynak yeterince iyi değerlendirilememektedir. Tarımsal atıklar genelde tarlalarda bırakılmakta veya hasat ertesi yakılmaktadır (Akpınar ve ark., 2009). Türkiye'de modern biyokütle enerjisinin kullanılmaya başlanması ülke ekonomisi ve çevre kirliliği açısından oldukça faydalıdır. Birçok ülke kendi ekosistemlerine elverişli olan tarımsal ürünlerden alternatif enerji elde etmektedir (Yıldırım, 2003). Türkiye dünya fındık üretiminde birinci sıradadır. Türkiye İstatistik Kurumunun verdiği bilgilere göre 660 bin ton kabuklu fındık üretimi ile Türkiye en yakın takipçisi İtalya'nın (85 bin ton) yaklaşık 6 katı fındık üretimine sahiptir (TUİK, 2014) (Çizelge 1). Fındık endüstrisi atıklarından fındığın sert kabuğunu saran fındık zuru tarımsal atıkların miktarı köy yerlerinde hayvanlara altlık olarak kullanılmaktadır ancak, önemli bir kısmı herhangi bir şekilde değerlendirilmeyip çoğunlukla rastgele yakılıp bertaraf edilmektedir (Şekil 1).

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır. Araştırmada materyal olarak; Karadeniz Bölgesinde tarımı yapılan fındık zuru tarımsal atığı kullanılmıştır. Hasat ve harmanlama sonrası ortaya çıkan bu tarımsal atıklar doğal şartlarda nem oranı % 13-15 nem aralığına düşene kadar kurutulmuştur.

Materyal öncelikle çekiçli değirmen yardımıyla parçalanarak parçacık boyutları 10 mm parçacık boyutunda küçültülmüştür (Şekil 2). Ögütülen materyal briket elde edebilmek için herhangi bir yapıştırıcı madde kullanılmadan hidrolik tip pres yardımıyla 80 MPa basınç altında briketlenmiştir (Şekil 3). Materyalin briketleme öncesinde özgül kütlesi 140-150 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmektedir.

Elde edilen briketlerin yoğunlukları stereometrik yöntem ile belirlenerek 950-1115 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Sıkıştırıldıktan sonra yoğunluğu artan materyallerin depolama ve taşıma maliyetleri azaltılabilmektedir (Chen ve ark., 2015). Örneklerin alt ısı değerleri, EN 14918 standardına göre kalorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Materyallerin kül içerikleri ise EN 14775 standardına göre tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Dünya fındık üretimi (TUİK, 2014).

Ülke	Dünya Fındık Üretimi (Kabuklu Ton <sup>-1</sup> )								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	ORT:
Türkiye	530.000	661.000	530.000	800.791	500.000	600.000	430.000	660.000	588.974
İtalya	65.000	138.000	95.000	125.000	85.000	87.200	140.000	85.000	102.525
Azerbaycan	27.986	25.000	30.800	40.000	30.000	25.000	55.000	45.000	34.848
Gürcistan	16.393	14.000	25.000	35.000	27.000	40.000	30.000	40.000	28.424
ABD	25.400	39.010	33.570	36.280	42.600	24.500	35.000	36.000	34.045
İspanya	20.000	28.000	18.000	26.000	18.000	20.000	22.000	16.000	21.000
Diğerleri	47.876	52.244	48.880	5.900	20.000	27.000	27.000	27.000	31.988
Toplam	732.655	957.254	781.250	1.068.97	722.600	823.700	739.000	909.000	841.804



Şekil 1. Fındık bitkisi artık resimleri



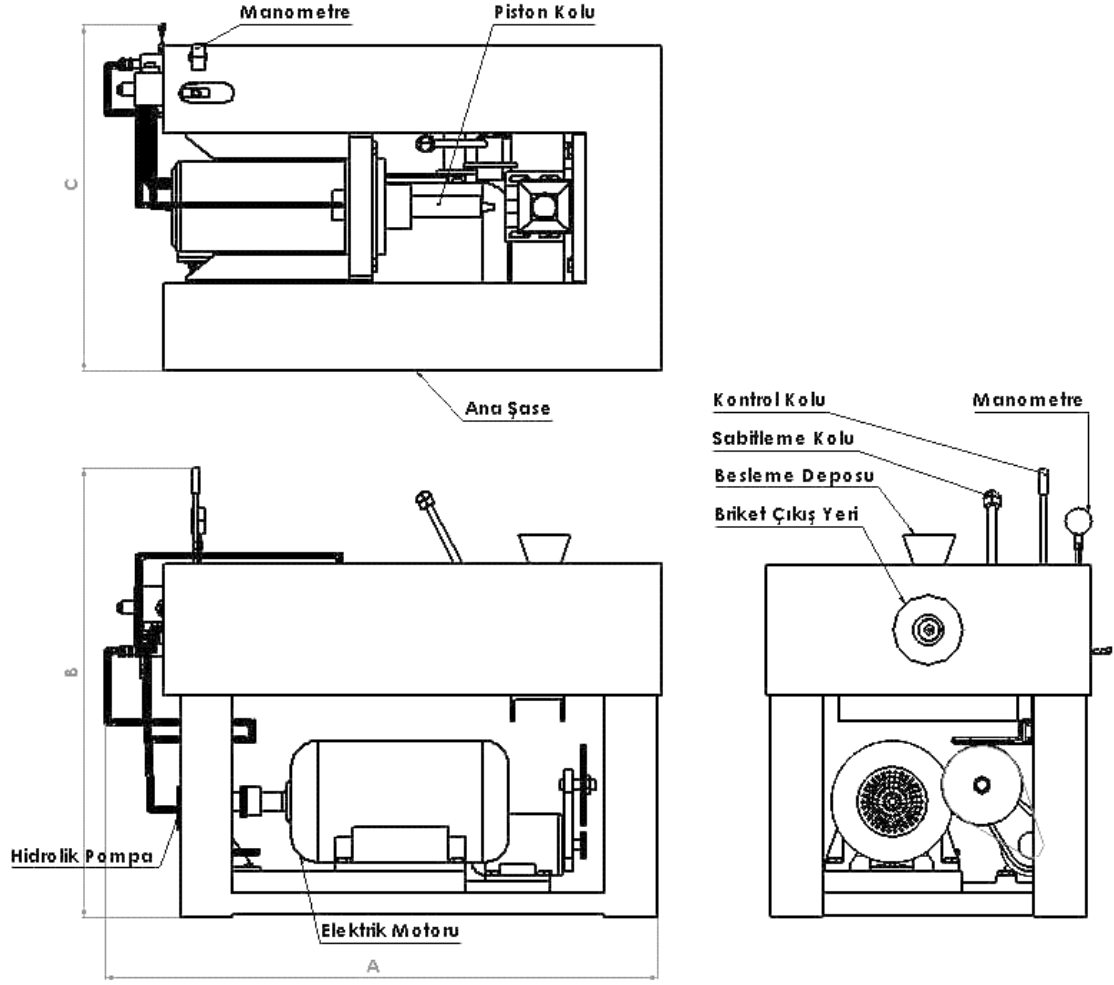
Şekil 2. Tarımsal artıkların öğütülmesi

Elde edilen briketlerin düşme dayanıklılık direnci (tumbler indeksi) testi EN 15210-2 standartına göre yapılmıştır. Briketlerin kırılma (shatter) direncinin belirlenmesinde, briketler test öncesi tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Daha sonra briketler belirli bir yükseklikten (1-1.8 m) sert bir zemin üzerine 10 defa yere düşürülmüş ve tekrar tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Kırılma sonucu meydana gelen kayba bağlı olarak kırılma (shatter) direnci yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

Briketlerin su alma direnci belirlenirken, her bir briket ağırlığı, suya daldırılmadan önce tartılarak kaydedilmiştir. Daha sonra her bir briket yaklaşık 11 °C sıcaklıktaki soğuk şebeke suyuna daldırılarak, 30'ar saniye aralıklarla ağırlıkları tekrar tartılarak

kaydedilmiştir. Su alma direnci, ağırlıktaki artışa bağlı olarak yüzde olarak hesaplanmıştır.

Ölçülen değerlerin varyans analizine uygunluğunu test etmek amacıyla normallik analizi Kolmogorov-Smirnov tek örnek testi ile yapılmış olup verinin normal dağılıma sahip olduğu ( $P>0.05$ ) ve varyans homojenliği Levene testi ile değerlendirilmiş olup varyansların homojen olduğu ( $P>0.05$ ) belirlenmiştir. Bu durumda varyans analizinin güvenilir sonuçlar üretebileceği anlaşılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Analizler SPSS 20.0 yazılımında OMÜ lisansı ile yapılmıştır. Denemeler üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.



Şekil 3. Hidrolik tip briketleme makinesi ve ana elemanları

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Yapılan denemeler sonucunda, Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ve materyal olarak kullanılan fındık zurufu tarımsal atığının %13-15 nem aralığında kurutulup 10 mm öğütme inceliği parçalandıktan sonra hidrolik tip briketleme makinasında 80 MPa basınç altında briketlenmesi sonucu elde edilen briketlerin belirlenen alt ısıl enerji değerleri, kül içerikleri, tumbler ve shatter indeksi değerleri belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar bazı fosil yakıtlara ait alt ısıl değerlerle ve kül içerikleriyle karşılaştırılmıştır (Çizelge 2).

Fındık zurufundan elde edilen briketlerin ortalama alt ısıl değeri  $4232 \text{ cal g}^{-1}$  ve kül içeriği değeri; %10.65 olarak belirlenmiştir. Bu değerler, diğer bazı yakıtlarla karşılaştırıldığında düşük olduğu fakat tarımsal faaliyetler sonrasında değerlendirilmeyen bu atıkların briket şeklinde yakıt kaynağı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca odunun alt ısıl değerinin  $2500 \text{ cal g}^{-1}$  olduğu düşünüldüğünde bu tarımsal atıklardan elde edilen briketlerin alt ısıl değerleri oldukça yüksektir (Gürdil ve ark., 2014).

Yüksek kül oranına sahip olan düşük kaliteli Soma-kömürüne ait ısıl değer fındık zurufu briketlerinin ısıl değerinden bile düşük olduğu görülmektedir. Briketleme işleminde Soma-kömürünün ısıl değerine yakın olması bu atıklardan yakıt briketlerinin üretilmesinin mümkün olacağını göstermektedir. Fındık zurufuna ait briketlerin düşme dayanıklılık direnci (tumbler) %75.82, ortalama kırılma direnci (shatter) %95.82 ve birinci dakika sonunda ortalama su alma direnci %91.52 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3'de elde edilen değerler incelendiğinde, fındık zurufu tarımsal atığından 80 MPa sıkıştırma basıncı altında elde edilen briketlerin kırılma direnci testleri sonucunda 3 parçaya ayrılmış fakat tamamen dağılmadığı gözlemlenmiştir. Düşme dayanıklılık testi uygulanan örnekler için ise kırılma direnci testine göre daha az dayanıklılığa sahip olduğu fakat briketlerin dayanımının iyi olduğu belirlenmiştir. Düşme dayanıklılık ve kırılma direnci testlerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde Karunanithy ve ark. (2012) ve Akman (2012) yılında yapmış olduğu çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. Atıklara ait alt ısıl değerler (Yaşam, 2015)

Ürünler	Alt Isıl Değer (cal g <sup>-1</sup> )	Kül İçeriği (%)
<b>Fındık Zurufu</b>	<b>4232</b>	<b>10.65</b>
Soma Kömürü	5500	27.3
Zonguldak kömürü	6100	14.3
Linyit	2750	19.10
Kalorifer Yakıtı	9700	0.1
Motorin (% Kütlesel)	10200	<0.01

Çizelge 3. Briketler için belirlenen bazı fiziksel özellikler

Fiziksel Özellikler	Değerler
Materyal yoğunluğu	140-150 kg m <sup>-3</sup>
Briket yoğunluğu	950-1115 kg m <sup>-3</sup>
Düşme dayanıklılık direnci	%76.72
Kırılma direnci	%95.82
Su alma direnci	%91.52

Briketlerin su alma dirençleri incelendiğinde, su alma sonucunda briketlerde 1. dakikadan sonra şişmeler meydana gelmiş ve briketlerin su içinde kalma süreleri arttıkça belirli bir süre sonunda tamamen parçalandığı gözlemlenmiştir. Su alma direnci testlerinde briket kalitesi için test edilen her dakikanın sonunda briket başlangıç ağırlığında %50'den daha az bir artışın olması gerekmekte olduğu belirtilmiş ve bu çalışmada elde edilen briketlerin bunu sağladığı görülmüştür.

Sonuç olarak Karadeniz Bölgesinde tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan fındık zurufu, tarımsal atığından elde edilen briketlerin sahip olduğu ısıl değerleri ve kül içerikleri bakımından katı yakıtlı çalışan yakma sistemlerinde alternatif enerji kaynağı olarak kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Fındık zurufu tarımsal atığının herhangi bir yapıştırıcı madde kullanılmadan hidrolik tip briketleme makineleri ile oldukça kaliteli olarak briketlenebileceği görülmüştür. Bölgemizde tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan tarımsal atıklardan olan fındık zurufunun briketlenerek katı biyoyakıtla dönüştürülmesi ile hem tarımsal atıklar çevreye zarar vermeden bertaraf edilmiş olacaktır hem de bu alanda istihdam olanağı oluşturabileceğinden ülke ekonomisine katkıda bulunulacağı düşünülmektedir (Demirel ve Gürdil, 2014).

## Teşekkür

Bu araştırma Ondokuz Mayıs Üniversitesi ZRT.1904.12.013 nolu proje ile BAP tarafından ve 1120454 nolu proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Akman, H.E., 2012. Yağ Gülü (*Rosa damascena* Mill.) Damıtma atıklarının briketlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 73s, Antalya.
- Akpınar, O., K. Erdogan, Ş. Bostancı., 2009. Enzymatic production of xylooligosaccharide from selected agricultural wastes, Food and Bioproducts Processing, Cilt 87, 145-51.
- Alibas, K., H. Ünal., 1995. Ülkemizde sap ve samanın enerji potansiyeli ve sap-saman yakıcıların çalışma prensipleri. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, S. 138-146, Bursa.
- Ayanga, E.A., Kemausuor, F., Addo, A., 2015. Technical analysis of crop residue biomass energy in an agricultural region of Ghana. Resources, Conservation and Recycling, 96: 51-60. doi: 10.1016/j.resconrec.2015.01.007.
- Chen, W.H., Peng, J. Bi, X.T., 2015. A state of the art review of biomass torrefaction, densification and applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews 44: 847-866. doi: 10.1016/j.rser.2014.12.039.
- Chouhan, K., Ladhe, Y., Upadhayay, V., 2014. Biomass a versatile fuel for energy and power generation. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN: 2278-1684, p-ISSN: 2320-334X PP, Volume 7:08-11.
- Demirel, B., Gürdil, G.A.K., 2014. Tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan atık/artıkların katı biyoyakıt olarak değerlendirilmesi, Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal Çalıştayı Bildiriler Kitabı, 229-238, 28-29 Mayıs 2014, Samsun.
- EN 14775, 2013 Solid biofuels - Determination of ash content.
- EN 14918, 2013 Solid biofuels - Determination of calorific value.
- EN 15210-2, 2013 Solid biofuels - Determination of mechanical durability of pellets and briquettes - Part 2: Briquettes.
- García, R., Pizarro, C., Álvarez, A., Lavín, A.G., Bueno, J.L., 2015. Study of biomass combustion wastes. Fuel, 148: 152-159. doi:10.1016/j.fuel.2015.01.079.
- Geller, H., 2002. Energy Revolution: Policies for a Sustainable Future, Island Pres, 276 s, Washington DC.
- Gürdil, G.A.K., Demirel, B., Acar, M., Dok, M., 2014. Samsun'da tarımsal faaliyetler sonucu açığa çıkan bazı tarımsal atıklardan elde edilen briketlerin özellikleri, Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 4. Ulusal

- Çalışmayı Bildiriler Kitabı, 123-130, 28-29 Mayıs 2014, Samsun.
- İncekara, Ç.Ö., Oğulata, S.N., 2011. Enerji darboğazında ülkemizin alternatif enerji kaynakları. Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi Cilt 3 (1): 1-10, ISSN: 1309-8012.
- Kantarelis, E., Zabaniotou, A., 2009. Valorization of cotton stalks by fast pyrolysis and fixed bed air gasification for syngas production as precursor of second generation biofuels and sustainable agriculture. *Bioresource Technology*, 100 (2): 942-947. doi:10.1016/j.biortech.2008.07.061
- Karaca, C., Öztürk, H.H., Ekinci, K., 2016. Aydın ilinde bitkisel kökenli tarımsal biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi amacıyla değerlendirilmesi, 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu, 47-56, 27-30 Eylül 2016, Samsun.
- Karunanithy C., Wang Y., Muthukumarappan K., Pugalandhi S., 2012. Physiochemical characterization of briquettes made from different feedstocks. *Biotechnology Research International*, Volume 2012, 1-12.
- Kızılaslan N., Ünal, T., 2014. Türkiye ve Avrupa Birliği'nde Biyoyakıt. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 2(1): 26-33. ISSN: 2148-3647.
- Özçifçi, A., Özbay, G., 2013. Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, orman endüstri mühendisliği bölümü, mobilya endüstrisi atıklarından katalitik piroliz yöntemi ile biyoyakıt üretimi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, Cilt 28(3): 473-479. ISSN: 1304 – 4915.
- Öztürk, H.H., Ekinci, K., 2016. Türkiye'de biyokütleden elektrik üretimi: Mevcut durum ve beklentiler, 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu, 17-26, 27-30 Eylül 2016, Samsun.
- Polat, F., Aksu, T., 2009. Yenilenebilir enerji kaynağından potansiyel yem kaynağına giden yol: damıtık tahıllar i- damıtık tahılların elde edilişi ve nitelikleri. *Atatürk Üniversitesi Veterinerlik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 4(3): 197-208. ISSN: 2147-9615.
- Prug, T., Christopher, F., Savin, L., 2005. Petrol ekonomisini değiştirmek, dünyanın durumu 2005 küresel güvenliği yeniden tanımlamak. *TEMA Vakfı Yayınları*, İstanbul, ss.125-153.
- Skeie, R.B., Fuglestedt, J., Berntsen, T., Lund, M.T., Myhre, G., Rypdal, K., 2009. Global temperature change from the transport sectors: historical development and future scenarios. *Atmospheric Environment* 43: 6260-6270. doi:10.1016/j.atmosenv.2009.05.025.
- TMMOB Oda Raporu, 2014. Türkiye'nin enerji görünümü. Türkiye Makine Mühendisleri Odası. 3. Baskı, Ankara. Yayın No: MMO/616, ISBN: 978-605-01-0626-8.
- Topal, M., Arslan, E.I., 2008. Biyokütle enerjisi ve Türkiye. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, 241-247, 17-19 Aralık, İstanbul.
- TUİK, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu, Geçerli adres URL: <http://www.tuik.gov.tr/> (Erişim: 25.03.2014).
- Ünal, H., Alibaş, K., 2002. Biyokütle enerji kaynağı olarak ayçiçeği sapının yakılması ve baca gazı emisyonlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 113-128.
- Yaşam, 2015. Atıklara ait ısı değerleri. Geçerli adres URL: [http://http://www.yasam.com.tr/liste\\_goster.asp?id=37](http://http://www.yasam.com.tr/liste_goster.asp?id=37), (Erişim tarihi: 13.03.2015).
- Yıldırım, R.G., 2003. Dünyada ve Türkiye'de biyokütle enerjisi, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, 357-360, 3-4 Ekim 2003, Kayseri.



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.309225



## Analysis of factors influencing the opinions of fresh fruits and vegetables consumers on food safety

Özge Can Niyaz<sup>a\*</sup>, Nevin Demirbaş<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Çanakkale Onsekiz Martı U, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, 17100 Çanakkale/Turkey

<sup>b</sup>Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics

\*Corresponding author/sorumlu yazar: ozgecanniyaz@comu.edu.tr

Geliş/Received 26/04/2017

Kabul/Accepted 13/10/2017

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the factors that influence opinions of fruits and vegetables consumers' in Çanakkale province in terms of food safety. Data for the study were collected from 166 consumers, determined by means of Propositional Random Sampling. Factor Analysis and Binary Logistic Regression Analysis were used to analyze the data. According to the research, quality problems and the possibility of physical and chemical fraud in fruits and vegetables in terms of food safety proved to have a negative impact on consumer opinions towards fruits and vegetables, whereas locally produced fruits and vegetables affected the consumer opinions positively.

### Keywords:

Consumer opinions  
Food safety  
Fresh fruits  
Fresh vegetables

### Yaş meyve sebze tüketicilerinin gıda güvenliği hakkındaki düşüncelerini etkileyen faktörlerin analizi

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Çanakkale ilindeki yaş meyve ve sebze tüketicilerinin gıda güvenliği ile ilgili görüşlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesidir. Çalışmada kullanılan veriler Oransal Örneklemme Formülü ile seçilen 166 tüketiciden elde edilmiştir. Verilerin analizinde Faktör Analizi ve İkili Lojistik Regresyon Analizi kullanılmıştır. Araştırmaya göre, kalite sorunu ile fiziksel ve kimyasal hileler yapılması ihtimali yaş meyve ve sebze tüketicilerinin gıda güvenliği açısından düşüncelerini olumsuz etkilerken, yerel olarak üretilen yaş meyve ve sebzeler ise tüketicilerin gıda güvenliği hakkındaki görüşlerini olumlu etkilemektedir.

### Anahtar kelimeler:

Tüketici düşünceleri  
Gıda güvenliği  
Yaş meyve  
Yaş sebze

© OMU ANAJAS 2018

### 1. Introduction

Nowadays, health is one of the world's major concerns (OECD, 2010). Because healthy nutrition is essential in the prevention of diet-related chronic diseases (Choi and Zhoa, 2014), consumers have become increasingly aware of the influence of food on health conditions (Weisong et al., 2015). The increased concern of consumers about wellness and health have made a significant contribution to the growing demand for health foods (Edward et al., 2013). As personal income has risen, consumers have become more focused on food safety (Hadi et al., 2010; Marcolini et al., 2013). Without a doubt, the safety of fresh products due to their perishability is more important for consumers (Jacxsens et al., 2015).

Fresh fruits and vegetables are highly perishable

products that can easily spoil or deteriorate during handling throughout the supply chain, from the farmer to the final retailer (UN, 2007). Nevertheless, fresh fruits and vegetables are a significant nutrition source and an integral part of a healthy, balanced diet (FAO, 2016). Newly published World Health Organization (WHO)/Food and Agriculture Organization (FAO) report recommends to consumption of a minimum of 400 g of fresh fruits and vegetables per day for the prevention of chronic illnesses, in addition to the prevention and alleviation of several micronutrient deficiencies, especially in less developed countries (WHO, 2016). However, an increase in outbreaks of illnesses associated with the consumption of fresh agricultural produce has been observed (UM, 2010). In addition, food safety problems related to the consumption of fresh fruits and vegetables contaminated

with microorganisms are increasing. Recent foodborne outbreaks related to the consumption of leafy greens, tomatoes, sprouts and green peppers prove that the consumption of contaminated agricultural produce is one of the causes of foodborne disease (WHO, 2011).

Turkey is an important fruits and vegetables exporter. Due to the residues on fruits and vegetables, occasionally some problems may arise during export. According to The Rapid Alert System for Food and Feed (RASSF) 2014, residues were found on some fruits and vegetables exported from Turkey to the EU, the most important group of importing countries (EC, 2014). Residues on fruits and vegetables and other food safety problems influence consumer opinions in domestic consumption as well. During the last decade, several studies have been done on food safety for fruits and vegetables worldwide (Oger et al., 2001; Canavari et al., 2002; Harker et al., 2003; Berdegue et al., 2005; Oraman and Unakitan, 2010; Yahaya et al., 2015).

Situated by the sea, Canakkale is an important province in terms of fruits and vegetables production on account of its suitable climate and geographic location. According to the average of 2011-2013, in Turkey the share of fresh fruits and vegetables in the marketed crop product value was 62.8 %. During the same period, the share of these products in Canakkale province's total crop product value was 50.2 % (TURKSTAT, 2015).

Although fresh fruits and vegetables are a constant element of a healthy diet, due to some wrongful practices in the production and supply chain, fresh fruits and vegetables may cause diseases; this fact gives rise to concern (WHO, 2011). For that reason, provision of food safety for fresh fruits and vegetables is difficult in Turkey as in many other countries but it is essential (WHO, 2016). For this purpose, in fresh fruits and

vegetables consumption in terms of food safety, identifying consumer attitudes and preferences is the starting point of development of the measures in this regard (Safefood, 2007; Haghiri et al., 2009). Because of these reasons, in this study the factors that influence opinions of consumers who live in Canakkale province towards fruits and vegetables in terms of food safety were examined.

## 2. Framework of The Research

All hazards causing food to become injurious to consumer health are included in the concept of food safety (FAO, 2003; Grunet, 2005). Protection from hazards is expected by the consumers along the entire food chain, from primary producer to consumer. Improper agricultural practices; poor hygiene at all stages of the food chain; misuse of chemicals; contaminated raw materials, ingredients and water; inadequate or improper storage, etc. are among the factors that contribute to potential hazards in foods (FAO, 2003). Likewise, risk of practices, procedures and processes which often lead to outbreaks of foodborne diseases are known. It has been put forth that that these factors are more or less the same in many countries in the world (Ehiri and Morris 2008). Price of products (Wilcock et al., 2004), quality and freshness of products (Yeung and Morris, 2001), appearance of the products and certificated products (Krystallis and Chryssohoidis, 2005), income of consumers (Baker, 2003), locality and food fraud are among other factors effective on food safety. Figure 1 indicates the factors of food safety according to the results acquired in the literature.

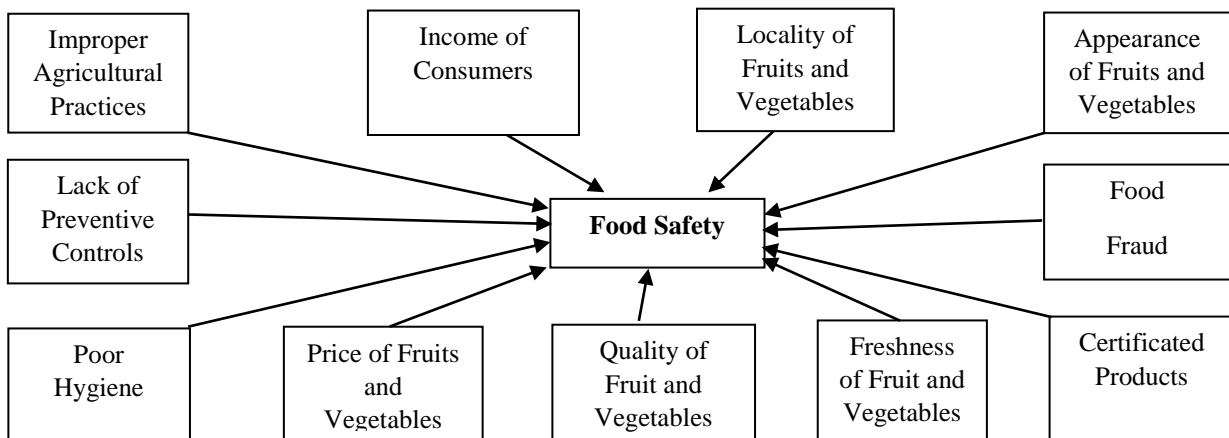


Figure 1. Factors that influence the food safety in the research

In this study, as a result of the literature review, 35 items with 5-Likert-Scale were used which are thought to be effective on consumer opinions on food safety have been prepared and asked to the consumers through the questionnaire form. The items are used in the questionnaire are given in Table 1.

Turkey is one of the world's leading countries in terms of fresh fruits and vegetables production and export (Niyaz and Demirbaş, 2011; IIB, 2014). Nevertheless, fresh fruits and vegetables exported in the past years have been returned to Turkey due to residual problems and other food safety standards. Fruits and



vegetables that can not be exported are introduced to the domestic market (GGH, 2016). In addition, there are important food safety problems with fresh fruits and vegetables that are offered domestic, independently

(EC, 2014). Food safety in fresh fruits and vegetables in Turkey is an important problem. Therefore, it is important to investigate the factors influencing opinions of consumers who are directly affected by this problem.

Table 1. Items on food safety in fresh fruits and vegetables obtained from related literature

Variables	Scales
Careful pesticide application (Safefood, 2007:p.43)	1= Strongly Disagree 2= Disagree 3= Neither Agree nor Disagree 4= Agree 5= Strongly Agree
Careful fertilizing (Yılmaz et al., 2010:p.144)	
Considering the presence of chemical fertilizer residues on fruits and vegetables (Obana et al., 2013:p.1)	
Considering food safety provision from farm-to-table production poor (FAO, 2003:p.3)	
Lack of control on farms (Safefood, 2007:p.27)	
Lack of control during sales stage (Bal et al., 2006 :p.16; Safefood, 2007:p.70)	
Provision of traceability (Liao et al., 2011:p.1)	
Compliance with hygiene regulations of the salesrooms (Sayın et al., 2011:p.1)	
Considering spraying water onto fruits and vegetables in certain time intervals wrong (USHHSFDA, 1998:p.16).	
Finding organic products safer according to conventional (D'Amato and Falzon, 2014:p.255)	
Finding Good Agricultural Practices (GAP) products safer according to conventional (Trienekens and Zuurbier, 2008:p.112)	
Preferring affordable organic products (Bal et al., 2006 :p.12; Safefood,2007:p.18)	
Preferring affordable GAP production (Bal et al., 2006:p.12)	
Not reducing the amount of purchasing for certified (organic or GAP) products (Safefood, 2007:p.18)	
Considering ISO, HACCP certified businesses reliable (Trienekens and Zuurbier, 2008:p.111)	
Considering fruits and vegetables of poor quality (Harker et al., 2003:p.337)	
Not setting aside quality when looking for affordable products (Cassady et al., 2007:p. 1914)	
Considering absence of size and color standardization (Berdegue et al., 2005:p.255)	
Considering packaging factor influential (Garaert et al., 2004 :p.259)	
Paying attention to fresh consumption (Bond et al., 2009 :p.61)	
Paying attention to seasonal consumption (Bond et al, 2009: p.61)	
Not preferring processed products to fresh products (Bond et al., 2009:p.61)	
Negative influence on purchasing decision due to worms and insects found in fruits and vegetables (Kays, 1999:p.233)	
Negative influence on purchasing decision due to fruits and vegetables damage (Kays, 1999:p.233)	
Selling non-fruit/vegetables objects with food damage as fruits and vegetables (Bucher et al., 2012:p.1553).	
Thinking that the color of market umbrellas and light fraud show fruits and vegetables brighter than they actually are	
Finding local products safe (Onazaka et al., 2010:p.2; Bond et al., 2009:p.61)	
Paying attention to local brands consumption (Bond et al., 2009:p.61)	
Sufficient income for fruit and vegetable consumption in desired quality and quantity (Cassady et al., 2007:p. 1909)	
Considering fruits and vegetables prices affordable (Cassady et al., 2007:p. 1909)	
Reduction of the consumption amount caused by increased price (Yiridoe et al, 2005:p.193)	
Preferring cheap fruits and vegetables salesrooms even if they are far away (Cassady et al., 2007:p. 1914)	
Orientation of quality products to very affordable prices (Yiridoe et al, 2005:p.193)	
Considering organic and GAP products expensive (Yiridoe et al., 2005:p.193)	
Not purchasing GAP products that are hard to buy (Safefood, 2007:p.18)	

### 3. Materials and Methods

The main material for the current research consisted of the data gathered through the survey conducted in

2015 among consumers in the center of Canakkale province. The sample size was determined by the proportional sampling method (USDA, 2008; FAO, 2017), based on fruits and vegetables consumers, using

the formula below:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{d^2}$$

n= sample size

z<sup>2</sup>= confidence factor of the desired confidence level  
(2.58 for 99 %)

p= population ratio

d= margin for error

$$\frac{2.58^2 \cdot (0.5) \cdot (0.5)}{(0.10)^2} = 166$$

n is the sample size, z is the table value of confidence level (assumed to be 99 %), p is the probability of the examined situation occurring (p=0.5 is used due to the absence of preliminary information concerning consumer food safety awareness levels about fruits and vegetables), q is the probability of the situation not occurring (q=1-p), and d is the margin for error (assumed to be 10 %). The estimated sample size was calculated to be 166 and was distributed proportionally according to the population.

There are seven districts in the center of Canakkale province. According to the income groups (1=0-1000 Turkish Liras, 5=2500 Turkish Liras or more), these districts are divided into five (1=Lowest income group, 5=Highest income group). 166 surveys were conducted in the seven districts in accordance with the income groups by means of face-to-face meetings with the fresh fruits and vegetables consumers living in these districts.

Factor Analysis and Binary Logistic Regression (BLR) Analysis were used in turn to analyze the data. Likert Scale is a commonly accepted and widely used measure (Elaine and Chirstopher, 2007). Items prepared by means of a Five-Point Likert Scale were used to determine the factors affecting consumer opinions towards fresh fruits and vegetables in terms of food safety. Reliability Analysis was used to determine the reliability of the scale used in the research. In Reliability Analysis, a value coefficient between 0 and 1 is defined as Cronbach's Alpha coefficient. The value of this coefficient should be greater than 0.60 for a reliable scale (Cronbach, 1951).

Factor Analysis is a method used to convert the data sets of interrelated variables, independent variables and a smaller number of new variables, to group these data sets or to describe the common factors of the assumed event (Özdamar, 2013). In case of a proper factorization, a) reduction of variables is required, b) separation between generated new variables or factors must be provided, and c) the obtained results, in other words the obtained factors, are required to be significant (Tabachnick and Fidell, 2001).

In this study, prepared with the Five-Point Likert Scale (Norman, 2010) and Factor Analysis, a large number of items (35) related to food safety for fresh fruits and vegetables was classified into a smaller number of groups.

BLR allows the examination of possible

relationships between qualitative dependent variables and quantitative or qualitative independent variables (Tranmer and Elliot, 2005). BLR, when two or multi-class discontinuous variables cause degradation of the assumption of normality, is an alternative to Linear Regression Analysis (Özdamar, 2013). In this study, all factors obtained from Factor Analysis were included in BLR Analysis as independent variables. Within the scope of this study, the factors influencing consumer opinions to fruits and vegetables safety were grouped as follows: 1=Yes (Safe), 2=No (Unsafe). These variables were used in BLR analysis as dependent variables. The Hosmer and Lemeshow (Hosmer and Lemeshow, 2000) test statistic was used to identify whether the BLR model, which includes influential variables, is meaningful or not from the point of fresh fruits and vegetables consumers with regard to their opinions on the safety of the products they consume.

## 4. Findings

### 4.1. General Characteristics of Fresh Fruits and Vegetables Consumers

According to the survey results, 50 % of the consumers were women. Approximately 51 % and 20.5 % of the consumers underwent fewer than 9 and more than 11 years of education, respectively. The proportion of families consisting of less than five members was founded to be 66 %. Approximately 57.2 % of the fresh fruits and vegetables consumers have monthly household incomes of 625 Euros or less. About 89.2 % of fresh fruits and vegetables consumers have monthly food expenses of 250 Euros or less, and 69 % spend 50 Euros or less on fresh fruits and vegetables. Among the consumers, (36.1 %) think that food safety is very important, (36.1 %) think that it is important, (3.6 %) think that it is not important and (10 %) are not sure about this. While 79.5 % of the consumers think that food safety is effective on the purchase decision of fresh fruits and vegetables, 10.5 % of them do not agree to this idea.

### 4.2. Factors Associated with Fresh Fruits and Vegetables Consumer Opinions with Regard to Food Safety

Within the scope of this study, items prepared by the Five-Point Likert Scale and related to opinions of fresh fruits and vegetables consumers and consumption in terms of food safety are presented. Primarily, Reliability Analysis was applied to determine the reliability of the scale used and to establish whether or not the responses to the 35 items were consistent. As a result of the analysis, the scale proved to be robustly reliable with the value of Cronbach's Alpha value of 0.691. This value indicates that the scale used in the study is reliable.

In the studies in the social sciences sciences, to be

able to do Factor Analysis the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) value is expected to be above 0.5. In the current study, the KMO value obtained from the items was calculated as 0.633 and was determined to be appropriate for Factor Analysis. In addition, taking sigma value smaller (0.000) than 0.05 in Bartlett's Test of Sphericity is another indicator of the applicability of the items.

In this study, Eigenvalues of the total variance explained method were taken into account in the determination of the number of factors. The number of variables with Eigenvalues greater than one determined the number of factors. In factor naming, a correlation coefficient showing the relationship between variable and common factors benefited from the factor scores (Field, 2006). In social sciences although factor scores

change, the smallest factor score value as 0.30 is accepted (DiStefano et al., 2009). In factor naming, the greatest factor score or common features of several factors are considered. For this study, the number of variables with Eigenvalues above one so the number of factors was determined as 11. The description rate of the 11 factor variables is 65.049 %.

After determination of the number of model factors, the number of variables in each factor and distribution of variables according to the factor were determined. Thus, the factor scores of each factor were calculated. Factor scores indicate the significance of variables in each factor. Accordingly, items related to attitudes and preferences of the fresh fruits and vegetables consumers in terms of food safety and the factor scores of these items were grouped into 11 factors (Table 2).

Table 2. Factor scores of the items from fresh fruits and vegetables consumers within the scope of this research

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lack of control during sales stage	<b>0.846</b>	-0.061	-0.083	0.055	-0.189	-0.135	-0.031	-0.002	0.024	0.102	-0.036
Lack of control on farms	<b>0.818</b>	-0.061	-0.043	-0.062	-0.118	-0.004	-0.118	0.002	-0.075	0.110	-0.093
Careful fertilizing	<b>0.658</b>	-0.050	0.064	0.304	0.292	0.131	0.109	0.093	0.095	-0.241	-0.018
Careful pesticide application	<b>0.621</b>	-0.089	0.130	0.167	0.264	0.215	0.026	0.027	-0.023	-0.314	-0.043
Compliance with hygiene regulations of the salesrooms	<b>0.554</b>	0.006	-0.086	-0.098	-0.191	0.337	0.038	0.005	0.238	0.205	0.133
Provision of traceability	<b>0.508</b>	0.084	0.067	0.006	0.099	0.224	0.259	0.038	0.083	0.184	-0.172
Considering the presence of chemical fertilizer residues on fruits and vegetables	<b>-0.481</b>	-0.009	0.356	0.037	-0.007	-0.136	-0.004	0.302	0.054	0.343	-0.162
Preferring affordable GAP production	-0.004	<b>0.871</b>	0.087	0.141	0.021	0.032	-0.056	0.175	-0.016	-0.055	0.055
Preferring affordable organic products	-0.048	<b>0.855</b>	0.076	0.107	0.132	-0.030	0.024	0.159	0.055	-0.070	0.090
Not reducing the amount of purchasing for certified (organic or GAP) products	-0.105	<b>0.603</b>	0.159	0.136	-0.200	-0.039	0.188	-0.062	0.223	0.045	-0.071
Not purchasing GAP products that are hard to buy	-0.026	<b>0.474</b>	0.116	0.183	-0.324	0.030	0.255	-0.318	0.208	-0.083	-0.033
Not setting aside quality when looking for affordable products	-0.028	<b>0.434</b>	0.259	-0.145	0.186	-0.074	-0.218	-0.031	-0.293	0.419	-0.248
Paying attention to seasonal consumption	0.034	0.034	<b>0.834</b>	0.101	-0.095	-0.068	-0.035	0.025	0.071	0.075	0.119
Paying attention to local brands consumption	-0.039	0.223	<b>0.768</b>	-0.028	0.039	-0.013	-0.118	0.007	-0.034	-0.098	0.079
Paying attention to fresh consumption	-0.042	0.070	<b>0.712</b>	0.122	-0.109	0.134	0.076	0.169	-0.094	-0.115	-0.083
Finding organic products safer according to conventional	0.035	0.145	-0.051	<b>0.887</b>	-0.026	0.056	-0.024	0.001	-0.026	-0.005	-0.017
Finding GAP products safer according to conventional	0.044	0.111	0.150	<b>0.813</b>	-0.085	0.005	-0.143	0.021	0.037	0.048	-0.011
Considering packaging factor influential	0.117	0.167	0.285	<b>0.500</b>	0.147	-0.174	0.244	0.045	0.063	0.126	0.249
Considering ISO, HACCP certified businesses reliable	0.026	0.093	0.012	<b>0.485</b>	-0.007	0.371	0.053	0.273	-0.226	0.165	0.116
Considering organic and GAP products expensive	0.010	-0.023	0.001	-0.154	<b>0.714</b>	0.037	-0.082	-0.145	-0.030	0.121	0.032
Reduction of the consumption amount caused by increased price	-0.118	0.050	-0.049	0.071	<b>0.678</b>	-0.067	0.067	0.044	-0.005	-0.169	-0.041
Orientation of quality products to very affordable prices	0.299	-0.042	-0.060	0.147	<b>0.566</b>	-0.014	-0.290	0.067	0.186	0.112	0.054

Table 2 (continued). Factor scores of the items from fresh fruits and vegetables consumers within the scope of this research

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Considering fruits and vegetables prices affordable	0.177	-0.121	0.040	-0.003	<b>-0.455</b>	0.362	0.131	-0.151	-0.218	0.193	-0.389
Sufficient income for fruit and vegetable consumption in desired quality and quantity	0.160	0.159	0.261	0.289	<b>-0.443</b>	0.376	-0.047	-0.048	0.077	0.118	-0.078
Considering fruits and vegetables of poor quality	0.031	-0.041	-0.044	-0.002	-0.053	<b>0.771</b>	0.016	0.053	0.021	-0.028	-0.034
Considering food safety provision from farm-to-table production poor	0.480	-0.010	0.076	0.083	0.011	<b>0.636</b>	0.041	-0.164	0.103	0.063	0.017
Preferring cheap fruits and vegetables salesrooms even if they are far away	0.090	0.043	-0.029	-0.073	0.213	0.003	<b>-0.709</b>	-0.063	0.049	-0.121	0.138
Considering absence of size and color standardization	0.147	0.171	-0.125	-0.197	0.045	0.083	<b>0.664</b>	0.059	0.041	-0.057	0.165
Negative influence on purchasing decision due to worms and insects found in fruits and vegetables	0.128	0.090	0.006	0.164	-0.052	-0.048	-0.002	<b>0.810</b>	0.008	-0.020	-0.046
Negative influence on purchasing decision due to fruits and vegetables damage	-0.148	0.144	0.315	-0.084	0.054	0.057	0.176	<b>0.596</b>	-0.096	0.044	0.061
Thinking that the color of market umbrellas and light fraud show fruits and vegetables brighter than they actually are	-0.022	-0.057	0.211	-0.002	0.039	-0.091	0.171	-0.027	<b>-0.773</b>	-0.133	0.070
Considering spraying water onto fruits and vegetables in certain time intervals wrong	0.100	0.169	0.198	-0.042	0.135	-0.026	0.185	-0.127	<b>0.657</b>	-0.080	-0.063
Finding local products safe	0.085	-0.122	-0.118	0.166	-0.082	0.141	0.093	0.046	0.069	<b>0.717</b>	0.164
Not preferring processed products to fresh products	0.265	-0.063	-0.194	0.274	0.100	-0.230	0.310	-0.281	0.067	<b>0.364</b>	0.043
Selling non-fruit/vegetables objects with food damage as fruits and vegetables	-0.114	0.029	0.123	0.062	0.038	-0.007	0.002	-0.032	-0.144	0.135	<b>0.857</b>

The final stage of Factor Analysis is naming the factors obtained from variables. During factor naming either the highest factor score is taken as a basis or a common name is generated to represent a group. Factor naming, obtained from the items related to fresh fruits and vegetables consumers, is presented in Table 3.

#### 4.3. Variables That Influence Fresh Fruits and Vegetables Consumer Opinions on the Safety of Products

BLR analysis, which contains two answers (yes/no, exists/doesn't exist) based on dependent variables (Hosmer and Lemeshow, 2000; Tranmer and Elliot, 2005), is a Logistic Regression Analysis. BLR Analysis was used to determine which variables are influential on fresh fruits and vegetables consumer opinions on the safety of the products they consume. The dependent variable of BLR in this study was "fresh fruits and vegetables consumer opinions on food safety and they consume was coded as follows: safe=1, unsafe=2".

In this study, factors obtained from Factor Analysis were used as independent variables in BLR analysis. Scores derived from Factor Analysis were used with highest efficiency in Regression Models to eliminate problems such as multicollinearity (Zhu, 2009). In various studies factors obtained from Factor Analysis were included into Regression Analysis as independent variables (Sakar et al., 2011). Variables that influence

fresh fruits and vegetables consumer opinions on the safety of the products they consume are presented in Table 4 by means of the BLR Model.

According to the Hosmer-Lemeshow test, owing to the Chi-square value  $3.244 > 0.918$  and sigma value  $0.918 > 0.05$ , the model was considered meaningful and valid.

In accordance with the model results, from the point of view of fresh fruits and vegetables consumers in the studied area, independent variables such as "quality problems factor", "physical fraud factor", "chemical fraud factor" and "local products factor", were stated to be influential on product safety.

The quality problems factor is significant at the 1 % level and the coefficient sign is negative. Accordingly, when quality problems increase the possibility of fresh fruits and vegetables consumers considering products safe decreases. When the quality of fresh fruits and vegetables increases, opinions on safety also increase.

The physical fraud factor is significant at the 5 % level and the coefficient sign is negative. In accordance with this, increase of the physical fraud factor will decrease the possibility of considering products safe by fresh fruits and vegetables consumers. Generally, physical attributes with reference to the salesrooms (making fruits and vegetables colors brighter with the help of market umbrellas, etc.) are perceived by the consumers and thus reduce consumer trust in the products they consume.

Table 3. Naming of judicial factors obtained from consumers of fresh fruit and vegetables

Variable (Item) name	Factor name
Lack of control during sales stage	1-Insufficient control
Lack of control on farms	
Careful fertilizing	
Careful pesticide application	
Compliance with hygiene regulations of the salesrooms	
Provision of traceability	
Considering the presence of chemical fertilizer residues on fruits and vegetables	2-Income
Preferring affordable GAP production	
Preferring affordable organic products	
Not reducing the amount of purchasing for certified (organic or GAP) products	
Not purchasing GAP products that are hard to buy	3-Freshness
Not setting aside quality when looking for affordable products	
Paying attention to seasonal consumption	
Paying attention to local brands consumption	4-Certified products
Paying attention to fresh consumption	
Finding organic products safer according to conventional	5-Price
Finding GAP Practices products safer according to conventional	
Considering packaging factor influential	
Considering ISO, HACCP certified businesses reliable	
Considering organic and GAP products expensive	
Reduction of the consumption amount caused by increased price	6-Quality Problems
Orientation of quality products to very affordable prices	
Considering fruits and vegetables prices affordable	
Sufficient income for fruit and vegetable consumption in desired quality and quantity	7-Standardization
Considering fruits and vegetables of poor quality	
Considering food safety provision from farm-to-table production poor	8-Bad appearance
Preferring cheap fruits and vegetables salesrooms even if they are far away	
Considering absence of size and color standardization	9-Physical fraud
Negative influence on purchasing decision due to worms and insects found in fruits and vegetables	
Negative influence on purchasing decision due to fruits and vegetables damage	10-Local products
Thinking that the color of market umbrellas and light fraud show fruits and vegetables brighter than they actually are	
Considering spraying water onto fruits and vegetables in certain time intervals wrong	11-Chemical fraud
Finding local products safe	
Not preferring processed products to fresh products	
Selling non-fruit/vegetables objects with food damage as fruits and vegetables	

Table 4. Variables that influence considering production safe by fresh fruits and vegetables consumers

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Coefficient	0.154	0.181	0.725	1	0.395	1.167
Insufficient control	-0.205	0.183	1.256	1	0.262	0.815
Income	0.098	0.179	0.297	1	0.586	1.103
Freshness	0.198	0.178	1.239	1	0.266	1.219
Certified products	0.013	0.190	0.005	1	0.946	1.013
Price	0.148	0.187	0.626	1	0.429	1.159
Quality Problems	-1.042	0.217	22.965	1	0,000*	0.353
Standardization	0.046	0.188	0.061	1	0.805	1.048
Bad appearance	-0.033	0.180	0.034	1	0.853	0.967
Physical fraud	-0.431	0.199	4.670	1	0.031**	0.650
Local products	0.484	0.195	6.150	1	0.013**	1.623
Chemical fraud	-0.336	0.185	3.315	1	0.069***	0.715

\*Significant at level %1, \*\*Significant at level % 5,\*\*\* Significant at level % 10.

The local products factor is significant at the 5 % level and the coefficient sign is positive. According to this, increasing the number of local products among the

product options improves the possibility of fresh fruits and vegetables consumers. Consumers in the studied area consider local products to be safer compared to

imported products.

The chemical fraud factor is significant at the 10 % level and the coefficient sign is negative. In reference to this, increased chemical fraud will result in a decrease in the possibility of fresh fruits and vegetables consumers considering products safe. The application of chemicals, which changes fresh fruits and vegetables characteristics such as color and smell or makes objects that are not fruits or vegetables look like them, creates a serious threat in terms of public health.

On the other studies, Baker (1999) confirms that consumers prefer reduced pesticide and safer products and they are willing to pay more for these products. Whereas similar to this study and that of Baker (1999), Harker et al. (2003) determined that the pesticide and quality are among factors affecting the opinions of consumers, it was put forth in another study carried out by Yahaya et al. (2015) that the experience of suffering from vegetable borne diseases also have positive impact on the willingness to pay of consumers. As seen in this and other related studies in the literature, there are many different variables that are effective on the food safety perception of consumers regarding fruits and vegetables. The common point of the aforementioned studies is the importance given by the consumers to food safety and quality for fruits and vegetables.

## 5. Conclusion

In this study, attitudes and preferences of fresh fruits and vegetables consumers in Canakkale are investigated, an important fresh fruits and vegetables production and consumption region in Turkey. It is found that consumers are negatively affected by "quality problems" and "physical and chemical fraud factors". Product quality expectations of fresh fruits and vegetables consumers are high. "Local products factor" is affecting positively considering fruits and vegetables safe.

Research results related to agricultural production and trade in agricultural products, along with food safety measures, suggest that some local improvements are required. Turkey has a large geographical area with various levels of production and consumption. Consequently, with respect to food safety, there is need for research in different regions in order to raise awareness and identify consumer expectations on this subject. This study in general is considered to inform the sectors involved in fresh fruits and vegetables production and trade, and particularly local governments, on the subject of taking necessary measures. The results of this research present educators, researchers, local governments, farmers and marketers with an opportunity to use knowledge of consumer preferences for fresh fruits and vegetables in terms of food safety to solve the current problems in meeting the needs of consumers.

It was put forth as a result of this study that food safety is a very important factor in the decision to

purchase fresh fruits and vegetables. In addition, there are also some problems in the current marketing of fruits and vegetables that have adverse effects on the food safety expectations of consumers. For this reason, some proposals have been given below for the government, farmers, consumers and researchers in order to provide food safety for the consumption of fresh fruits and vegetables.

Proposals for the government; food safety standards should be taken into account in the legal area and in the application fields in order to ensure food safety for fresh fruits and vegetables. So, the farmers, suppliers and retailers of fresh fruits and vegetables that fail to meet the standards must be punished with various sanctions. All the controls and inspections must be carried out in a serious manner from the farm to the fork.

Proposals for farmers; farmers should be made aware of the use of pesticides and chemical fertilizers. Standard values and current values for food safety must be given on the packs of products and bulk identification cards of bulk products. It should be ensured that farmers the products of whom have chemical residue above standards must be punished by disclosing them to the market.

In addition, these farmers may be prohibited from production for a certain period of time by obstructing production places. Preclusion of these farmers from agricultural support is another suggestion.

Proposals for consumers; consumers tend to the most suitable and healthy option for themselves. However, many food safety indicators are not visible to the naked eye.

Consumers should be required to have food safety certificates identity which are taken from laboratories accredited in all fresh fruits and vegetables consumed, through non-governmental organizations and the certificates should be prepared in a simple manner thereby allowing any consumer to understand.

Proposals for researchers; this research could only be carried out in the province of Canakkale due to constraints of time and budget. Carrying out this study in other provinces or countries will enable us to reach new conclusions and make comparisons among can those regions.

## References

- Baker, G. A., 1999. Consumer preferences for food safety attributes in fresh apples: market segments, consumer characteristics and marketing opportunities. *Journal of Agricultural Resource and Economic*, 24(1):80-97.
- Baker, G. A., 2003. Food safety and fear: factors affecting consumer response to food safety risk. *International Food and Agribusiness Management Review*, 6(1):1-11.
- Bal, S. H., Göktoġa Z. G., Karakacı, O., 2006. Gıda güvenliği konusunda tüketicilerin bilincinin incelenmesi: Tokat ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi* 12(1): 9-18.
- Berdegue, J. A., Balsevich, F., Flores, L., Reradon, T., 2005. Central American supermarkets' private standards of

- quality and safety in procurement of fresh fruits and vegetables. *Food Policy*, 30(3): 254-269.
- Bond, J. K., Thilmany, D., Bond, C., 2009. What influences consumer choice of fresh produce purchase location? *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 41(1): 61-74.
- Bucher, T., Van der Horst, K., Siegrist, M., 2012. The fake food buffet-a new method in nutrition behaviour research. *British Journal of Nutrition*, 107(10):1553-1560.
- Canavari, M., Bazzani, G. M., Spadoni, R., Regazzi, D., 2002. Food safety and organic fruit demand in Italy: a survey. *British Food Journal*, 104(3/4/4): 220-232.
- Cassady, D., Jetter, K. M., Culp, J., 2007. Is price a barrier to eating more fruits and vegetables for low-income families? *Journal of American Dietetic Association*, 107(11): 1909-1915.
- Choi, J., Zhao, J., 2014. Consumers' behaviors when eating out: does eating out change consumers' intention to eat healthily? *British Food Journal*, 116(3): 494-509.
- Cronbach, L. J., 1951. Coefficient Alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika Journal*, 16(3): 297-334.
- D'Amato, P. M., Falzon, J., 2014. Why do some consumers prefer organic food? A discourse analytical perspective. *Journal of Food Products Marketing*, 21(3): 255-273.
- DiStefano, C., Zhu, M., Mindrila, D., 2009. Understanding and using factor scores: considerations for the applied researcher. *Practical Assessment Research and Evaluation*, 14(20):1-11.
- Edward, S., Wang, T., Li, Y. L. 2013. The effect of stress and visible health problems on the intent to continue health food consumption. *British Journal Food*, 117(1): 302-317.
- Ehiri, J. E., Morris, G. P., 2008. Food safety control strategies: A critical review of traditional approaches. *International Journal of Environmental Health Research*, 4:254-263.
- Elaine, A. I., Christopher, A. S., 2007. Licert Scales and data analysis. *PreQuest*, 40(7): 64-65.
- European Commission (EC). 2014. Rapid alert system for food and feed (RASFF). Annual Report, Belgium.
- Field, A., 2006. Reliability analysis. *Research methods II*. London, UK.
- Food and Agriculture Organization (FAO)., 2003. Assuring food safety and quality: guidelines for strengthening national food control systems. Paper 76. Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization (FAO)., 2016. Promotion of Fruits and Vegetables for Health. Report of the Pacific Regional Workshop. Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization (FAO)., 2017. Marketin Research and Information Systems. Chapter 7: Sampling in Marketin Research Corporate Document Repository. Available from URL: <http://www.fao.org/docrep/w3241e/w3241e08.htm> [Accessed: 28 March 2017].
- Garaert, P., Verbeke, W., Devlieghere, F., Debevere, J., 2004. Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference*, 15(3): 259-270.
- Gıda Güvenliği Hareketi (GGH) 2016. Available from URL: <http://www.gidahareketi.org/> [Accessed: 14 December 2016].
- Grunet, K.G., 2005. Food quality and safety: consumer perception and demand. *European Review of Agricultural Economics*, 32(3):369-361.
- Hadi, A.H.I.A., Selamat, J., Shamsudin, M.N., Radam, A., 2010. Demand for food safety attributes for vegetables in Malaysia. *Environment Asia*, 3(Special Issue): 160-167.
- Haghiri, M., Hobbs, J.E., McNamara, M.L., 2009. Assessing consumer preferences for organically grown fresh fruit and vegetables in Eastern New Brunswick. *International Food and Agribusiness Management Review*, 12(4): 81-100.
- Harker, F.R., Gunson, A.F., Jaeger, S.R., 2003. The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes and preferences for apples. *Postharvest Biology and Technology*, 28(3):333-347.
- Hosmer, D.W., Lemeshow, S., 2000. *Applied Logistic Regression*, 2nd edition. John Wiley, New York, USA.
- İstanbul İhracatçı Birlikleri (İBB). 2014. Yaş meyve raporu 2023. Available from URL: <http://www.iib.org.tr/tr/birliklerimizyas-meyve-sebze-ihracatcilari-birligi.html>. [Accessed: 14 December 2016].
- Jacxsens, L., Boxstael, S.V., Nanyunja, J., Jordaan, D., Lunin, P., Uyttendaele, M., 2015. Opinions on fresh produce food safety and quality standards by fresh produce supply chain experts from the Global South and North. *Journal of Food Protection*, 78(10): 1914-1924.
- Kays, S.J., 1999. Preharvest factors affecting appearance. *Proharvest Biology and Technology*. 15(3):233-247.
- Krystallis, A., Chrysosoidis, G., 2005. Consumers willingness to pay for organic food: factors that affect it and variation per organic product type. *British Food Journal*, 107(5): 320-343.
- Liao, P.A., Chang, H.H., Chang, C.Y., 2011. Why is the food traceability system unsuccessful in Taiwan? Empirical evidence from a national survey of fruit and vegetable farmers. *Food Policy*, 36:686-693.
- Marcolini, C.M., Rosa, M.P., Zafra, E.L. 2013. Designations and consumer perceptions: an experimental study and implications for agricultural policy. *British Food Journal*, 117(3):1188-1204.
- Niyaz, Ö.C., Demirbaş, N., 2011. Türkiye yaş meyve üretim ve ihracatının son on yıllık döneminin değerlendirilmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 17: 37-45.
- Norman, G., 2010. Likert Scales, levels of measurement and the "laws" of statistics. *Advances in Health Sciences Education*, 15(5): 625-632.
- Obana, H., Okihashi, M., Akutsu, K., Kitagawa, Y., Hori, S., 2003. Determination of neonicotinoid pesticide residues in vegetables and fruits with solid phase extraction and liquid chromatography mass spectrometry. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 51: 2501-2505.
- Oger, R., Woods, T.A., Albert, P. J., Allan, D., 2001. Food safety in the U.S. fruit and vegetable industry: awareness and management practices of producers in Kentucky. *Agricultural Economics Staff Paper*, University of Kentucky College of Agriculture, Department of Agricultural Economics. Kentucky, USA.
- Onazaka, Y., Nurse, G., McFadden, D.T., 2010. Local food consumers: how motivations and perceptions translate to buying behavior. *Choices, The Magazine of Food, Farm and Resource Issues; A Publication of Agricultural Applied Economics Association*, 25(1):1-6.
- Oraman, Y., Unakitan, G., 2010. Analysis of Factors Influencing Organic Fruit and Vegetable Purchasing in Istanbul, Turkey. *Ecology of Food and Nutrition*, 49(6):452-466.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) 2010. *Health at glance: Europe 2010*. Available

- from URL: <http://www.oecd.org/>. [Accessed: 23 January 2016].
- Özdamar, K., 2013. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi. Cilt:2, Nisan Kitap Evi, Eskişehir, Türkiye.
- Safefood. 2007. A review of the fruit and vegetable food chain: consumer focused review of the fruit and vegetable food chain. Safefood, February 2007.
- Sakar, E., Keskin, S., Unver, H., 2011. Using of Factor Analysis scores in Multiple Linear Regression model for prediction of Kernel Weight in Ankara Walnuts. The Journal of Animal and Plant Science, 21(2):182-185.
- Sayın, C., Özkan, B., Ceylan, R.F., 2011. The role of wholesale markets in the supply chain for fresh fruits and vegetables in Turkey. Acta Horti, 895: 263-268.
- Tabachnick, B.G., Fidell, L.S., 2001. Using multivariate statistics. Boston, USA.
- Turkish Statistical Institute (TURKSTAT) 2015. Available from URL: <http://www.tuik.gov.tr/Start.do;jsessionid=BJ8nWQGpLghd11f5z6g3dYs6ycQX6rnXCBhZz3Kgv4S1jTLRDH2Z!-1391686050>. [Accessed: 23 July 2015].
- Tranmer, M., Elliot, M., 2005. Binary Logistic Regression. Cathie Marsh Center for Census and Survey Research, 1-43, Manchester, UK.
- Trienekens, J., Zuurbier, P., 2008. Quality and safety standarts in the food industry, developments and challenges. International Journal of Production Economics, 113:107-122.
- United Nations (UN), 2007. Safety and quality of fresh fruits and vegetables: a training manual for trainers. New York and Geneva.
- United State Depratment of Health and Human Services Food and Drug Administiration (USDHHSFDA), 1998. Guidance for industry: guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables., Center for Food Safety and Applied Nutrition. Washington DC, USA.
- United States of Agriculture Department (USDA), 2008. Price Tends Are Similar for Fruits, Vegetables and Snack Food.. Economic Research Report. Number:55, USA.
- University of Maryland (UM), 2010. Improving the safety and quality of fresh fruits and vegetables: a training manual for trainers. FDA Joint InFTURKStute for Food Safety and Applied Nutrition. Maryland, USA.
- Weisong, M., Chengcheng, L., Dong, T., Jianying, F., 2015. Chinese consumers' behavior and preference to table grapes based on a comparative study of 2009 and 2014. British Food Journal, 118(1): 231-246.
- Wilcock, A., Pun, M., Khanona, J., Aung, M., 2004. Consumer attitudes, knowledge and behavior: a review of food safety issues. Trends in Food Sceince and Technology, 15(2): 56-66.
- World Health Organization (WHO), 2011. Five keys to growing safer fruits and vegetables: promoting health by decreasing microbial contamination. Trail Edition for Field Testing.
- World Health Organization (WHO), 2016. Available from URL: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/>. [Accessed: 18 March 2016].
- Yahaya, I., Yamoah, F.A., Adams, F., 2015. Consumer motivation and willingness to pay for safer vegetable in Ghana. British Food Journal, 117(3):1043-1065.
- Yeung R. M. W., Morris, J., 2001. Food safety risk: consumer perception and purchase behavior. British Food Journal, 103(3):170-187.
- Yılmaz H., Demircan, V., Gül, M., 2010. Examing of chemical fertilizer use levels in terms of agricultural environment relations and economic losses in the agricultural farms: the case of Isparta, Turkey. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 16(2):143-157.
- Yiridoe, E.K., Bonti-Ankomah, S., Martin, R.C., 2005. Comparison of consumers perceptions and preference toward organic versus conventionally produced foods: A review and update of the literature. Renewable Agriculture and Food Systems, 20(4):193-2005.
- Zhu, M., 2009. Understanding and using Factor scores: considerations for the applied researcher. Pratical Assesment. Research and Evaluation, 14(20):1-11.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.309644



Doğal florada yetişen sarıçiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus* L.) ve dar yapraklı gazal boynuzunun (*Lotus tenuis* Waldst. & Kit.) toprak tercihleri, komşu bitkileri ve yem değerleri

Ferat Uzun<sup>a\*</sup>, Nuh Ocak<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 55139, Kurupelit, Samsun

<sup>b</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 55139, Kurupelit, Samsun

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: fuzun@omu.edu.tr

Geliş/Received 28/04/2017

Kabul/Accepted 01/12/2017

ÖZET

Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesi doğal florasında yetişen sarıçiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus* L.) ve dar yapraklı gazal boynuzu (*L. tenuis* Waldst. & Kit.) türlerinin tercih ettiği toprak özellikleri ile etkileşim halinde olduğu bitki türleri ve yem değerleri incelenmiştir. *L. corniculatus*, *L. tenuis*'e göre daha yüksek kireç (90.9'a karşılık 66.4 g kg<sup>-1</sup>, P=0.003) ve pH'lı (7.41'e karşılık 7.14, P=0.001), düşük organik maddeli (20.0'a karşılık 26.8 g kg<sup>-1</sup>, P=0.001) toprakları tercih ettiği belirlenmiştir. *L. corniculatus*'un 89 (%20.2 baklagil, %22.5 buğdaygıl ve %57.3 diğer familyalar), *L. tenuis*'in ise 61 (%41.0 baklagil, %19.7 buğdaygıl ve %39.3 diğer bitki familyalar) farklı bitki türüne komşu olduğu belirlenmiştir. Komşu bitki familyalarının frekansı bakımından iki tür arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $\chi^2=10.814$ , P=0.004). Gazal boynuzu türleri ile etkileşim halinde yetişen dominant bitki türleri *Medicago lupulina*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Cynodon dactylon*, *Lolium perenne* ve *Plantago lanceolata* olduğu belirlenmiştir. *Dactylis glomerata*'nın da *L. corniculatus*'a yüksek oranda komşu olduğu belirlenmiştir. *L. tenuis*, daha yüksek fosfor, metabolik enerji ve nispi yem değeri ile daha düşük asitte ve nötral çözeltide çözünmeyen lif oranına sahip olmuştur. Sonuç olarak kurulacak suni mera tesislerinde ve doğal meraların ıslahında doğal ortamda gazal boynuzu türleri ile uyum içerisinde yetişen ve olumlu etkileşim gösteren yukarıda söz edilen türler tercih edilmelidir.

Anahtar Sözcükler:  
Görünme frekansı  
Otlatma  
Tür zenginliği  
Yem bitkileri  
Yem değeri ve kalitesi

Soil preferences, neighbor plants and feed values of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) and narrowleaf birdsfoot trefoil (*Lotus tenuis* Waldst. & Kit.) grown in natural flora

ABSTRACT

In this study, soil preferences of wild birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) and narrowleaf birdsfoot trefoil (*L. tenuis* Waldst. & Kit.) species growing in natural flora of the Black Sea Region (Turkey) and the plant species which they interact with, as well as their feed values were investigated. Dominant forage species that interact with *L. corniculatus* and *L. tenuis* were determined by the visual estimation method at 126 and 86 locations, respectively, and also seed and soil samples from each location were collected. *L. corniculatus* preferred soils having higher lime (90.9 vs. 66.4 g kg<sup>-1</sup>, P=0.003), pH (7.41 vs. 7.14, P=0.001) and containing lower organic matter (20.0 vs. 26.8 g kg<sup>-1</sup>, P=0.001) compared to *L. tenuis*. *L. corniculatus* was neighbor to 89 different species (20.2 % legume, 22.5 % grass and 57.3 % others), whereas *L. tenuis* was neighbor to 61 different species (41.0 % legume, 19.7 % grass and 39.3 % others). The difference between two species in terms of the frequencies of neighbor plant families was significant ( $\chi^2=10.814$ , P=0.004). Dominant plant species growing in interaction with these *Lotus* species were *Medicago lupulina*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Cynodon dactylon*, *Lolium perenne* and *Plantago lanceolata*. *Dactylis glomerata* was also neighbor with high frequency to *L. corniculatus*. *L. tenuis* had high phosphorus, metabolizable energy and relative feed value, and lower acid and neutral detergent fiber contents. As a result, in the artificial pasture establishments or the improvement of natural rangelands, the aforementioned species growing in harmony in natural environment and exhibiting positive interaction with *Lotus* species studied should be preferred.

Keywords:  
Appearance frequency  
Feed value and quality  
Forages  
Grazing  
Species richness

## 1. Giriş

Meraya dayalı hayvancılıkta, mera verimliliğini ve besin değerini arttırmak için meraların botanik kompozisyonunu düzenlemek ana hedeflerden birisidir. Vejetasyonda yer alan buğdaygiller, mera verimliliğini ve istikrarını, baklagiller ise hem verimliliği hem de besin değerini arttırmaktadır (Sleugh ve ark., 2000; Llobet ve ark., 2012; Şahinoğlu ve Uzun, 2016; Valkov ve Chiurazzi, 2016). Diğer bitki familyalarına ait bazı türler de meranın verim ve kalitesine katkıda bulunabilmektedir (Kemp ve ark., 2010). Çayır ve meralardaki bitki türleri, türlerin kendi bireyleri veya ekosistemdeki diğer bireylerle olan ilişkileri nedeniyle ekofizyolojik olarak birbirlerini etkilemektedir (Callaway ve ark., 2005; Callaway, 2007; Erkovan ve ark., 2008; Khojasteh ve ark., 2013; Yulianto ve ark., 2016). Bu etkileşimin daima pozitif etkileşmeye dönüştürülmesi ile mera verimi ve kalitesi artırılabilir (Erkovan ve ark., 2008; Pugnaire ve ark., 2011).

Çok çeşitli türlerden oluşan mera bitki örtüsünün yapısı, yağış miktarı, bitki yaşam formu ve hayvanlar tarafından tercih edilebilirlikleri, otlayan hayvan türü ve otlatma baskısı gibi faktörler tarafından değiştirilebilmektedir (Callaway ve ark., 2000, 2005; Adler ve ark., 2001; Koç, 2001; Koç ve ark., 2001; Khojasteh ve ark., 2013; Gür ve ark., 2015; Uzun ve ark., 2016a). Nitekim hayvanların bazı bitki tür veya türlerini daha fazla tercih etmeleri, diğer bitki tür veya türleri üzerindeki otlatma baskılarını azaltabilmekte ve böylece, otlayan hayvan türlerine göre lezzetli olan bitki türlerinde azalma, lezzetsizlerde ise artış görülebilmektedir (Smit ve ark., 2007; Gür ve ark., 2015; Khojasteh ve ark., 2013). Meraların toprak özellikleri, bitki besin maddeleri, yayılma alanı, ışık ve su için rekabet (Koç, 2001; Koç ve ark., 2001; Erkovan ve ark., 2008; Gür ve ark., 2015) vejetasyondaki bazı türlerinin ortamdan çekilmesine (Callaway, 2007; Khojasteh ve ark., 2013) ayrıca gölgeleme, toprak besin maddesi mevcudiyetinin (azot fiksasyonu) ve stabilitesinin artırılması da bazı bitki türlerin büyümesi ve hayatta kalmasına (Koç ve ark., 2001; Callaway, 2007; Sthultz ve ark., 2007; Pugnaire ve ark., 2011) neden olabilmektedir. Genel bir görüşe göre, farklı yaşam formlarına sahip bitki türleri uyumlu bir etkileşim sergilerken, benzer yaşam formlarına sahip türler ise rekabetçi bir etkileşim göstermektedir (Callaway, 2007).

Bir vejetasyonlarında yetişen bitki türünün yetiştiği toprağın özellikleri, birlikte yaşadığı tür veya türler ve bu türlerin ömür uzunluğu, ekolojik sınıfı, hayvanlar tarafından tercih edilebilirliği, görünme sıklığı gibi özellikler, çoğunlukla incelenen kriterlerdir (Callaway ve ark., 2005; Khojasteh ve ark., 2013; Yulianto ve ark., 2016). Bitkileri arasındaki etkileşimler, esasen arkadaş ve komşu bitkilerin bu bitki ile olumlu, olumsuz ve nötr ilişkilerinin ve bu bitkiyi otlatma baskısından koruma gücünün etkisi altındadır (Callaway ve ark., 2000, 2005).

Suni mera tesisi veya mevcut meraların ıslahında iyi cins yem bitkilerinin ve karışımlarının seçiminde, iklimsel şartlar, otlatma ve toprak tipi ile ilgili türlerin karakteristikleri ve türler arasındaki etkileşim dikkate alınmaktadır. Vejetasyonu oluşturan bitki türleri birbirlerini bu faktörlere bağlı olarak olumlu, olumsuz veya nötr olarak etkilemektedir. Bitki türleri arasındaki olumlu etkileşim, hem bitki büyümesini hem de kalitesini arttırmaktadırlar.

*Lotus corniculatus* L. ve *Lotus tenuis* Waldst.&Kit. türleri, geniş adaptasyon ve N fiksasyon kabiliyetleri ve bitki stres koşullarına olan dayanıklılık bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Nitekim, stres şartları altında, bu *Lotus* türleri (Uzun ve ark., 2015; Dönmez ve Uzun, 2016) tercih ettikleri toprak yapısına sahip meralarda olumlu etki yapabilmektedir. Bununla birlikte doğal meralardaki bu türlerin toprak tercihleri, yem değerleri ve arkadaş veya komşu bitki türleri ile ilgili bilgiler oldukça kısıtlıdır. Gerçekten de bu türlerin tür, familya, otlatmaya tepki ve ömür uzunluğu bazında hangi çayır mera bitkileri ile etkileşim halinde olduğu yeterli düzeyde bilinmemektedir. Dolayısıyla bu çalışma, doğal florada yetişen *L. corniculatus* ve *L. tenuis* türlerinin toprak tercihleri ve etkileşim halinde olduğu bitki türlerini (komşu türler) belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, bu türlere ait aynı ortamda yetiştirilen bitkilerin yem değerleri de karşılaştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın yürütüldüğü bölgenin coğrafi ve iklimsel özellikleri, *L. corniculatus* ve *L. tenuis* türlerine ait tohumların toplandığı lokasyonlar ile bu tohumların çimlendirme ve şaşırtma işlemleri hakkındaki detaylı bilgiler daha önceki yayınlarda verilmiştir (Uzun ve ark., 2015, 2016b; Dönmez ve Uzun, 2016; Uzun ve Dönmez, 2016). Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nde (Şekil 1) 2009 ve 2012 yılları arasında yürütülen bu çalışmada, *Lotus* türlerinin toprak tercihlerini ve komşu bitkilerini belirlemek için, doğal florada buldukları alanlardan iki yılın (2009 ve 2010) Temmuz ve Eylül ayları arasında toprak örnekleri alınmış ve bunlara komşu baskın bitki türleri belirlenmiştir. Her bir örnekleme alanının seçiminde, bölgenin yaygın bitki topluluklarını temsil eden ve türler arası ilişkilerde otlatma baskısının etkisini minimize edebilmek için benzer otlatma baskısına sahip olan alanlar dikkate alınmıştır.

Tohum toplamak amacıyla aralarında en az 8 km mesafe olacak şekilde belirlenen lokasyonlar genel olarak düzensiz topografik yapıya (eğim 5-50°) sahip olduğu için, örnekleme en az 3 hat üzerinde yapılmıştır. İncelenen *Lotus* türlerinin yoğun olarak bulunduğu ve aralarında en az 10 m mesafe bulunan alanların 0-20 cm'lik toprak profilinden toprak burgusu ile alınan örnekler (her bir lokasyon için 10 örnek) etiketli polietilen poşetlere yerleştirilmiştir. Analiz öncesi, bu numuneler, her bir lokasyonun temsili bir örneğini elde

etmek için karıştırılmıştır. Böylece *L. corniculatus* ve *L. tenuis* için sırasıyla toplam 126 ve 86 toprak numunesinde, % işba (su ile doygunluk), pH, CaCO<sub>3</sub>, çözünebilir tuz, yararlanılabilir fosfor ve potasyum içerikleri ile organik madde miktarları belirlenmiştir (Kacar, 2009).

Çalışmada, incelenen türler ile bunlara komşu yaygın türler arasındaki ilişkiler, komşu türlerin frekansları üzerinden değerlendirilmiştir (Khojasteh ve ark., 2013). Öncelikle, incelenen *Lotus* türünün bulunduğu alanlardaki baskın bitki bireylerinin gözle tahmin yöntemi ile tanımlanması yapılmıştır. Bu amaçla, toprak örneklerinin alındığı yaklaşık 1 m<sup>2</sup> alan içindeki türler, komşu bitkiler olarak kaydedilmiştir (Chen ve ark., 2008; Yulianto ve ark., 2016). Ancak, ele alınan *Lotus* türüne ait her bir lokasyonda 10 örnekleme noktasının her birinde %10'dan daha az oranda rastlanan türler, komşu tür olarak kaydedilmemiştir (Khojasteh ve ark., 2013). Her bir bitki türünün frekansı (T<sub>f</sub>), ele alınan türün iştirak ettiği lokasyon (n) ve toplam lokasyon sayıları (N) dikkate alınarak T<sub>f</sub>, % = n/N x 100 eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır.

Çalışmada fonksiyonel grup olarak komşu türlerin familyası, ekolojik sınıfı ve ömür uzunluğu bakımından incelenen türler arasında farklılık olup olmadığı belirlenmiştir. *Lotus* türlerine komşu türler, familya (baklagil, buğdaygil ve diğer bitki familyaları), bitkilerin mera durumunu değerlendirmedeki ekolojik sınıfı veya otlatmaya tepki (azalıcı, çoğalıcı ve istilacı) ve ömür uzunluğu (tek yıllık, iki yıllık, çok yıllık) gibi özelliklere göre sınıflandırılmıştır. İncelenen *Lotus* türlerine komşu türlerin familya, ekolojik sınıf ve ömür uzunluğuna ait oransal miktarlar, bu sınıflamanın her birine ait olan tür sayısının toplam tür sayısına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Khojasteh ve ark., 2013; Yulianto ve ark., 2016).

Lokasyonlardan (*L. corniculatus* ve *L. tenuis*

sırasıyla 126 ve 86 lokasyon) yaklaşık 50 yetişkin bitkinin olgun baklalarından toplanmış ve Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün doğal ışıklanan seralarında çimlendirilerek fideler elde edilmiş ve 15 fide 3 tekerrür/lokasyon olacak şekilde şaşırtılmıştır (Uzun ve ark., 2015, 2016b; Dönmez ve Uzun, 2016; Uzun ve Dönmez, 2016). Çiçeklenme başlangıcında hasat edilen bitkilerden yaklaşık 500 g'lık örnekler ayrılarak, laboratuvar analizleri için hazırlanmıştır (Uzun, 2010). Hazırlanan örneklerin ham protein (HP), asit (ADF) ve nötr çözümlü (NDF) çözünmeyen lif, bazı mineral (Ca, P, Mg ve K) içerikleri, kalibre edilmiş near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) ile, kondense tanen içeriği ise Ramirez-Restrepo ve ark. (2006) tarafından belirtilen metotla analiz edilmiştir. Sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketilebilirliği (KMT), nispi yem değeri (NYD) ve metabolize edilebilir enerji (ME) içeriği aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Moore ve Undersander, 2002).

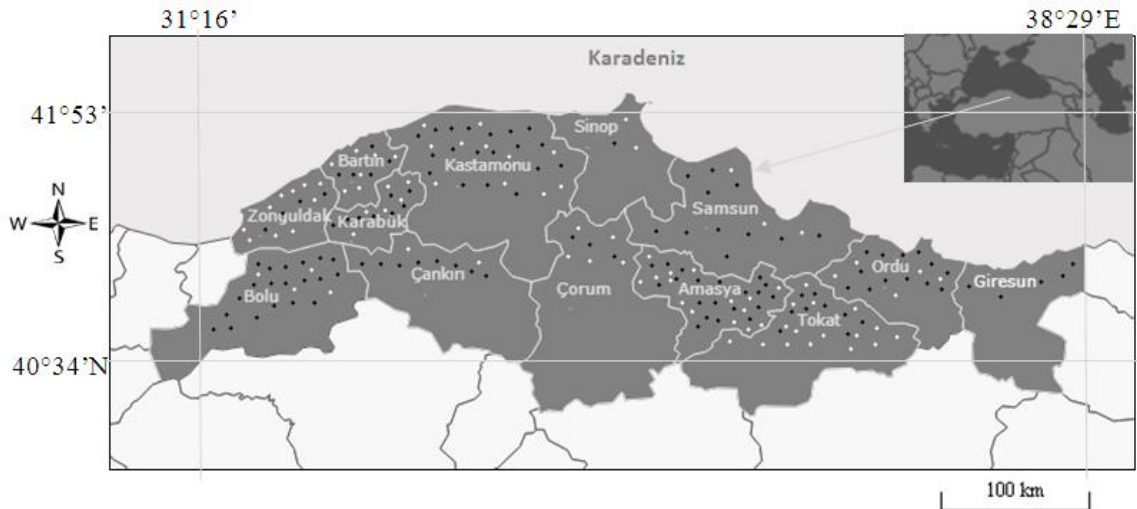
$$SKM (\%) = 88.9 - (0.779 \times \% ADF),$$

$$KMT (\text{Canlı ağırlığın } \% \text{'si}) = 120 / (\% NDF),$$

$$NYD = (SKM \times KMT) / 1.29,$$

$$ME (\text{MJ kg}^{-1} \text{ DM}) = 0.17\% SKM - 2.0.$$

Elde edilen veriler General Linear Model temelinde SPSS Statistics (SPSS, 2013; version 21.0) paket programında varyans analizine tabii tutulmuştur. Toprak özelliklerinin tercih oranları ve komşu bitkilerin sıklığı Tanımlayıcı İstatistikler prosedürü ile, komşu türlerin familyası, ekolojik sınıf ve ömür uzunluğu bakımından incelenen türler arasındaki farklılık ise Ki-kare (Chi-square,  $\chi^2$ ) testi ile analiz edilmiştir.



Şekil 1. Doğal florada yetişen *Lotus corniculatus* (●) ve *Lotus tenuis* (○) türlerinin toprak tercihleri ve komşu bitkileri belirlemek için seçilen mera lokasyonlarının coğrafi konumu (Rakım: 1 - 2193 m). Bölge, genel olarak nemli ve az miktarlarda da “yarı nemli” ve “çok nemli” iklim kategorisinde yer almaktadır (MGM, 2017).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Toprak tercihi

Çalışmada, *L. corniculatus* türüne 126, *L. tenuis* türüne ise 86 farklı lokasyonda rastlanılmıştır. *L. corniculatus* türünün hayat bulduğu toprakların organik madde içerikleri daha düşük, buna karşın kireç içeriği ve pH'ları daha yüksek bulunmuştur. *Lotus* türlerine ait örneklerin alındığı toprakların tuzsuz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Her iki türün de killi-tınlı, nötr, nispeten kireçli ve besin maddesi içeriği açısından orta seviyeli topraklarda yaşam hakkı buldukları söylenebilir. *L. corniculatus*'un kurağa dayanıklı, düşük verimli, tuzlu ve alkali topraklarda kendiliğinden yetişebildiği belirtilmektedir (Orcen, 2013; Escaray ve ark., 2014). *L. tenuis*' de alkali ve tuzlu topraklara toleranslı olmakla birlikte (Escaray ve ark., 2014), *L. corniculatus*'un birçok ticari çeşidinin farklı toprak özelliklerine *L. tenuis*'den daha toleranslı olduğu ifade edilmiştir (Escaray ve ark., 2012, 2014).

#### 3.2. Lotus türlerine komşu bitki türleri

*L. corniculatus*'un 89, *L. tenuis*'in ise 61 farklı bitki türü ile komşu olmuş ve her iki türe komşu baskın bitki türlerine ait frekanslar %15-49 arasında değişmiştir (Çizelge 2, 3 ve 4). *L. corniculatus*'un örneklediği vejetasyonlarda yer alan dominant türler, en yüksek orandan başlamak üzere; *Medicago lupulina*, *Cynodon dactylon*, *Plantago lanceolata*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Lolium perenne* ve *Taraxacum scaturiginosum*, *L. tenuis*'in örneklediği vejetasyonlarda ise *Cynodon dactylon*, *Plantago lanceolata*, *Medicago lupulina*, *Trifolium repens*, *Lolium perenne*, *Trifolium pratense* türleridir. *L. corniculatus* türüne daha fazla lokasyonda rastlanmış olması, incelenen *Lotus* türlerinin değişik toprak özelliklerine olan adaptasyonlarının farklı olmasına

(Escaray ve ark., 2012, 2014) ve iki bitkinin kök gelişimindeki farklılığa bağlanabilir (Felderer ve ark., 2013). Ayrıca, her iki bitkinin komşuları ile ilişkisi besin maddesi kullanımına, otlatmaya dayanıklı türler tarafından korunma düzeyine ve bu alanlara farklı yollarla yeni türlerin taşınmış olması da etkili olmuş olabilir (Callaway ve ark., 2000; Pugnaire ve ark., 2011). *L. corniculatus* farklı ekolojik şartlara *L. tenuis* türünden daha yüksek adaptasyon kabiliyetine sahiptir (Escaray ve ark., 2014). Her iki türün bulunduğu toprağın P ve K değerleri arasında farklılık bulunmasına rağmen, P bakımından zenginleştirilmiş topraklarda, *L. corniculatus*'un kök gelişiminde ve yayılıma oranında artış olduğu belirlenmiştir (Felderer ve ark., 2013).

Doğal floradaki incelen *Lotus* türlerine komşu olan bitki türlerinin familia, ekolojik sınıf ve ömür uzunluğuna göre oransal miktarları Şekil 2'de sunulmuştur. *L. corniculatus* örneklerinin toplandığı lokasyonlarda %20.2 (n=18) baklagil, %22.5 (n=20) buğdaygil ve %57.3 (n=51) diğer bitki familyalarına, *L. tenuis* örneklerinin toplandığı alanlarda ise %41.0 (n=25) baklagil, %19.7 (n=12) buğdaygil ve %39.3 (n=24) oranında diğer familyalara ait türlere rastlanmıştır. *L. corniculatus* ve *L. tenuis*'in örneklediği lokasyonlarda azalıcı, çoğalıcı ve istilacı türlerin frekansları sırasıyla %14.6 (n=13) ve %16.4 (n=10), %12.4 (n=11) ve %14.7 (n=9) ve %73.0 (n=65) ve %68.9 (n=42) düzeylerinde bulunmuştur. *L. corniculatus*'a komşu bitkilerin tek yıllık, iki yıllık ve çok yıllık bitki türlerinin frekansları sırasıyla %33.7 (n=30) ve %5.6 (n=5), %60.7 (n=54) olarak tespit edilirken, *L. tenuis* için aynı değerler %44.3 (n=27) ve %6.5 (n=4) ve %49.2 (n=30) şeklinde sıralanmıştır. Etkileşimdeki türlerin familyalarının oranları bakımından iki tür arasındaki farklılık önemli olurken, ( $\chi^2=10.814$ ,  $P=0.004$ ), gerek otlatmaya tepki ( $\chi^2=0.478$ ,  $P=0.787$ ) gerekse ömür uzunluklarına ait frekanslar bakımından ( $\chi^2=1.968$ ,  $P=0.374$ ) tür arasındaki farklılık ise önemli bulunmamıştır.

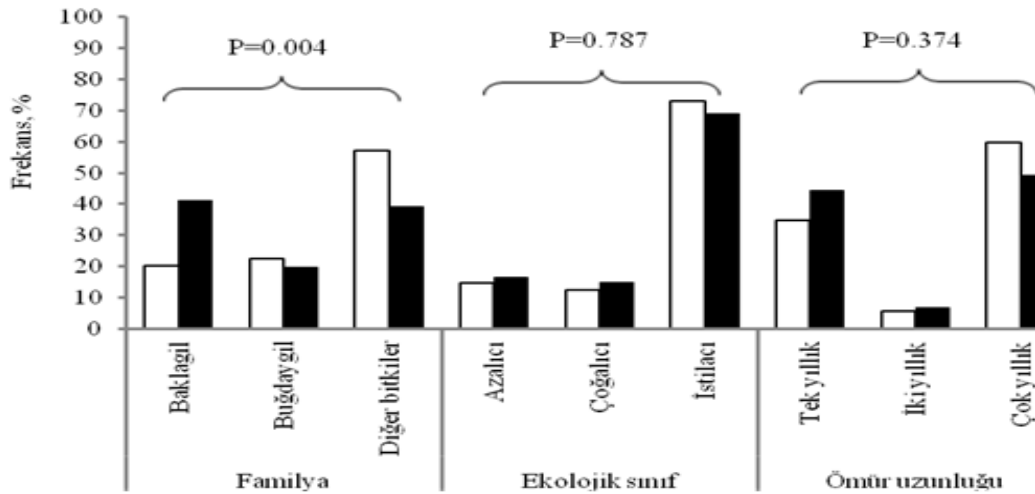
Çizelge 1. *Lotus corniculatus* ve *Lotus tenuis* tohumlarının toplandığı alanlar (TTA) ile yeniden bitki yetiştirilen toprakların (BYT) genel özellikleri ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )

Özellikler	TTA		P-değeri	BYT
	<i>L. corniculatus</i> (n=126)	<i>L. tenuis</i> (n=86)		
İşba (su ile doymunluk, %)	67.3±1.67	67.6±1.34	0.892	96.00
pH (H <sub>2</sub> O)	7.41±0.036	7.14±0.053	0.001	7.64
CaCO <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	90.9±6.14	66.4±5.41	0.003	139.40
Çözünabilir tuz (g kg <sup>-1</sup> )	0.17±0.018	0.16±0.014	0.498	0.90
Yararlanılabilir P (kg ha <sup>-1</sup> )	30.3±5.49	23.3±2.09	0.177	32.80
Yararlanılabilir K (kg ha <sup>-1</sup> )	659.9±48.35	764.47±44.23	0.119	712.00
Organik madde (g kg <sup>-1</sup> )	20.0±1.28	26.8±1.47	0.001	24.10
Toprak bünyesi	%88.1 killi-tınlı	%91.9 killi-tınlı		

Çizelge 2. Çayır ve meralardaki *Lotus corniculatus* ve *Lotus tenuis*'a komşu olan baklagil türleri ve frekansları

Tür	ES	ÖÜ	<i>L. corniculatus</i>			<i>L. tenuis</i>		
			n	Ts, %	Tf, %	n	Ts, %	Tf, %
<i>Medicago falcata</i> L.	A	III	3	2.17	2.38	11	4.87	12.79
<i>Medicago sativa</i> L.	A	III	4	2.90	3.17	11	4.87	12.79
<i>Onobrychis armena</i> Boiss&Huet.	A	III	2	1.45	1.59	4	1.77	4.65
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	A	III	6	4.35	4.76	11	4.87	12.79
<i>Trifolium hybridum</i> L.	A	III	1	0.72	0.79	3	1.33	3.49
<i>Trifolium pratense</i> L.	A	III	24	17.39	19.05	32	14.16	37.21
<i>Trifolium repens</i> L.	A	III	20	14.49	15.87	36	15.93	41.86
<i>Coronilla orientalis</i> L.	Ç	III				1	0.44	1.16
<i>Coronilla varia</i> L.	Ç	III				2	0.88	2.33
<i>Astragalus</i> sp.	İ	III	3	2.17	2.38	6	2.65	6.98
<i>Medicago arabica</i> L.	İ	I	4	2.90	3.17	5	2.21	5.81
<i>Medicago hispida</i> Gaertn.	İ	I	4	2.90	3.17	3	1.33	3.49
<i>Medicago lupulina</i> L.	İ	II	41	29.71	32.54	66	29.20	76.74
<i>Medicago minima</i> L.	İ	I				2	0.88	2.33
<i>Medicago orbicularis</i> L.	İ	I	2	1.45	1.59	2	0.88	2.33
<i>Medicago polymorpha</i> L.	İ	I				2	0.88	2.33
<i>Medicago scutellata</i> L.	İ	I				1	0.44	1.16
<i>Medicago truncatula</i> Gaertn.	İ	I	3	2.17	2.38			
<i>Melilotus alba</i> Desr.	İ	II	1	0.72	0.79	2	0.88	2.33
<i>Melilotus officinalis</i> L.	İ	II	9	6.52	7.14	8	3.54	9.30
<i>Trifolium arvense</i> L.	İ	I				1	0.44	1.16
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	İ	I				4	1.77	4.65
<i>Trifolium hirtum</i> All.	İ	I	8	5.80	6.35	6	2.65	6.98
<i>Trifolium resupinatum</i> L.	İ	I	2	1.45	1.59			
<i>Trifolium striatum</i> L.	İ	I				1	0.44	1.16
<i>Trifolium subterraneum</i> L.	İ	I	1	0.72	0.79	5	2.21	5.81
<i>Vicia sativa</i> L.	İ	I				1	0.44	1.16

ES, Ekolojik sınıfı (A, azalıcı; Ç, çoğalıcı; İ, istilacı); ÖÜ, ömür uzunluğu (I, tek yıllık; II, iki yıllık; III, çok yıllık). n: komşu türlerin rastlandığı lokasyon sayısı. Ts: Familya bazında her bir türün, toplam tür sayısına oranı, Tf: Her bir türe rastlanan lokasyonun toplam lokasyona oranı



Şekil 2. Doğal floradaki *Lotus corniculatus* (□) ve *Lotus tenuis* (■) türlerine komşu olan bitkilerin familyası ( $\chi^2=10.814$ ), ekolojik sınıfı ( $\chi^2= 0.478$ ) ve ömür uzunluğuna ( $\chi^2= 1.968$ ) göre nispi frekansları

Mera bitkilerinin arkadaşlık ve komşuluk ilişkileri, toprak altı ve toprak üstü rekabet derecelerine göre belirlenmektedir (Van der Putten ve ark., 2010; Llobet ve ark., 2012). Mevcut çalışmada her iki *Lotus* türüne

komşu olan bitkilerin frekansları, sadece bu bitkilerin mevcudiyeti esas alınarak (Chen ve ark., 2008) değerlendirilmiştir. Yapılan önceki çalışmalar, otlama yoğunluğu ve baskısının mevsimlere göre hem tür

çeşitliliğini ve hem de mekânsal dağılım ile bitki örtüsünü etkilediğini göstermiştir (Adler ve ark., 2001; Khojasteh ve ark., 2013; Uzun ve ark., 2016a). Bununla birlikte, lokasyonlarda yapılan çalışmalar, gazal boyunu tohumlarının olgunlaştığı Temmuz-Eylül ayları içerisinde yapılmıştır. Dolayısıyla serin iklim ve sıcak iklim bitkilerinin görünme sıklığı net olarak değerlendirilememiştir.

Vejetasyonlarda yer alan bitkilerin sıklığı, bu türlerinin hayat formu ile ilişkili olabilir (Khojasteh ve ark., 2013). Nitekim, belli bir alandaki bitki topluluğu, ilgili türlerin bu ortamda büyümesini ve gelişmesini belirlemek üzere bitkiler arasındaki ilişkilere (rekabetçi, gölgeleyici, vb.) bağlıdır (Callaway ve ark., 2000; Pugnaire ve ark., 2011; Khojasteh ve ark., 2013). *L. corniculatus*'un daha yüksek sayıda komşuya sahip olması, değişik ekolojilerde yaşam hakkı bulabilen farklı türlerle birlikte yer alabilmesiyle alakalı olduğu söylenebilir. *L. corniculatus*'a daha fazla lokasyonda rastlanılmış olması, bu bitkinin azot bağladığı için kullanılacak gübre miktarını azaltması, geniş getiren hayvanlarda sağlık sorunlarına yol açmaması (metabolizma rahatsızlıklarına neden olmaması) ve verimliliği koruması (mera ot verimi ve kalitesini arttırması) nedeniyle silvopastoral ve agrosilvopastoral sistemler için mera ıslahında kullanılması bir avantaj olacaktır (Uzun ve ark., 2015).

Farklı familyalara (baklagiller, buğdaygiller ve diğer familyalar) ait bitki türleri ortamı değerlendirme ve rekabet güçleri, büyüme modelleri, verimlilikleri, kök özellikleri, toprak istekleri, kullanım faktörlerine tepkileri vb. gibi özellikler bakımından önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Topraktaki besin elementlerini kullanım yeteneklerinin farklılığı ile komşu ve arkadaş bitkiler arasındaki rekabet gibi nedenlerle, değişik çevre koşullarında yetişen karışımlarda, buğdaygillere göre baklagillerin kalıcılığının daha zayıf olduğu bir çok çalışmada ifade edilmiştir (Trannin ve ark., 2000; Llobet ve ark., 2012; Christenhusz ve Byng, 2016; Şahinoğlu ve Uzun, 2016; Valkov ve Chiurazzi, 2016). Bununla birlikte mevcut çalışmada her iki türün toplandığı lokasyonlardaki baklagillere ait frekans, buğdaygillerden daha yüksek bulunmuştur (Şekil 2). Çalışılan türler ile aynı ortamı paylaşan türlerin familyalara göre dağılımlarındaki farklılık, bu familyaların tür sayılarıyla doğrudan ilişkili olabilir. Nitekim baklagiller familyasına bağlı olan tür sayısı, buğdaygillere ait türlerden, diğer bitki familyaları ise hem baklagiller hem de buğdaygillerden daha fazla türe sahiptir. Bu durum, her iki tür ile etkileşim halinde olan tek yıllık baklagiller, özellikle medik türlerinin otlatma baskısına diğer türlerden daha dayanıklı olmasıyla ilgili olabilir (Uzun ve ark., 2016a).

Çizelge 3. Çayır ve meralardaki *Lotus corniculatus* ve *Lotus tenuis* bitkilerine komşu olan buğdaygil türleri ve frekansları

Tür	ES	ÖÜ	<i>L. corniculatus</i>			<i>L. tenuis</i>		
			n	Ts, %	Tf, %	n	Ts, %	Tf, %
<i>Alopecurus arundinaceus</i> Poir.	A	III	2	1.03	1.59			
<i>Dactylis glomerata</i> L.	A	III	36	18.56	28.57	1	3.03	1.16
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould.	A	III	1	0.52	0.79			
<i>Lolium perenne</i> L.	A	III	28	14.43	22.22	5	15.15	5.81
<i>Poa pratensis</i> L.	A	III	10	5.15	7.94	2	6.06	2.33
<i>Brachyodium pinnatum</i> L.	Ç	III	4	2.06	3.17			
<i>Brachyodium sylvaticum</i> Hudson	Ç	III	9	4.64	7.14			
<i>Cynodon dactylon</i> L.	Ç	III	51	26.29	40.48	14	42.42	16.28
<i>Festuca callieri</i> (Hackel Ex St.-Yves)	Ç	III	7	3.61	5.56	1	3.03	1.16
<i>Festuca ovina</i> L.	Ç	III	11	5.67	8.73			
<i>Festuca valesiaca</i> Schleicher Ex Gaudin.	Ç	III	9	4.64	7.14	1	3.03	1.16
<i>Hordeum bulbosum</i> L.	Ç	III	14	7.22	11.11	1	3.03	1.16
<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	İ	I				1	3.03	1.16
<i>Avena fatua</i> L.	İ	I	3	1.55	2.38	2	6.06	2.33
<i>Bromus arvensis</i> L.	İ	I	2	1.03	1.59	3	9.09	3.49
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	İ	I	1	0.52	0.79			
<i>Bromus squarrossus</i> L.	İ	I	1	0.52	0.79			
<i>Bromus tectorum</i> L.	İ	I	1	0.52	0.79			
<i>Phalaris paradoxa</i> L.	İ	I	1	0.52	0.79	1	3.03	1.16
<i>Poa annua</i> L.	İ	I	2	1.03	1.59			
<i>Sorghum halepense</i> L.	İ	III	1	0.52	0.79			
<i>Stipa bromoides</i> (L.) Dörfler	İ	I				1	3.03	1.16

Kısaltmalar ve açıklamalar Çizelge 2'deki gibidir

Çizelge 4. Çayır ve meralardaki *Lotus corniculatus* ve *Lotus tenuis* bitkilerine komşu olan diğer familyalardan bitki türleri ve frekansları

Tür	ES	ÖÜ	<i>L. corniculatus</i>			<i>L. tenuis</i>		
			n	Ts, %	Tf, %	n	Ts, %	Tf, %
<i>Sangiosorba minor</i> Scop.	A	III	9	2.88	7.14			
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Ç	III	62	19.81	49.21	17	32.08	19.77
<i>Plantago major</i> L.	Ç	III	15	4.79	11.90	3	5.66	3.49
<i>Achillea millefolium</i> L.	İ	III	6	1.92	4.76			
<i>Ammi visnaga</i> L.	İ	I				1	1.89	1.16
<i>Anthemis cotula</i> L.	İ	I	13	4.15	10.32	2	3.77	2.33
<i>Anthemis tinctoria</i> L.	İ	III	7	2.24	5.56			
<i>Anthriscus</i> sp.	İ	II				1	1.89	1.16
<i>Capsella bursa pastoris</i> L.	İ	I	2	0.64	1.59			
<i>Centaurea iberica</i> Trev.	İ	I	14	4.47	11.11	4	7.55	4.65
<i>Centaurea solstitialis</i> L.	İ	I	4	1.28	3.17	1	1.89	1.16
<i>Cichorium intybus</i> L.	Ç	III	12	3.83	9.52			
<i>Cirsium arvense</i> L.	İ	III				1	1.89	1.16
<i>Convolvulus assyricus</i> Griseb.	İ	III				1	1.89	1.16
<i>Convolvulus calvertii</i> Boiss.	İ	III	9	2.88	7.14	1	1.89	1.16
<i>Crepis conyzifolia</i> Gouan	İ	III	6	1.92	4.76			
<i>Crepis vesicaria</i> L.	İ	III	2	0.64	1.59			
<i>Echium vulgare</i> L.	İ	III	6	1.92	4.76			
<i>Eryngium bithynicum</i> Boiss.	İ	III	3	0.96	2.38			
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	İ	I	4	1.28	3.17			
<i>Galium album</i> Miller	İ	III	6	1.92	4.76	2	3.77	2.33
<i>Geranium sanguineum</i> L.	İ	III	7	2.24	5.56			
<i>Gundelia tournefortii</i> L.	İ	III				1	1.89	1.16
<i>Hypericum perforatum</i> L.	İ	III	6	1.92	4.76			
<i>Juncus</i> sp.	İ	III				3	5.66	3.49
<i>Lamium purpureum</i> L.	İ	I	9	2.88	7.14	1	1.89	1.16
<i>Mentha pulegium</i> L.	İ	III	9	2.88	7.14	1	1.89	1.16
<i>Myosotis laxa</i> Lehm.	İ	I	4	1.28	3.17	1	1.89	1.16
<i>Origanum acutidens</i> L.	İ	III	7	2.24	5.56			
<i>Potentilla crantzii</i> Crantz	İ	III	4	1.28	3.17			
<i>Potentilla humifusa</i> L.	İ	III	2	0.64	1.59			
<i>Rubus discolor</i> Weihe&Ness	İ	III				1	1.89	1.16
<i>Rumex acetosella</i> L.	İ	III	5	1.60	3.97	2	3.77	2.33
<i>Rumex patientia</i> L.	İ	III				1	1.89	1.16
<i>Senecio vulgaris</i> L.	İ	I				1	1.89	1.16
<i>Seteria glauca</i> L.	İ	I	4	1.28	3.17			
<i>Sinapis arvensis</i> L.	İ	I	2	0.64	1.59	1	1.89	1.16
<i>Taraxacum scaturiginosum</i> G. Hagl.	Ç	III	45	14.38	35.71	4	7.55	4.65
<i>Tribulus terrestris</i> L.	İ	I				1	1.89	1.16
<i>Verbascum sinuatum</i> L.	İ	III	4	1.28	3.17			
<i>Xanthium strumarium</i> L.	İ	I	5	1.60	3.97	1	1.89	1.16

Kısaltmalar ve açıklamalar Çizelge 2'deki gibidir. *L. corniculatus* 'a komşu olup ta n=1 ve frekansı = 0.32 ile 0.79 arasında değişen türler: *Achillea biserrata* M. Bieb. (İ, III), *Ammi visnaga* L. (İ, I), *Anagallis arvensis* L. (İ, I), *Anthriscus* sp. (İ, II), *Arenaria* sp. (İ, I), *Aster alpinus* L. (İ, III), *Carduus acanoides* L. (İ, II), *Carex* sp. (İ, I), *Cirsium arvense* L. (İ, III), *Convolvulus arvensis* L. (İ, III), *Convolvulus assyricus* Griseb. (İ, III), *Juncus* sp. (İ, III), *Rubus discolor* Weihe&Ness. (İ, III), *Rumex crispus* L. (İ, III), *Rumex patientia* L. (İ, III), *Salvia forskahlei* L. (İ, III), *Scorzonera hispanica* L. (İ, III), *Senecio vulgaris* L. (İ, I), *Stipa bromides* L. (İ, I), *Verbascum album* L. (İ, III)

Meralardaki tercih edilmeyen bitkiler, aynı ortamda yer alan ve yüksek oranda tercih edilen bitkileri otlama baskısından koruyabilmekte ve sonuçta bir noktaya kadar mera bitki çeşitliliğinin muhafazasına katkı sağlayabilmektedir (Callaway ve ark., 2005; Soliveres ve ark., 2011; Khojasteh ve ark., 2013). Örneklemeye

lokasyonlarında *L. corniculatus* türüne daha fazla rastlanılmış olması, yüksek oranda tercih edilen bitki türleri bakımından *Lotus* türleri arasındaki sayısal farklılığa bağlanabilir. Nitekim *L. corniculatus* bulunan alanlarda azalıcı türlere daha az, buna karşın istilacı türlere ise daha fazla rastlanılmıştır.

Bu durum *L. corniculatus* bulunan alanlarda tercih edilen bitkilerin daha yüksek bir otlatma baskısına maruz kaldığı anlamına gelebilir. Diğer yandan yapılan birçok çalışmada, tercih edilmeyen bitkilerin komşu oldukları bitkileri otlatma baskısından koruduğu da ifade edilmiştir (Callaway ve ark., 2005; Kikvidze ve ark., 2005; Soliveres ve ark., 2011; Khojasteh ve ark., 2013).

Bitkiler arasındaki komşuluk ilişkilerine bağlı olarak, bazı bitki türleri ortamda daha baskın hale gelebilmektedir (Pugnaire ve ark., 2011; Khojasteh ve ark., 2013). Bu duruma bitkilerin yaşam süreleri de etki edebilmektedir (Callaway, 2007; Khojasteh ve ark., 2013). Çalışılan *Lotus* türleri ile komşuluk ilişkilerine sahip olan bitki türlerinin familya, ekolojik sınıf ve ömür uzunlukları ile ilgili sonuçlar, Khojasteh ve ark. (2013)'nın da bildirdiği gibi, sadece arkadaş bitkilerinin familyaları bakımından farklılık göstermektedir. Bu durum, incelenen bitkiler ile diğer türler arasındaki ekofizyolojik (Adler ve ark., 2001; Callaway ve ark., 2005; Callaway, 2007; Smit ve ark., 2007; Erkovan ve ark., 2008; Khojasteh ve ark., 2013; Yulianto ve ark., 2016) ve çevresel etkilerden kaynaklanabilir (Koç, 2001; Koç ve ark., 2001; Callaway, 2007; Van der Putten ve ark., 2010; Khojasteh ve ark., 2013). Dolayısıyla her iki tür için de en yüksek frekans gösteren ve hayvanların tercih ettikleri bitkilerden oluşan komşu bitkiler, bu türlerin hayatta kalma sürecini olumlu yönde etkileyebilmektedir (Callaway, 2007; Khojasteh ve ark., 2013). Diğer yandan çalışılan her iki *Lotus* türü için en yüksek derecede arkadaşlık ilişkisine sahip olan ilk üç tür; *Cynodon dactylon*, *Plantago lanceolata* ve *Medicago lupulina*'dır. Bu türlerden *Cynodon dactylon* stolon, diğer iki tür ise rozet ve yatık büyüyen gövde formu ile otlamaya en dayanıklı bitki türlerindedir. Bu türler, aynı zamanda buldukları mera vejetasyonlarının ağır otlatıldığına da bir

göstergesi olabilir (Uzun ve ark., 2016c).

Bazı bitki türlerinin vejetasyondaki bolluğu, birim alandan elde edilen ot verimini artırabilir. Ancak hayvanlar tarafından yüksek oranda tercih edilen bitki türlerinin ortadan kalkmasına ve iyi cins yem bitkilerinin azalmasına da neden olabilir (Callaway ve ark., 2005). Mevcut çalışmada *Lotus* türlerinin buldukları alanlarda *Medicago falcata* (Çizelge 2) *Alopecurus arundinaceus* (Çizelge 3) ve *Sangiosorba minor* (Çizelge 4) gibi azalıcı bitkilerin frekansları daha düşük bulunmuştur. Bu bitkilerin rekabet güçlerinin düşük veya hayvanların otlamadaki bitki tercihlerinden etkilenmiş olabilir. Bitki türlerinin vejetasyonlardaki varlıkları, içerisinde yer aldıkları ekolojilerin toprak yapısı, su durumu, bitki sosyolojisi ve diğer birtakım canlı ve cansız unsurlar tarafından etkilendikleri gözden uzak tutulmamalıdır (Koç, 2001; Koç ve ark., 2001; Zhang ve ark., 2013).

### 3.3. *Lotus* türlerinin yem değeri

Farklı çayır ve mera lokasyonlarından toplanan *L. corniculatus* ve *L. tenuis* tohumlarından elde edilen bitkilerin besleme özellikleri Çizelge 5'te sunulmuştur. *L. tenuis* tohumlarından, yeniden elde edilen bitkilerin kuru otunun, *L. corniculatus*'tan elde edilenler ile karşılaştırıldığında, daha yüksek ADF ve NDF oranına sahip içeriğine ve daha düşük ADF ve NDF oranına sahip olduğu belirlenmiştir. *L. tenuis*'in *in vitro* kuru madde sindirilebilirliğinin (% 80.2), *L. corniculatus*'tan (%78.1) daha yüksek olduğu ve bunun sonucu *L. tenuis*'in yem değerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Valkov ve Chiurazzi, 2016). *Lotus* türlerinin besin maddesi içerikleri ve yem değerleri literatürde (Dynes ark., 2003; Ramirez-Restrepo ve ark., 2005, 2006) bildirilen değerler arasında bulunmuştur.

Çizelge 5. Çayır ve meralardaki *Lotus corniculatus* ve *Lotus tenuis* tohumlarından elde edilen bitkilerin yem değerleri ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )

Özellikler	<i>L. corniculatus</i> (n=126)	<i>L. tenuis</i> (n=86)	P-değeri
SKM (%)	67.7±0.19	69.5±0.21	<0.001
KMT (CA'nın %)	3.0±0.02	3.5±0.03	<0.001
NYD	158.7±1.44	232.1±1.87	<0.001
ME (MJ kg <sup>-1</sup> KM)	9.5±0.03	9.8±0.04	<0.001
HP (g kg <sup>-1</sup> KM)	211.0±1.09	212.0±1.35	0.541
ADF (g kg <sup>-1</sup> KM)	272.6±2.43	249.0±2.71	<0.001
NDF (g kg <sup>-1</sup> KM)	399.5±2.67	351.7±3.06	<0.001
Ca (g kg <sup>-1</sup> KM)	18.6±0.11	18.6±0.13	0.628
P (g kg <sup>-1</sup> KM)	2.8±0.03	3.0±0.04	0.001
Mg (g kg <sup>-1</sup> KM)	3.5±0.03	3.5±0.02	0.183
K (g kg <sup>-1</sup> KM)	12.3±0.17	11.9±0.20	0.159
KT (g kg <sup>-1</sup> KM)	24.2±0.27	24.1±0.29	0.797
Ca/P	6.66±0.091	6.49±0.118	0.245
K/(Ca+Mg)	0.28±0.005	0.27±0.006	0.362

CA, canlı ağırlık; KM, kuru madde; SKM, sindirilebilir KM; KMT, KM tüketimi; NYD, nispi yem değeri; ME, metabolik enerji; HP, ham protein; ADF, asit çözücüde çözünmeyen lif; NDF, asit çözücüde çözünmeyen lif; KT, kondense tanen



Bazı araştırmacılar (Sun ve ark., 2014; Uzun ve ark., 2015; Dönmez ve Uzun, 2016), incelenen *Lotus* türlerinin geniş getiren hayvanların sonbaharın sonuna kadar ilave protein ve enerji kaynağına ihtiyaç olmaksızın yaşama payı gereksinimlerini karşılayabileceğini ve süt humması ve tetani gibi sağlık problemlerinden de koruyabileceği ifade etmişlerdir. *L. tenuis* ve *L. corniculatus*'un yüksek oranda Ca ve Mg içerdiğinden, bu bitkilerin meranın botanik kompozisyonundaki oranlarının artırılması tetani riskini ( $K/(Ca+Mg) \geq 2.2$  ve  $K/Mg > 10$ ) azaltabilmektedir (Aydin ve Uzun, 2008; Uzun ve ark., 2015). *Lotus* türlerinin kondense tanen içerikleri, rumende parçalanabilir protein içeriğini azaltacak ve azot kullanılabilirliğini arttıracak sınırlar içinde (Gebrehiwot ve ark., 2002; Ramirez-Restrepo ve ark., 2006) bulunmuştur.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, *L. corniculatus*'un kireçli ve alkali, düşük organik maddeli topraklara daha iyi uyum sağladığını, her iki bitki türünün de farklı oranlarda baklagil ve buğdaygil familyasına komşu olduğunu ve *L. tenuis*'in daha yüksek yem değerine sahip olduğu belirlenmiştir. İncelenen bitkilere komşu bitkilerin farklı özelliklerini (familya, ekolojik sınıf ve ömür uzunluğu) dikkate alan frekanslarına göre, mera ıslahında ve hayvansal verimliliğin artırılmasında komşu bitkilerin hangi özelliklerine öncelik verileceğini belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, Karadeniz bölgesi ve benzer ekolojilerde suni mera tesisi ve doğal meraların ıslahında baklagil yem bitkilerinden *Trifolium pratense*, *Trifolium repens* ve *Trifolium fragiferum*, buğdaygil yem bitkilerinden *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* ve *Poa pratensis*, diğer familyalardan ise *Sangiosorba minor* gibi yem bitkileri türlerinin, *Lotus corniculatus* ve *Lotus tenuis* ile başarılı karışımlar oluşturulabileceği söylenebilir.

#### Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir (TOVAG-108O658).

#### Kaynaklar

Adler, P., Raff, D., Lauenroth, W., 2001. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia*, 128(4), 465-479. doi:10.1007/s004420100737.

Aydin, I., Uzun, F., 2008. Potential decrease of grass tetany risk in rangelands combining N and K fertilization with MgO treatments. *European Journal of Agronomy*, 29, 33-37. doi:10.1016/j.eja.2008.02.003.

Callaway, R.M., 2007. Positive Interactions and Interdependence in Plant Communities. Springer, 415 s, Dordrecht, the Netherlands.

Callaway, R.M., Kikodze, D., Kikvidze, Z., 2000. Facilitation by unpalatable weeds may conserve plant diversity in

overgrazed meadows in the Caucasus Mountains. *Oikos*, 89, 275-282. doi:10.1034/j.1600-0706.2000.890208.x.

Callaway, R.M., Kikodze, D., Chiboshvili, M., Khetsuriani, L., 2005. Unpalatable plants protect neighbours from grazing and increase plant community diversity. *Ecology*, 86, 1856-1862. doi:10.1890/04-0784.

Christenhusz, M.J., Byng, J.W., 2016. The number of known plants species in the world and its annual increase. *Phytotaxa*, 261, 201-217. doi:org/10.11646/phytotaxa.261.3.1.

Chen, J., Shiyomi, M., Hori, Y., Yamamura, Y., 2008. Frequency distribution models for spatial patterns of vegetation abundance. *Ecological Modelling*, 211, 403-410. doi:10.1016/j.ecolmodel.2007.09.017.

Dönmez, H.B., Uzun, F., 2016. Geographical variation in nutrient composition of *Lotus tenuis* (Waldst.&Kit.) populations from seeds collected from different locations. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3, 30-36. doi:10.19159/tutad.50527.

Dynes, R.A., Henry, D.A., Masters, D.G., 2003. Characterizing forages for ruminant feeding. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 16, 116-123. DOI: doi:org/10.5713/ajas.2003.116.

Erkovan, H.İ., Güllap, M.K., Gül, İ., 2008. Çayır mera yem bitkilerinde rekabet ve süksesyon. *Alinteri Zirai Bilim. Derg.* 14, 27-38.

Escaray, F.J., Menendez, A.B., Gárriz, A., Pieckenstain, F.L., Estrella, M.J., Castagno, L.N., Carrasco, P., Sanjuán, J., Ruiz, O.A., 2012. Ecological and agronomic importance of the plant genus *Lotus*. Its application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils. *Plant Science*, 182, 121-133. doi:10.1016/j.plantsci.2011.03.016.

Escaray, F.J., Passeri, V., Babuin, F.M., Marco, F., Carrasco, P., Damiani, F., Pieckenstain, L.F., Paolucci, F., Ruiz, O.A., 2014. *Lotus tenuis* x *Lotus corniculatus* interspecific hybridization as a means to breed bloat-safe pastures and gain insight into the genetic control of proanthocyanidin biosynthesis in legumes. *BMC Plant Biology*, 14, 40. doi:10.1186/1471-2229-14-40.

Felderer, B., Boldt-Burisch, K.M., Schneider, B.U., Hüttl, R.F.J., Schulin, R., 2013. Root growth of *Lotus corniculatus* interacts with P distribution in young sandy soil. *Biogeosciences*, 10, 1737-1749. doi:10.5194/bg-10-1737-2013.

Gebrehiwot, L., Beuselinck, P.R., Roberts, C.A., 2002. Seasonal variations in condensed tannin concentration of three species. *Agronomy Journal*, 94, 1059-1065. doi:10.2134/agronj2002.1059.

Gür, M., Altın, M., Gökkuş, A., 2015. Determination of grazing time with relationships between grass layer height and biomass change in natural pastures. *African Journal of Agricultural Research*, 10, 3310-3318. https://doi.org/10.5897/AJAR2014.9470

Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Kitabevi, Yayın No:1387, 466 s, Ankara.

Kemp, P.D., Kenyon, P.R., Morris, S.T., 2010. The use of legume and herb forage species to create high performance pastures for sheep and cattle grazing systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 169-174. http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001300019

Khojasteh, F., Chahouki, M.A.Z., Azarnivand, H., Kikvidze, Z., 2013. Life form and preference can drive spatial relationships among plant species in semi-arid rangelands of middle Iran. *The Rangeland Journal*, 35, 63-69. doi:10.1071/RJ12052.

- Kikvidze, Z., Pugnaire, F.I., Choler, P., Lortie, C.J., Michalet, R., Callaway, R.M., 2005. Linking patterns and processes in alpine plant communities: a global study. *Ecology*, 86, 1395-1400. doi:10.1890/04-1926.
- Koç, A., 2001. Autumn and spring drought periods affect vegetation on high elevation rangelands of Turkey. *Journal of Range Management*, 54, 622-627. doi:10.2458/azu\_jrm\_v54i5\_koc
- Koç, A., Gökkuş, A., Öztas, T., 2001. Farklı dönemlerde ortaya çıkan kuraklığın mera bitki örtüsünün bazı özelliklerine etkisi. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt:3, 43-48, 17-21 Eylül, Tekirdağ.
- Llobet, M., Vignolio, O.R., Savé, R., Biel, C., 2012. Above- and below-ground interactions between *Lotus tenuis* and *Cynodon dactylon* under different fertilization levels. *Canadian Journal of Plant Science*, 92, 45-53. <http://doi/abs/10.4141/cjps2010-002>.
- MGM, 2017. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Klimatoloji Şube Müdürlüğü. İklim sınıflandırmaları. [https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf) [Erişim: 14.04.2017].
- Moore, J.E., Undersander, D.J., 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. In Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, University of Florida, 16-32, Florida.
- Orcen, N., 2013. Regeneration of bird's-foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) native race of Aegean region. *International Journal of AgriScience*, 2(4), 302-312.
- Pugnaire, F.I., Armas, C., Maestre, F.T., 2011. Positive plant interactions in the Iberian South-east: mechanisms, environmental gradients, and ecosystem function. *Journal of Arid Environments*, 75, 1310-1320. doi: 10.1016/j.jaridenv.2011.01.016.
- Ramírez-Restrepo, C.A., Barry, T.N., López-Villalobos, N., Kemp, P.D., Harvey, T.G., 2005. Use of *Lotus corniculatus* containing condensed tannins to increase reproductive efficiency in ewes under commercial dryland farming conditions. *Animal Feed Science Technology*, 121, 23-43. doi:10.1016/j.anifeedsci.2005.02.006.
- Ramírez-Restrepo, C.A., Barry, T.N., López-Villalobos, N., 2006. Organic matter digestibility of condensed tannin-containing *Lotus corniculatus* and its prediction in vitro using cellulose/hemicellulose enzymes. *Animal Feed Science Technology*, 125, 61-71. doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.05.012.
- Sleugh, B., Moore, K.J., George, J.R., Brummer, E.C., 2000. Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. *Agronomy Journal*, 92, 24-29. doi:10.2134/agronj2000.92124x.
- Smit, C., Vandenberghe, C., den Ouden, J., Muller-Sharer, H., 2007. Nurse plants, tree saplings and grazing pressure: changes in facilitation along a biotic environmental gradient. *Oecologia*, 152, 265-273. doi 10.1007/s00442-006-0650-6.
- Soliveres, S., García-Palacios, P., Castillo-Monroy, A.P., Maestre, F.T., Escudero, A., Valladares, F., 2011. Temporal dynamics of herbivory and water availability interactively modulate the outcome of a grass-shrub interaction in a semi-arid ecosystem. *Oikos*, 120, 710-719. doi:10.1111/j.1600-0706.2010.18993.x.
- Sthultz, C.M., Gehring, C.A., Whitham, T.G., 2007. Shifts from competition to facilitation between a foundation tree and a pioneer shrub across spatial and temporal scales in a semi-arid woodland. *New Phytologist*, 173, 135-145. doi:10.1111/j.1469-8137.2006.01915.x.
- Sun, Z., Wang, Z., Zhong, Q., Zhou, D., 2014. Seasonal variations in voluntary intake and apparent digestibility of forages in goats grazing on introduced *Leymus chinensis* pasture. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 27(6), 818-824. doi:10.5713/ajas.2013.13626.
- Şahinoğlu, O., Uzun, F., 2016. Taban mera ıslahında farklı metotların etkinliği: I. Agronomik özellikler, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(3), 423-432. Doi: 10.7161/anas.2016.31.3.423-431.
- Trannin, W.S., Urquiaga, S., Guerra, G., Ibjibijen, J., Cadisch, G., 2000. Interspecies competition and N transfer in a tropical grass-legume mixture. *Biology and Fertility of Soils*, 2(6), 441-448. doi.org/10.1007/s003740000.
- Uzun, F., 2010. Mineral element analizi. Tarla Bitkilerinde Laboratuvar Analizleri (Uygulama Ders Notu), Uzun, F. (Yazar). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notu No:1, s.44-46. Samsun.
- Uzun, F., Dönmez, H.B., Ocak, N., 2015. Genetic potential of wild birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) seeds collected from different geographical locations regarding to nutrient composition and nutritive value. *Agroforestry Systems*, 89(6), 963-972. doi:10.1007/s10457-015-9828-4.
- Uzun, F., Donmez, H.B., 2016. Ecotype traits of the natural populations of the birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) in association with the geographical parameters of the sampling sites. *Ekoloji Dergisi*, 25, 33-40. doi:10.5053/ekoloji.2015.21.
- Uzun, F., Ocak, N., Şenel, M.Z., Karadağ, Y., 2016a. The rates of desirable grazing plant species in rangelands: effect of different animal species and grazing pressures. 15th Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM International Network for the Research and Development of Pastures and Fodder Crops, No.114, pp. 83-86, 12-14 April, Orestiada, Greece.
- Uzun, F., Dal, A., Dönmez, H.B., Sürmen, M., Yavuz, T., Özyazıcı, M.A., Çankaya, N., 2016b. Morphological, agronomical, phenological and stand persistence traits of some wild narrowleaf birdsfoot trefoil (*Lotus tenuis* Waldst.&Kit.) populations. *Journal of Agricultural Sciences*, 22(2), 152-160. doi: [http://tarimbilimleri.agri.ankara.edu.tr/2016/22\\_2/3.makale%20\(1\).pdf](http://tarimbilimleri.agri.ankara.edu.tr/2016/22_2/3.makale%20(1).pdf)
- Uzun, F., Alay, F., İspirli, K., 2016c. Bartın ili meralarının bazı özellikleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 174-183. doi:10.19159/tutad.54652.
- Valkov, V.T., Chiurazzi, M., 2016. An in vitro procedure for phenotypic screening of growth parameters and symbiotic performances in *Lotus corniculatus* cultivars maintained in different nutritional conditions. *Plants*, 5(4), 40-51. doi:10.3390/plants5040040.
- Van der Putten, W.H., Macel, M., Visser, M.E., 2010. Predicting species distribution and abundance responses to climate change: why it is essential to include biotic interactions across trophic levels. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1549), 2025-2034. doi:org/10.1098/rstb.2010.0037.
- Yulianto, R., Xuan, T.D., Kawamura, K., Lim, J., Yoshitoshi, R., Xinyan, F., Zhe, G., 2016. Abundance frequency of plant species as animal feeds to determine ideal cattle grazing. *International Letters of Natural Sciences*, 58, 70-76. doi:10.18052/www.scipress.com/ILNS.58.70.
- Zhang, Z., Hu, G., Zhu, J., Ni, J., 2013. Aggregated spatial distributions of species in a subtropical karst forest, southwestern China. *Journal of Plant Ecology*, 6(2), 131-140. doi:org/10.1093/jpe/rts027.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.310249



## Terme Yöresi alüviyal arazilerde yetiştirilen çeltiğin bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleriyle besin element kapsamı arasındaki ilişkiler

Ayhan Horuz\*, Orhan Dengiz

*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun*  
\*Sorumlu yazar/corresponding author: ayhanh@omu.edu.tr

Geliş/Received 03/05/2017 Kabul/Accepted 01/12/2017

### ÖZET

Çeltik bölgede ekonomik değere sahip ürünlerin başında gelmektedir. Çeltikten optimum verimin alınabilmesi için her şeyin başında arazinin toprak özellikleri ve besin kapsamının çok iyi bilinmesi gerekir. Aksi takdirde ciddi verim kayıplarının yaşanması kaçınılmazdır. Bu çalışmanın amacı Samsun ili Terme yöresinde çeltik yetiştirilen alüviyal arazilerde yayılım gösteren toprakların fiziko kimyasal özellikleri ve besin element kapsamı arasındaki ilişkileri belirlemektir. Çalışma alanından alınan 64 toprak örneği analiz sonuçlarına göre değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, toprakların kil kapsamı %19.8-67.7; silt kapsamı %14.5-32.0; kum kapsamı %1.7-65.7; organik madde % 0.63-4.87; tuz içeriği 0.08-1.66 dS/m; pH 5.16-7.45 ve kireç % 0.58-1.94; arasında değişmiştir. Besin element kapsamı bakımından ise, yarıyıllı fosfor (P) 5.30-46.90 ppm; alınabilir potasyum (K) 45.0-635.0 ppm; yarıyıllı demir (Fe) 5.03-212.30 ppm; mangan (Mn) 6.11-91.32 ppm; çinko (Zn) 0.03-1.36 ppm; bakır (Cu) 3.83-15.90 ppm ve bor (B) 0.02-1.24 ppm arasında değişmiştir. Toprak özellikleri ve besin element kapsamı arasındaki ilişkilere göre, toprakların kil kapsamı ile silt ve kum kapsamı arasında negatif, organik madde (OM) ve Mn kapsamı arasında ise negatif, kum kapsamı ile OM ve Mn kapsamı arasında negatif, OM ile Cu kapsamı arasında pozitif, tuz içeriği ile K kapsamı arasında pozitif, pH ile P, K ve Cu kapsamı arasında pozitif, Mn kapsamı arasında negatif önemli ilişkiler elde edilmiştir. P kapsamı ile K, Zn ve Cu kapsamı arasında; K kapsamı ile Zn ve Cu kapsamı arasında önemli pozitif ilişkiler elde edilmiştir. Sonuç olarak yöre çeltik topraklarının organik maddece zenginleştirilmesi, tuzluluk seviyesine dikkat edilerek P, K, Zn ve B içeren gübrelerin verilmesi önerilmiştir. Ayrıca toprakların büyük bir çoğunluğunun nispeten düşük pH'ya sahip olması nedeni ile ileride oluşabilecek muhtemel Fe ve Mn toksitesine karşı kireç uygulaması tavsiye edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:**  
Çeltik toprağı  
Alüviyal arazi  
fiziko kimyasal özellik  
Besin element kapsamı

### The Relationships Between Some Physico-chemical Properties and Nutrient Element Content of Paddy raised on Alluvial Land in Terme Region

#### ABSTRACT

The rice is one of the most important yields, which has valuable income for regional economy. In order to obtain optimum yield from rice cultivation, it should be known soil properties and nutrition content of land in which rice has been grown. Otherwise, it can be faced with deprivation of yield due to misuse or applications for rice land management. The objective of this study was to determine relationships between physico-chemical properties of soil located on alluvial lands and nutrient elements in Terme district of Samsun province. For this purpose, 64 soil samples collected from the study area was statistically evaluate. The clay, silt and sand content of soils varied between 19.8-67.7%, 14.5-32.0% and 1.7-65.7%, respectively. In addition, organic matter, salt, pH and lime content were found as 0.63-4.87%, 0.8-1.66 dS/m, 5.16-7.45 and 0.58-1.94, respectively. Moreover, micro and micro nutrient element contents were determined as 5.30-46.90 ppm, 45.0-635.0 ppm, 5.03-212.30 ppm, 6.11-91.32 ppm, 0.03-1.36 ppm, 3.83-15.90 ppm and 0.02-1.24 ppm for available P, exchangeable K, available Fe, Mn, Zn, Cu and B, respectively. It was found that there were significantly important relationships between clay content of soils and silt, sand, organic matter and Mn contents. Besides, there are significant relationships between sand and OM, and Mn content. Another significant relation was also determined between OM and Cu content. Other significant relations are between salt and K content; between pH and P, K, Mn and Cu contents, and between P content and K, Zn, Cu content and between

**Keywords:**  
Paddy soil  
Alluvial land  
Physico-chemical properties  
Nutrient elements

K content and Zn, Cu content. Consequently, it should be given some suggestions such as application of fertilizers including P, K, Zn and B by taking into consideration of salinity level of soils and enrichment of organic matter in the paddy fields. Also, it was recommended to apply lime against potential Fe and Mn toxicity that may occur in the future, due to the fact that a large majority of soils have low pH values.

## 1. Giriş

Çeltik su içerisinde çimlenen, kökleri suda erimiş oksijenden yararlanabilen tek tahıl cinsi olup buğdaygiller (Gramineae) familyasından, *Oryza sativa* L. cinsinden otsu bir bitki türüdür. Besin kaynağı olarak buğdaydan sonra en önemli kültür bitkisidir (Temür, 2016). Ayrıca Dünyada kişi başına günlük enerjinin %25'i çeltik tüketimi ile karşılanmaktadır (Sürek, 2002).

Tarımsal üretimde asıl amaç bitkisel verimliliği artırmaktır. Bu amaca ulaşmada elde edilecek başarı, bitki için gerekli yaşam ortamını, yani toprağı verimli düzeye çıkarmaya bağlıdır. Toprağı verimli düzeye çıkarmak dediğimizde aklımıza toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmek gelir. Toprağın bu özelliklerini geliştiren birçok faktör vardır. Örneğin organik maddenin, bitki besin maddeleri ile birlikte toprakların fiziksel ve biyolojik özelliklerine yaptığı katkı bakımından önemi büyüktür (Kacar, 1997).

Tarımsal üretimde verim üzerine etki eden en önemli faktörlerin başında toprak verimliliği gelir. Bazı koşullarda besin elementi fazlalığı veya besin elementi yetersizliği bitkiler tarafından diğer besin elementlerinin alınmasına engel olurken, verim ve kaliteyi de olumsuz yönde etkilemektedir. Öte yandan yörede etüd çalışmaları ile toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek, bu özellikler ile topraktaki besin elementleri arasındaki ilişkilerin bilinmesi, yapılacak gübreleme programları ile en yüksek faydanın sağlanması açısından önemli olacaktır (Çimrin ve Boysan, 2006).

Toprak kimyası ve verimlilik araştırmalarının genel amacı, bitki gelişimiyle ilişkili olarak topraklardaki kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlarının temelini iyi bir şekilde anlaşılması ile toprak ve çevre kalitesinde sürdürülebilirliğin korunmasını sağlamaktır (Sağlam ve Dengiz, 2013). Sürdürülebilir tarımsal üretimde en önemli faktör toprakların bozulmasına sebebiyet vermeden toprakların üretkenliğini artırarak, verimlilik parametrelerinde kalitesinin devamlılığının sağlanmasıdır. Bu da ancak tarımsal üretim alanlarında toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişimine neden olan etkin süreçlerin belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması ile gerçekleştirilebilir. Bitkiler tarafından topraklardan sömürülen bitki besin maddelerinin yeniden toprağa kazandırılması günümüzde tarımsal sürdürülebilirliğin en yaygın uygulamasıdır (Akça vd., 2015).

Başar (2001), Bursa ilinde farklı tarım ürünlerinin yetiştirildiği arazilerden alınan 1018 adet toprak örneğinde yaptığı araştırma sonuçlarına göre, toprakların %56.49'unun organik madde, %21.81'inin

alınabilir P ve % 21.82'sinin alınabilir K kapsamlarının düşük ve çok düşük düzeylerde olduğu bildirilmiştir. Zengin vd. (2003), Konya İli Beyşehir İlçesi tarım topraklarının verimlilik durumlarını belirlemek amacı ile alınan 48 adet toprak örneğinde N, P, K, Fe, Cu, Mn ve Zn ortalama değerlerinin sırasıyla 104.73, 24.48, 502.9, 15.62, 5.84, 2.74 ve 2.62 ppm olduğunu bildirmişlerdir.

Toprağın doğal verimliliğinin korunmasında esas kimyasal girdilerin en az düzeyde tutularak çevresel faktörlerin değerlendirilmesidir (Karaman vd., 2012). Bu nedenle her hangi bir alan içerisinde yer alan bir birimden farklı özelliklere sahip toprakların fiziksel, kimyasal ve verimlilik gibi temel özelliklerinin bilinmesi ve her toprak çeşidinin taşınmış olduğu karakteristik yapısına göre yönetilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda alüvyal arazilerde yer alan topraklar, akarsularla taşınmış sediment materyaller üzerinde oluşmaları nedeniyle kısa mesafeler içerisinde ani değişkenlikler gösterebilmektedirler. Turan vd. (2010), Bursa ili alüvyal araziler üzerinde yer alan tarım topraklarının genel olarak orta bünyeli, hafif alkali reaksiyonlu (pH) olduğu, az ve orta düzeyde kireç içeren toprakların %43.39'unun organik madde, %46.66'sının toplam N, %10'unun yarıyıllı P, %43.34'ünün yarıyıllı Zn ve %90'ının yarıyıllı Mn bakımından yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca toprakların %23.33'ünde alınabilir K, %43.33'ünde yarıyıllı Ca, %73.33'ünde alınabilir Mg, %50'sinde alınabilir P, %90'ında yarıyıllı Fe ve tamamında yarıyıllı Cu miktarının yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

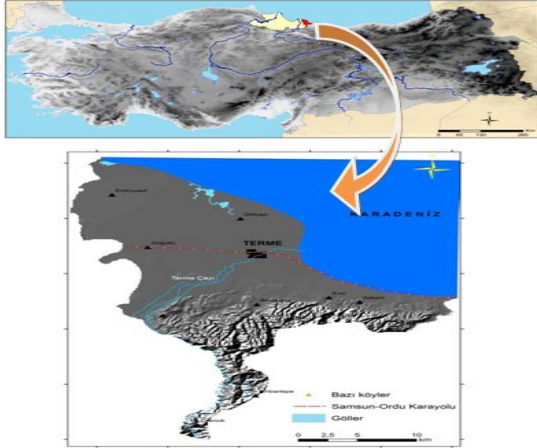
Bu çalışmanın amacı, Samsun ili Terme yöresinde yayılım gösteren alüvyal çeltik arazilerinin bazı fiziko kimyasal toprak özellikleri ile besin element kapsamı arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

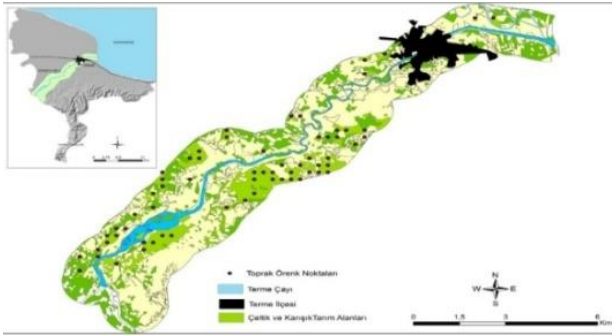
Çalışma Samsun ilinin Terme ilçesi sınırları içerisinde ve Çarşamba Ovasının doğusunda yer alan Terme Çayının Çarşamba Ovasına girdiği yer ile denize döküldüğü yaklaşık 20 km'lik mesafede çayın her iki yakası arasındaki 53.6 km<sup>2</sup> genişlik kaplayan alan içerisinde gerçekleştirilmiştir. Samsun İli Orta Karadeniz Bölgesinde bulunan Terme ilçesi; yüzölçümü 583 km<sup>2</sup> olup, Terme Çayı kenarında ve denizden 3 km içeride kurulmuştur (Şekil 1).

Terme'de her mevsim yağışlı tipik Karadeniz iklimi hüküm sürmektedir. Terme ilçesine en yakın Ünye 17624 nolu rasetinin 1960-2014 yılları arası verilerine göre, yıllık ortalama yağış miktarı 964.8 mm olup en fazla Kasım ayında en düşük ise 52.7 mm ile Mayıs ayında ölçülmüştür. İlçenin sıcaklık durumu ise

ortalama yıllık sıcaklık durumu 14.3 °C ve en sıcak ay 23.2 °C ile Ağustos ve en düşük sıcaklık ise 6.8 °C ile Şubat ayında ölçülmüştür Çalışma alanında yer alan çeltik arazilerini temsilen 0-30 toprak derinliğinden toplam 64 adet toprak örneği alınmıştır (Şekil 2). Alınan toprak örnekleri hava kuru hale getirildikten sonra, 2 mm'lik elekten geçirilerek, fiziksel ve kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası



Şekil 2. Çalışma alanı içerisinde dağılım gösteren çeltik arazilerinden alınan toprak örnek yerleri

Araştırma materyalini oluşturan toprak örneklerinde bünye hidrometre yöntemi (Bouyoucos, 1951); kireç Scheibler kalsimetresi (Soil Survey Staff, 1993); toprak reaksiyonu (pH) ve tuz içeriği saturasyon çamurunda (Soil Survey Laboratory, 1992); organik madde modifiye Walkley-Black yöntemine göre (Jackson, 1967); alınabilir potasyum 1 N amonyum asetat (NH<sub>4</sub>OAc) metodu ile belirlenmiştir (Suarez ve Vaughan, 2001). Yarayışlı fosfor pH>7 topraklar 0.5 M NaHCO<sub>3</sub> ile Olsen vd. (1954) metoduna göre; pH<7 topraklar 0.03N NH<sub>4</sub>F + 0.025 N HCl ile Bray ve Kurtz No.1 metoduna göre (Bray ve Kurtz, 1945) belirlenmiştir. Yarayışlı çinko, demir, mangan ve bakır 0,005 M DTPA metoduna göre Perkin Elmer, AA-400 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde (Lindsay ve Norvell 1978); yarayışlı bor sıcak su ekstraksiyonunda Azometin-H yöntemine göre spektrofotometrede

belirlenmiştir (John vd, 1975).

Toprakların bazı fiziko kimyasal özellikleri ve yarayışlı besin element kapsamına ait verimlilik ilişkilerinin ortaya konulmasında tanımsal istatistik ve korelasyon analizleri (SPSS 17.0) kullanılarak Düzgüneş vd. (1987)'e göre yorumlanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Tanımlayıcı istatistik tablosundan (Çizelge 1) anlaşılacağı üzere incelenen toprak özelliklerine ait çarpıklık katsayıları veri setinin büyük oranda normal dağılım (kil, OM, pH, kireç, toplam N, Mn ve Cu) sergilerken, bazı toprak özelliklerinin ise pozitif çarpıklık katsayısına (kum, tuz, P, K, Fe, Zn ve B) sahip olduğu görülmektedir (Webster, 2001).

#### 3.1. Toprakların genel özellikleri

Samsun yöresi alüvyal çeltik topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile makro ve mikro besin element kapsamı Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde araştırma topraklarının kil, silt ve kum içeriği sırasıyla % 19.8-67.7, 14.5-32.0 ve 1.7-65.7 arasında değişmekte olup, ortalama % 43.5 kil, % 58.8 silt ve % 24.5 kum içerdiği bulunmuştur.

Toprakların büyük çoğunluğunun killi ve siltli bünyeye sahip oldukları bulunmuştur. Bouyoucos (1951)'un bünye sınıflarına göre toprakların % 56.25'i killi, % 31.25'i killi tınlı, % 6.25'i siltli kil, %1.56'sı tınlı, %1.56'sı siltli tın, % 1.56'sı kumlu tın ve %1.56'sı kumlu killi tın bünyede oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Yöre çeltik topraklarının tuz içeriği % 0.08-1.66 arasında değişmekte ve ortalama % 0.44 tuz içermektedir (Çizelge 1). Richard (1954)'e göre toprakların %9.38'i az tuzlu, % 31.25'i hafif tuzlu, % 45.31'i orta tuzlu ve % 14.06'sı fazla tuzlu sınıfına girdikleri tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çeltik topraklarının reaksiyonu pH 5.16-7.45 arasında değişmekte, ortalama pH 6.40'dır (Çizelge 1). Richard (1954)'e göre toprakların % 6.25'i kuvvetli asit (5.1-5.5), % 18.75'i orta derecede asit (5.6-6.0), % 23.44'ü hafif asit (6.1-6.5), % 50'si nötr (6.6-7.3) ve % 1.56'sı hafif alkalın (7.4-7.8) reaksiyonlu oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çeltik topraklarının OM içeriği 0.63-4.87 arasında değişmekte olup, ortalama %2.58 OM kapsadığı bulunmuştur (Çizelge 1). Horuz (1996)'ya göre toprakların % 12.50'si çok az, % 54.69'u az, % 20.31'i orta, % 4.69'u yüksek ve %7.81'i çok yüksek organik madde içerdiği tespit edilmiştir. (Çizelge 2). Turan vd (2010) Bursa ili alüvyal topraklarının da organik madde bakımından çoğunlukla az sınıfına girdiğini bildirmişlerdir. Çeltik topraklarının kireç içerikleri % 0.58-1.94 arasında değişmekte, ortalama %1.19 kireç içermektedir (Çizelge 1). Ülgen ve Yurtsever (1988)'e göre toprakların % 31.25'i kireçsiz ve % 68.75'i kireçli oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Toprakların kil ile silt içeriği arasında önemli (-0.318\*) ve kum içeriği arasında ise çok önemli (-0.722\*\*) negatif; OM içeriği (0,291\*) ile önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur. Silt içeriği ile kum içeriği (-0.427\*\*) arasında çok önemli; kum içeriği ile OM

içeriği (-0.275\*) arasında önemli negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 3). Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Atalay, 1988; Horuz ve Korkmaz, 2000; Çimrin ve Boysan, 2006; Kacar vd., 2006; Turan vd., 2010).

Çizelge 1. Çeltik topraklarının bazı fiziko kimyasal özellikleri ve besin element kapsamı

Toprak özelliği	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Varyans	Çarpıklık	Basıklık	n
Kil, %	43.48	19.80	67.70	9.74	94.89	0.02	0.14	64
Silt, %	32.04	14.50	58.80	7.46	55.60	0.55	1.92	64
Kum, %	24.48	1.70	65.70	10.21	104.30	1.12	3.04	64
Tuz, %	0.44	0.08	1.66	0.30	0.09	2.26	6.56	64
pH	6.40	5.16	7.45	0.55	0.30	-0.35	-0.49	64
OM, %	2.58	0.63	4.87	1.01	1.03	0.27	-0.32	64
Kireç, %	1.19	0.58	1.94	0.33	0.11	0.11	-0.33	64
P, ppm	18.83	5.30	46.9	8.77	76.85	0.95	0.66	64
K, ppm	145.74	45.00	635.00	87.81	7711.25	3.03	13.45	64
Fe, ppm	50.89	5.03	212.30	50.43	2543.50	1.76	2.06	64
Mn, ppm	49.02	6.11	91.32	21.47	460.92	0.23	-0.74	64
Zn, ppm	0.32	0.03	1.36	0.23	0.05	2.49	7.54	64
Cu, ppm	10.59	3.83	15.90	2.76	7.63	-0.16	-0.49	64
B, ppm	0.30	0.02	1.24	0.26	0.07	1.56	2.75	64

OM: Organik madde; P: Yarayırlı fosfor; K: Alınabilir potasyum; Yarayırlı Fe (demir), Mn (mangan), Zn (çinko), Cu (bakır), B (bor); n: Örnek sayısı.

Tuz (EC) bakımından topraklar % 0.08-1.66 tuz içermekte ve ortalama tuz içeriği % 0.44'dür. Toprakların reaksiyonu pH5.16-7.45 arasında değişmekte, ortalama pH 6.40'dır. 64 nolu toprak örneği hafif alkalın reaksiyonda iken diğer örneklerin nötr, hafif ve orta asit pH'ya sahip oldukları bulunmuştur. Toprakların kireç içerikleri % 0.58-1.94 arasında değiştiği, ortalama % 1.19 olduğu ve tüm topraklar kireçsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Ayrıca, toprakların kil ile silt içeriği arasında önemli (-0,318\*) ve kum içeriği arasında ise çok önemli (-0,722\*\*) negatif; OM içeriği (0,291\*) ile önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur. Silt içeriği ile kum içeriği (-0,427\*\*) arasında çok önemli; kum içeriği ile OM içeriği (-0,275\*) arasında önemli negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 2). Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Atalay, 1988; Horuz ve Korkmaz, 2000; Çimrin ve Boysan, 2006; Kacar ve ark., 2006).

### 3.2. Toprakların besin element kapsamı

Yörede çeltik yetiştirilen alüviyal toprakların yarayırlı P, K, Fe, Mn, Zn, Cu ve B besin element kapsamı Çizelge 1'de verilmiştir.

Toprakların yarayırlı fosfor kapsamı 5.30-46.90 ppm arasında değişmekte, ortalama 18.83 ppm yarayırlı P kapsamaktadır (Çizelge 1). pH>7 topraklar Yurtsever ve

Alkan (1975)'ın bildirdiği sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde % 6.25'i iyi, % 1.56'sı yüksek ve % 4.69'u yüksek seviyede fosfor içerirken; pH<7 topraklar Olsen ve Sommers (1982)'nın bildirdiği sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde ise toprakların % 3.12'si az, % 51.56'sı orta ve % 32.81'i yüksek seviyede yarayırlı fosfor içermektedir (Çizelge 4). Belirtilen değerlere göre toprakların büyük bir çoğunluğunun orta seviyede fosfor içerdiği bulunmuştur. Bu sonuçlara göre Samsun yöresi alüviyal çeltik topraklarının büyük çoğunluğunun fosforlu gübreye gereksinim duyduğu söylenebilir. Benzer şekilde Taban vd. (2004) Bursa yöresi alüviyal topraklarının % 40'mın fosforca fakir ve fosforlu gübre gereksinimi olduğunu bildirmişlerdir. Karaca ve Çimrin (2002) de benzer sonuçları bulduklarını ifade etmişlerdir. Toprak örneklerinin yarayırlı fosfor içeriği ile diğer toprak özellikleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde; yarayırlı fosfor kapsamı ile pH (0.516\*\*), yarayırlı potasyum (0.516\*\*), çinko (0.619\*\*) ve Cu kapsamı (0.355\*\*) arasında çok önemli pozitif önemli ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 2). Benzer ilişkiler Atalay (1987), Turan vd. (2010), Horuz ve Korkmaz (2000) tarafından da ifade edilmiştir.

Çizelge 2. Toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin dağılımı ve sınıflandırılması

Toprak Özelliği	Sınır değeri	Değerlendirme	Örnek sayısı	Dağılım, %
Bünye (Bouyoucos, 1951)	-	Killi (C)	36	56.25
	-	Killi tın (CL)	20	31.25
	-	Siltli kil (SiC)	4	6.25
	-	Tınlı (L)	1	1.56
	-	Siltli tın (SiL)	1	1.56
	-	Kumlu tın (SCL)	1	1.56
	-	Kumlu killi tın (SCL)	1	1.56
Tuz, % (Richard, 1954)	0.00-0.15	Tuzsuz	6	9.38
	0.15-0.35	Hafif tuzlu	20	31.25
	0.35-0.65	Orta tuzlu	29	45.31
	> 0.65	Çok tuzlu	9	14.06
pH (Richard, 1954)	< 4.5	Fevkalade asit	-	-
	4.5 – 5.0	Çok kuvvetli asit	-	-
	5.1 – 5.5	Kuvvetli asit	4	6.25
	5.6 – 6.0	Orta derecede asit	12	18.75
	6.1 – 6.5	Hafif asit	15	23.44
	6.6 – 7.3	Nötr	32	50.00
	7.4 – 7.8	Hafif alkalın	1	1.56
	7.9 – 8.4	Orta derecede alkalın	-	-
	8.5 – 9.0	Kuvvetli alkalın	-	-
> 9.1	Çok kuvvetli alkalın	-	-	
OM, % (Horuz, 2002)	< 1.39	Çok az	8	12.50
	1.39-2.91	Az	35	54.69
	2.92-3.61	Orta	13	20.31
	3.62-4.22	Yüksek	3	4.69
	> 4.22	Çok yüksek	5	7.81
Kireç, % (Ülgen ve Yurtsever, 1988)	0-1	Az kireçli	20	31.25
	1-5	Kireçli	44	68.75
	5-15	Orta kireçli	-	-
	15-25	Fazla kireçli	-	-
	> 25	Çok fazla kireçli	-	-

Çizelge 3. Çeltik topraklarının fiziko kimyasal özellikleri ve besin element kapsamı arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları (r)

	Silt	Kum	OM	Tuz	pH	Kireç	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Kil	-.318*	-.722**	.291*	.150	-.039	.097	-.072	-.110	-.097	.304*	-.030	.223	-.085
Silt		-.427**	-.003	.002	-.011	-.065	-.124	-.032	-.166	.049	-.028	-.034	.139
Kum			-.275*	-.144	.044	-.043	.158	.127	.214	-.323**	.048	-.188	-.020
OM				.065	.092	.147	.165	.076	.173	-.025	.195	.432**	-.168
Tuz					.184	.038	.089	.468**	-.164	.023	.177	.222	-.154
pH						.163	.261*	.391**	-.130	-.347**	.156	.518**	.232
Kireç							.141	.061	-.155	.098	.179	.192	-.003
P								.516**	.109	-.013	.619**	.355**	.130
K									-.032	-.200	.603**	.251*	-.026
Fe										-.114	.054	-.160	-.224
Mn											.050	-.011	.073
Zn												.215	-.067
Cu													-.149

\*:0.05 düzeyinde önemli; \*\*:0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4. Toprakların besin element kapsamı dağılımı ve sınıflandırılması

Toprak Özelliği	Sınır değer, %	Değerlendirme	Örnek sayısı	Dağılım. %
pH $\geq$ 7 Topraklarda (Yurtsever ve Alkan, 1975)	< 4	Az	-	-
	4 - 8	Orta	-	-
	8 - 16	İyi	4	6.25
	16 - 24	Yüksek	1	1.56
	> 24	Çok yüksek	3	4.69
Fosfor, ppm	< 3	Çok az	-	-
	3 - 7	Az	2	3.12
	7 - 20	Orta	33	51.56
	> 20	Yüksek	21	32.81
Potasyum, ppm (Fawzi ve El-Fouly, 1980)	< 150	Noksan	40	62.50
	150 - 200	Orta	15	23.44
	200 - 300	Yeter	5	7.81
	300 - 400	Fazla	2	3.12
	> 450	Çok fazla	2	3.12
Demir, ppm (Loué, 1986)	< 10	Noksanlık riski yüksek	1	1.56
	10 - 20	Noksanlık riski orta	15	23.43
	20 - 150	Yeterli	42	65.63
	> 150	Hidromorfik problem var	6	9.38
Mangan, ppm (FAO, 1990)	< 4	Çok az	-	-
	4 - 14	Az	1	1.56
	14 - 50	Yeterli	35	54.69
	50 - 170	Fazla	28	43.75
	> 170	Çok fazla	-	-
Çinko, ppm (FAO, 1990)	< 0.2	Çok az	20	31.25
	0.2 - 0.7	Az	41	64.06
	0.7 - 2.4	Yeterli	3	4.69
	2.4 - 8.0	Fazla	-	-
	> 8	Çok fazla	-	-
Bakır, ppm (Follet, 1969)	< 0.2	Yetersiz	-	-
	> 0.2	Yeterli	64	100
Bor, ppm (Volf, 1971)	< 0.4	Çok az	46	71.88
	0.4 - 0.9	Az	16	25.00
	1 - 2.4	Yeterli	2	3.12
	2.5 - 4.9	Fazla	-	-
	> 5.0	Çok fazla	-	-

Toprakların alınabilir potasyum kapsamı 45.0-635.0 ppm arasında değişmekte ve ortalama 145.7 ppm K kapsamaktadır (Çizelge 1). Fawzi ve El-Fouly (1980)'nin bildirdiği sınır değerlerine göre toprakların % 62.50'ini noksan; % 23.44'ü orta, % 7.81'i yeter, % 3.12'sinin de fazla ve çok fazla seviyede alınabilir potasyum içerdiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Belirtilen değerlere göre toprakların çoğunun potasyumca noksan olduğu büyük bir çoğunluğunun da potasyumlu gübrelemeye ihtiyaç duyduğu tespit edilmiştir. Toprak örneklerinin alınabilir potasyum kapsamı ile diğer toprak özellikleri arasında ilişkiler incelendiğinde; alınabilir potasyum kapsamı ile pH (0.391\*\*), tuz içeriği (0.468\*\*), yarayırlı P (0.516\*\*), Zn (0.603\*\*) ve Cu kapsamı (0.355\*\*) arasında çok önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 2). Benzer ilişkiler Atalay (1988) ve Horuz (1996) tarafından da belirtilmiştir.

Toprakların yarayırlı Fe kapsamı 5.03-212.30 ppm arasında değişmekte ve ortalama 50.89 ppm Fe kapsamaktadır (Çizelge 1). Loué (1986)'nin bildirdikleri sınır değerlerine göre değerlendirildiğinde toprakların %1.56'sında Fe noksanlık riski yüksek, %2.43'ünde noksanlık riski orta, %65.63'ü yeterli ve %9.38'inde hidromorfik problem olduğu bulunmuştur (Çizelge 4). Korkmaz vd. (2010) Bafra, Çarşamba ve Suluova topraklarının DTPA ile ekstrakte edilebilir demir miktarına bağlı olarak fasulye bitkisinin demirli gübrelemeye cevabını araştırdıkları çalışmada toprakta kritik Fe miktarını 15.95 ppm olduğunu bildirmişlerdir. Bu kritik değere göre yöre çeltik topraklarının büyük bir çoğunluğunda demirin yeterli az bir kısmında demirin fazla olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla çeltik topraklarında zaten indirgen (redüksiyon) ortam şartları hakim olduğundan dolayı, ana materyalden kaynaklanan Fe noksanlığı yok ise, demirin noksanlığı söz konusu değildir (Aktaş, 1994; Kacar ve Katkat, 2009; Turan ve



Horuz, 2012). Toprakların yarayışlı Fe kapsamı ile kil, silt, tuz, pH ve kireç içeriği, yarayışlı K, Mn, Cu ve B kapsamı arasında önemli olmayan negatif, kum, OM, N, P ve Zn kapsamı arasında önemli olmayan pozitif ilişkiler bulunmuştur. Kacar vd. (2006) yarayışlı Fe ile pH, kireç, Mn arasında negatif ilişkiler tespit etmişlerdir. Tarakçioğlu vd. (2007) ve Turan vd. (2010) da benzer ilişkiler bulduklarını bildirmişlerdir.

Toprakların yarayışlı Mn kapsamı 6.11-91.32 ppm arasında değişmekte ve ortalama 49.02 ppm Mn kapsamaktadır (Çizelge 1). FA (1990) tarafından bildirilen sınır değerlerine göre toprakların yarayışlı Mn kapsamının % 1.56'sı az, % 23.44'ü yeter, % 65.63'ü fazla ve % 9.38'i fazla seviyede Mn içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4). Yörede sadece 1 toprakta Mn noksanlığı görülmüş, diğer toprakların Mn bakımından yeterli veya fazla olduğu bulunmuştur. Yarayışlı Mn bakımından fazla olan topraklarda pH düzenlemesi, kireç veya Mn ile antagonistik ilişkili olan gübreleme programlarıyla bu sorun giderilebilir. Zira birçok araştırmacı da topraklarda Mn fazlalığının giderilmesinden belirtilen uygulamaları tavsiye ettikleri görülmektedir (Aktaş, 1994; Horuz vd 2000; Kacar ve Katkat, 2009). Toprakların yarayışlı Mn kapsamı ile pH (-0.347\*\*) arasında çok önemli ve kum içeriği (-0.323\*) arasında önemli negatif; kil içeriği (0.304\*) arasında önemli pozitif ilişkiler bulunurken, çalışmada yarayışlı K ve Fe kapsamı arasında da önemli olmayan negatif ilişkiler tespit edilmiştir. Tosun vd (2006) da benzer ilişkileri ifade etmişlerdir.

Toprakların yarayışlı Zn kapsamı 0.03-1.36 ppm arasında değişmekte ve ortalama 0.32 ppm Zn kapsamaktadır (Çizelge 1). Zn kapsamı FAO (1990) tarafından bildirilen sınır değerlerine toprakların yarayışlı Zn kapsamının 31.25'i çok az, % 64.06'sı az ve % 4.69'u yeterli bulunmuştur (Çizelge 4). Bu sonuçlara göre yöre topraklarının büyük bir çoğunluğunun Zn bakımından yoksun oldukları ve çinkonun gübreleme programlarına alınması gerektiği tespit edilmiştir. Eyüpoğlu vd. (1996) Türkiye tarım topraklarının % 49.83'ünün, Çakmak vd (1996) Konya havzasında toprakların % 92'sinin, Özgüven ve Katkat (2002) Bursa ili topraklarının % 37.5'inin, Çimrin ve Boysan (2006) Van yöresi tarım topraklarının %88.5'inin Zn bakımından yoksul olduklarını bildirmişlerdir. Aynı şekilde farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda da toprakların Zn bakımından noksan olduğu bildirilmiştir (Karaçal ve Çimrin, 1997; Eyüpoğlu vd., 1996). Toprakların yarayışlı Zn kapsamı ile P (0.619\*\*) ve K (0.603\*\*) kapsamı arasında çok önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca tuz, OM ve Cu kapsamı arasında da önemli olmayan pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Toprakların yarayışlı Cu kapsamı 3.83-15.90 ppm arasında değişmekte ve ortalama 10.58 ppm Cu kapsamaktadır (Çizelge 1). Toprakların yarayışlı Cu kapsamı hem Follet (1969) hem de Viets ve Lindsay (1973)'in bildirdikleri sınır değerlerine göre %100'ü Cu bakımında yeterli (>0.2) bulunmuştur (Çizelge 4).

Samsun yöresi alüviyal çeltik topraklarının tamamının yeterli Cu içerdikleri ve Cu noksanlığı söz konusu olmadığı tespit edilmiştir. Çimrin ve Boysan (2006) Van yöresi topraklarının, Tarakçioğlu vd. (2007) Ordu yöresi topraklarının, Turan vd (2010) Bursa yöresi topraklarının %100'ünün bakırca yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Diğer yandan Cu fazlalığı Baker ve Walker (1989), De Vos vd. (1991) gibi araştırmacılara göre, bitkilerin toprak üstü organlarına oranla kök büyümesinin gerileyebileceğini, duyarlı bitkilerde kök hücre plazma membranlarının zarar görmesi sonucu bitki kökünden dışarı potasyum salgılayarak, K noksanlığı gösterebileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca toprakların yarayışlı Cu kapsamı ile pH (0.518\*\*) ve OM içeriği (0.432\*\*) arasında çok önemli, yarayışlı P kapsamı (0.355\*\*) ile çok önemli ve K (0.251\*) kapsamı ile önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur. Bununla birlikte Cu kapsamı ile tuz, kireç ve Zn kapsamı arasında pozitif, Fe ve B kapsamı arasında negatif önemli olmayan ilişkiler tespit edilmiştir.

Toprakların yarayışlı B kapsamı 0.02-1.24 ppm arasında değişmekte ve ortalama 0.31 ppm B kapsamaktadır (Çizelge 1). Toprakların yarayışlı B kapsamı Wolf (1971)'a göre değerlendirildiğinde toprakların % 71.88'ü düşük, % 25.00'i az ve % 3.12'si yeterli düzeyde B içerdiği bulunmuştur (Çizelge 4). Elde edilen verilere göre yöredeki alüviyal çeltik topraklarının B bakımından düşük ve borlu gübrelemeye ihtiyaç duyduğu tespit edilmiştir. Ancak bor gübrelemesinde noksanlık ile toksitenin bıçak sırtı birbirine yakın olduğu unutulmayarak mutlaka toprak analiz sonuçlarına göre gübreleme yapılması gerekir. Horuz ve Korkmaz (2000), Tarakçioğlu vd. (2003), Özkutlu vd. (2016) gibi araştırmacılar da Karadeniz bölgesi topraklarında B noksanlığı olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların ifadelerinden yörede geçmişten günümüze B noksanlığının hala devam ettiği anlaşılmaktadır. Bor bitkilerde hücre duvarı strüktürü ve hücre büyümesinde, kök gelişiminde, bitkide şeker ve karbondioksitlerin taşınımı için gerekli olan önemli bir elementtir (Abdollahi vd. 2010). Şiddetli noksanlığında kök ve yaprak gelişimi, çiçeklenme ve dolayısıyla meyve veya dane oluşumu zarar görür (Kacar ve Katkat, 2009; Turan ve Horuz, 2012). Toprakları yarayışlı B kapsamı ile pH, silt içeriği ve P kapsamı arasında pozitif, tuz, OM, Fe ve Cu kapsamı arasında da negatif önemli olmayan ilişkiler bulunmuştur.

#### 4. Sonuçlar

Samsun İli Terme yöresi alüviyal çeltik arazileri, toprak özellikleri bakımından, genellikle killi-siltli bünyede, organik madde bakımından az sınıfında, toprakların çoğu orta derecede tuzlu, büyük bir çoğunluğu nötr pH'ya sahip olmakla birlikte hafif-orta asit pH'da ve kireçsiz oldukları bulunmuştur. Topraklar besin element kapsamı bakımından ise yarayışlı fosfor seviyesi orta, değişebilir potasyumca noksandır. Yarayışlı demirce yüksek, yarayışlı mangan bakımından

yeterli olmakla birlikte bazı topraklarda fazla Mn olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yöre topraklarının Zn ve B bakımından noksan, bakır bakımından yeterli olduğu bulunmuştur.

Toprak özellikleri ile besin kapsamı arasındaki ilişkiler bakımından toprakların kil kapsamı ile organik madde (OM) ve Mn kapsamı arasında; OM ile Cu kapsamı arasında, K kapsamı ile tuz, pH, P, Zn ve Cu kapsamı arasında; fosfor kapsamı ile pH, potasyum, çinko ve Cu kapsamı arasında çok önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yarayışlı Zn kapsamı ile P ve K kapsamı arasında; yarayışlı Cu kapsamı ile pH ve OM içeriği arasında çok önemli pozitif ilişkiler elde edilirken, yarayışlı Mn kapsamı ile pH arasında çok önemli negatif ilişki elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre yöre çeltik topraklarında artan tuzluluk seviyesine dikkat edilerek; organik maddece zenginleştirilmesi, topraklara P, K, Zn ve B içeren gübrelerin verilmesi ile birlikte pH'nın düşük olduğu çeltik arazilerinde ilerde oluşabilecek Fe ve Mn toksitesine karşı kireçleme uygulamaları ile gerekli tedbirlerin alınması önerilmiştir.

## Kaynaklar

Abdollahi, M., Eshghi, S., Tafazoli, E., 2010. Interaction of paclobutrazol, boron and zinc on vegetative growth, yield and fruit quality of strawberry (*Fragaria × Ananassa Duch. Cv. Selva*). *J. Biol. Environ. Sci.*, 4(11): 67-75.

Akça, M.O., Türkmen, F., Taşkın, M.B., Soba, M.R., Öztürk, H.B., 2015. Ankara üniversitesi Kalecik araştırma ve uygulama çiftliği topraklarının verimlilik durumlarının incelenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 3(2): 54 – 63.

Aktaş, M., 1994. Bitki besleme ve toprak verimliliği, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 1361, 395 s., Ankara.

Atalay, İ. Z., 1987. Gediz havzası alüvyal topraklarının besin elementi durumu ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. *Ege Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 24(1): 61-74.

Atalay, İ.Z., 1988. Gediz havzası rendzina topraklarının besin elementi durumu ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. *Ege Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 25(2): 173-184.

Baker, A.J.M., Walker, P.L., 1989. Physiological responses of plant to heavy metals and the quantification of tolerance and toxicity. *Chem. Speciation Bioavail.* 1: 7-17.

Başar, H., 2001. Bursa İli topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 15: 69-83

Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agr. J.*, 43:439.

Bray, R.H., Kurtz, L.T., 1945, Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.*, 59: 39-45.

Bremner, J.M., Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen-Total. In: A.L. Page, R.H. Miller (Eds). *Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, pp: 595-624.*

Çakmak, İ., Torun, B., Erenoğlu, B., Kalaycı, M., Yılmaz, A., Ekiz, H., Barun, H., 1996. Türkiye’de toprak ve bitkilerde çinko eksikliği ve bitkilerin çinko eksikliğine dayanıklılık mekanizmaları. *Tr. Journal of Agriculture and Forestry* (20): 13- 23.

Çimrin, K.M., Boysan, S., 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16: 105-111.

De Vos, C.H.R., Schat, H., De Wall, M.A.M., Vooijs, R., Ernst, W.H.O., 1991. Increased resistance to copper-induced damage of root cell plasmalemma in copper tolerant *Silene-cucubalus*. *Physiol. Plant*, 82: 525-528.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve deneme metotları (İstatistik metotları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021, 381s., Ankara.

Eyüpoğlu, F., 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumları. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 220, Teknik Yayın No: T-67, 122 s., Ankara.

Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S., 1996. Türkiye topraklarının bitkiye yarayışlı bazı mikro elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından genel durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 72 s., Ankara.

FAO, 1990. Micronutrient. Assessment at the Country Level: An International Study. *FAO Soil Bulletin* by Mikko Sillanpaa. Rome.

Fawzi, A.F.A., El-Fouly, M.M., 1980. Soil and leaf analysis of potassium in different areas in different areas in Egypt. Editor A. Saurat and M.M. El Fouly. *Role of Potassium in Crop Production*. IPI, Bern, pp. 73-80.

Follet RH, 1969. Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils. Ph. D. Dissertation. Colorado State University, Colorado.

Horuz, A., 1996. Terme Ünye fındık bahçesi topraklarının besin element durumu ve bunların bazı toprak özellikleriyle olan ilişkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 118 s., Samsun.

Horuz, A., 2002. Bafra ve Çarşamba Ovalarında toprakların azot durumlarını belirlemede kullanılan bazı kimyasal yöntemlerin mısır bitkisi yetiştirerek tarla denemeleriyle kalibrasyonları. ilişkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 121 s., Samsun

Horuz, A., Korkmaz, A., 2000. Determination of nutrient status in hazelnut leaves sampled from Terme and Ünye regions. *Proceedings of*

- International Symposium on Desertification. 13-17 June, Konya – Turkey, pp. 465-470.
- Jackson, M.L., 1967. Soil chemical analysis. prentice hall of englewood cliffs, New Jersey, USA.
- John, M.K., Chuah, H.H., Neufeld, J.H., 1975. Application of improved azomethine-H method to the determination of boron in soils and plants. Analytical letters, 8: 559-568.
- Kacar, B., 2009. Toprak analizleri. Nobel Yayıncılık, 467 s., Ankara.
- Kacar, B., 1970. Estimation of plant available phosphorus by the combination of different H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and NH<sub>4</sub>F concentration in the Çukurova soils. Annales de L'Universite D'Ankara. Tome X, pp. 103-131. Ankara.
- Kacar, B., 1997. Gübre Bilgisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1490. Ders Kitabı No: 449. 705 s., Ankara.
- Kacar, B., Katkat, A.V., Öztürk, Ş., 2006. Bitki Fizyolojisi (2. Baskı), Nobel Yayınları, 563 s., Ankara.
- Kacar, B., Katkat, V., 2009. Bitki Besleme. Nobel Yayıncılık, 645 s., Ankara.
- Karaca, S. Çimrin, K.M., 2002. Adi fiğ (*Vicia sativa L.*) + arpa (*Hordeum vulgare L.*) karışımında azot ve fosforlu gübrelemenin verim ve kaliteye etkisi”, Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 12 (1): 47-52.
- Karaçal, İ., Çimrin, K.M., 1997. Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüs alanı toprak profillerinin Zn durumu ve bu elementin bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. I. Ulusal Çinko Kongresi, 12-16 Mayıs, Eskişehir, s.123-130.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., Müftüoğlu, N.M., Öztaş, T., Zengin, M., 2012. Sürdürülebilir toprak verimliliği, Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları, 390 s., Tokat.
- Korkmaz, A., Şendemirci, H.S., Horuz, A., 2010. Toprakların DTPA ile ekstrakte edilebilir demir miktarına bağlı olarak fasulye bitkisinin (*Phaseolus Vulgaris L. Var. Nanus*) demirli gübrelemeye cevabı. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 25(3): 175-184.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. J. Soil Sci. Am., 42: 421-428.
- Loué, A., 1986. Les Oligo-elements en Agriculture. Agri-Nathan International, Paris.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dep. of Agric. Circ. p. 939.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982. Phosphorus. p. 403–430. In A.L Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI
- Özcutlu, F., Korkmaz, K., Özenç, N., Aygün, A., Şahin, Ö, Kahraman, M., Ete, Ö., Akgün, M., Taşkın, B., 2016. Ordu-Merkez ilçedeki bazı fındık bahçelerinin mineral beslenme durumunun belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 5(2): 77-86
- Richards L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. US Salinity Lab., (Ed.), United States Department of Agriculture Handbook, 60:94 California, USA.
- Sağlam, M., Dengiz, O., 2013. Kimyasal Toprak kalite göstergelerinin faktör ve jeostatistik analiz yöntemleriyle değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 50(2): 181-190.
- Soil Survey Laboratory, 1992. Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. Soil Surv. Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C. USA.
- Soil Survey Staff, 1993. Soil survey manuel. USDA Handbook No:18, Washington, USA.
- Suarez, D.L., Vaughan, P.J., 2001. FAO-salinity laboratory SWS model. Research Report No. 147, 1-79.
- Sürek, H. 2002. Çeltik Tarımı. Hasad Yayıncılık, 240 s., İstanbul.
- Taban, S., Çıkılı, Y., Cebeci, F., Taban, N., Sezer, S.M., 2004. Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. Tarım Bilimleri Dergisi, 10(3): 297-304.
- Tarakçıoğlu, C., Aşkın, T., Cangı, R., Duran, C. 2007. Nutritional status in some kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) orchards: A case survey from karadeniz region in Turkey. *Journal of Plant Sciences*, 2(2): 187-194
- Tarakçıoğlu, C., Yalçın, S.R., Bayrak, A., Küçük, M., Karabacak, H., 2003. ordu yöresinde yetiştirilen fındık bitkisinin (*Corylus Avellana L.*) beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleriyle belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 9(1): 13-22.
- Temür, G., 2016. Bazı Çeltik (*Oryza sativa L.*) Çeşitlerinde silisyumun verim, verim öğeleri ve kaliteye etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 70 s., Ordu.
- Turan, M., Horuz, A., 2012. Bitki Besleme. 3. Kısım: Bitki beslemenin temel esasları. (Ed:Karaman, M.R.), Pelin Ofset Yayıncılık, s. 123-347, Ankara.
- Turan, M.A., Katkat, A.V., Özsoy, G., Taban, S., 2010. Bursa ili alüvyial tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(1): 115-130.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1988. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi (3. Baskı). T.C. Tarım Orman Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 151, 182 s., Ankara.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre

- Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, 230 s., Ankara.
- Viets, F.G., Lindsay, W.L., 1973. Testing soils for zinc, copper, manganese and iron. Soil Soc. of Amer. Inc. Madison Wisconsin USA. 153-172.
- Webster, R., 2001. Statistics to Support Soil Research and Their Presentation. European J. Soil Sci., 52: 331-340.
- Wolf, B., 1971. The determination of boron in soils, extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solution. Soil Science and Plant Analysis, 2(5): 363-374.
- Yurtsever, N., Alkan, B., 1975. Karadeniz Bölgesi topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılan bazı toprak analiz metodlarının tarla denemeleriyle kalibrasyonu üzerinde bir araştırma. TÜBİTAK Yayınları No: 220, Toag Serino: 36, Ankara.
- Zengin, M., Çetin, Ü., Ersoy, İ., Özaytekin, H.H., 2003. Beyşehir yöresi tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(31): 24-30.