

T.C.
BİLECİK ŐEHY EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**FARKLI MÜRDÜMÜK (*Lathyrus sativus* L.) GENOTİPLERİNİN SİLAJ VERİMİ VE
KALİTESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MURAT AZAK

TEZ DANIŐMANI

DOÇ. DR. ERDEM GÜLÜMSER

BİLECİK, 2024

10671545

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**FARKLI MÜRDÜMÜK (*Lathyrus sativus* L.) GENOTİPLERİNİN SİLAJ VERİMİ VE
KALİTESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MURAT AZAK

TEZ DANIŐMANI
DOÇ. DR. ERDEM GÜLÜMSER

BİLECİK, 2024

10671545

BEYAN

“Farklı Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Genotiplerinin Silaj Verimi ve Kalitesi” adlı yüksek lisans/doktora/sanatta yeterlik tezi/dönem projesinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.	
DESTEK ALINMIŞTIR	DESTEK ALINMAMIŞTIR
Destek alındı ise;	
Destekleyen kurum;	
Desteğin Türü	Proje Numarası
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)	TOVAG 1230140
2- TÜBİTAK X	
Diğer;.....	
ETİK KURUL onayı var ise;	
ETİK KURUL karar tarih/sayı:/.....

Murat AZAK

.....

Tarih

.....

İmza

.....

ÖN SÖZ

Bu çalışmanın fikir aşamasından tez yazım aşamasına kadar beni anlayışla ve nezaketle karşılayan, cesaretlendiren, kıymetli hocam Sayın Doç. Dr. Erdem GÜLÜMSER'e değerli katkı ve emekleri için büyük şükran ve saygılarımı sunarım.

Projenin yürütülmesine maddi olanak sağlayan TÜBİTAK'a (TOVAG 123O140), laboratuvar ve deneme arazisini kullanma imkânı sağlayan Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne, çalışmanın tüm aşamalarında yardımlarını ve emeklerini esirgemeyen Arş. Gör. Yusuf Murat KARDEŞ'e, Yüksek Lisans Öğrencisi İlknur YILDIRIM'a, Lisans Öğrencisi Serra Nur ÖZTÜRK'e ve deneme materyalleri olan mürdümük tohumlarını çalışmadan esirgemeyen Prof. Dr. Uğur BAŞARAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Murat AZAK

2024

ÖZET

FARKLI MÜRDÜMÜK (*Lathyrus sativus* L.) GENOTİPLERİNİN SİLAJ VERİMİ VE KALİTESİ

Bu tezde; farklı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) genotiplerinin (Gap Mavisi, İptaş, Karadağ, 1603, 2006, 2401, 4301, 4403, 5001, 6408, 6410 ve S3) silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme 2022 ve 2023 yıllarında Bilecik ekolojik koşullarında kurulmuştur. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak yürütülmüş olup, bitkiler tam çiçeklenme döneminde hasat edilmiştir. Hasat edilen bitkiler 2 cm büyüklüğünde parçalanmış ve vakumlu poşetlere sıkıştırılarak, 25 ± 2 °C'de 45 gün fermantasyona bırakılmıştır. Çalışmada silaj verimi, pH, kuru madde oranı, Flieg puanı, laktik asit, asetik asit, bütirik asit, sitrik asit, suksinik asit, ham protein oranı (HPO), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kondanse tanen (KT), toplam flavonoid (TFL), toplam fenolik (TFN), radikal kovucu aktivite (DPPH), toplam alkaloit (TA) ve ODAP (N-oxalyl-L-alpha,beta-diaminopropionic acid) içerikleri belirlenmiştir. Genotiplerin silaj verimi 0.90-1.36 t/da arasında değişmiştir. En yüksek Flieg puanı 85.88 ile 5001 populasyonunda tespit edilmiştir. Silajların HPO, ADF ve NDF oranları sırasıyla %19.35-23.06, %29-19-32.28 ve %36.72-43.81 arasında olmuştur. En yüksek laktik asit %2.63 ile 5001 populasyonunda tespit edilmiştir. Tüm silajların besin içerikleri hayvanların ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde olmuştur. En düşük ODAP içeriği 5001 (0.95 mg/g) ve 6408 (0.90 mg/g) populasyonlarında belirlenmiştir. Silajların TFL, TFN, DPPH, KT ve TA içerikleri sırasıyla 18.53-23.43 mg QE/g, 78.86-122.40 mg GA/g, %21.59-56.80, %0.85-1.74 ve 1.09-2.01 g 100/g arasında olmuştur.

Sonuç olarak genotipler arasında silaj verimi bakımından farklılık olmamış, kalite özellikleri bakımından ise bazı genotip/genotipler ön plana çıkmıştır. Buna göre; silaj kalitesi baz alındığında 5001 populasyonu diğer genotiplerden daha üstün performans sergilemiştir. Bu durum ayrıca söz konusu populasyonun bölge için ümitvar olduğunu gösterirken, ileride yapılacak ıslah çalışmalarında materyal olarak değerlendirilmesi açısından da önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Mürdümük, genotip, silaj, verim, kalite

ABSTRACT

SILAGE YIELD AND QUALITY OF DIFFERENT GRASS PEA (*Lathyrus sativus* L.) GENOTYPES

In this thesis, it was aimed to determine the silage yield and quality of different grass pea (*Lathyrus sativus* L.) genotypes (Gap Mavisi, İptaş, Karadağ, 1603, 2006, 2401, 4301, 4403, 5001, 6408, 6410, and S3). The trial was established in Bilecik ecological conditions in 2022 and 2023 years. This study was carried out according to the randomized block design with 4 replications, and the plants were harvested at the full flowering stage. The harvested plants were chopped to size 2 cm and ensiled into vacuum bags and left to ferment at 25 ± 2 °C for 45 days. In the study, silage yield, pH, dry matter ratio, Flieg score, lactic acid, acetic acid, butyric acid, citric acid, succinic acid, crude protein ratio (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg), condensed tannin (CT), total flavonoid (TF), total phenolic (TP), radical scavenger activity (DPPH), total alkaloid (TA), and ODAP (N-oxalyl-L-alpha, beta-diaminopropionic acid) contents were determined. The silage yields of the genotypes ranged from 0.90 to 1.36 t da⁻¹. The highest Flieg score was determined in the 5001 population with 85.88. CP, ADF, and NDF ratios of silages varied between 19.35-23.06%, 29-19-32.28%, and 36.72-43.81%. The highest lactic acid was determined in 5001 population with 2.63%. The nutrient contents of all silages were at a level to meet the needs of the animals. The lowest ODAP content was determined in 5001 and (0.95 mg g⁻¹) and 6408 (0.90 mg g⁻¹) in 5001 populations. The TF, TP, DPPH, CT, and TA contents of the silages were 18.53-23.43 mg QE g⁻¹, 78.86-122.40 mg GA g⁻¹, 21.59-56.80%, 0.85-1.74%, and 1.09-2.01 g 100 g⁻¹, respectively.

As a result, there was no difference in silage yield among the genotypes, but some genotype/genotypes came to the fore in terms of quality traits. Accordingly, the 5001 population exhibited superior performance than other genotypes in terms of silage quality. This situation shows that the population in question is promising for the region and is also important in future breeding studies in terms of being evaluated as material.

Keywords: Grass pea, genotype, silage, yield, quality.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR İNCELEMESİ.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	5
3.1. Materyal.....	5
3.1.1. Deneme Yerinin Toprak Özellikleri.....	5
3.1.2. Deneme Yerinin İklim Özellikleri.....	5
3.2. Yöntem.....	6
3.2.1. Denemede Tespit Edilen Ölçüm ve Analizler.....	6
3.2.1.1. Silaj Verimi	6
3.2.1.2. Kuru madde oranı ve pH.....	6
3.2.1.3. Organik asitler (laktik, asetik, bütirik, suksinik, propiyonik ve sitrik asit).....	7
3.2.1.4. Ham Protein Oranı, Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF) ve Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF) Analizi.....	7

3.2.1.5. Kondanse Tanen İçeriği.....	7
3.2.1.6. Toplam Flavonoid İçeriği.....	7
3.2.1.7. Toplam Fenolik İçeriği.....	8
3.2.1.8. Radikal Kovucu Aktivite (DPPH).....	8
3.2.1.9. Toplam Alkaloid Miktarı.....	8
3.2.1.10. ODAP İçeriği.....	9
3.2.2. Verilerin Değerlendirilmesi.....	9
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	10
4.1. Silaj Verimi.....	10
4.3. Silajların pH, Kuru Madde Oranı ve Flieg Puanı.....	11
4.4. Silajların Organik Asit İçerikleri	12
4.5. Silajların Bazı Kalite Özellikleri.....	14
4.6. Silajların Sekonder Metabolit İçerikleri	16
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	18
KAYNAKÇA.....	19
EKLER.....	26

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	5
Tablo 3.2. Bilecik İli Uzun Yıllar ile Deneme Yıllarına Ait İklim Verileri.....	6
Tablo 4.1. Genotiplerin Silaj Verimi.....	10
Tablo 4.2. Silajların pH, Kuru Madde Oranı ve Flieg Puanı	12
Tablo 4.3. Silajların Organik Asit İçerikleri	14
Tablo 4.4. Silajların Bazı Kalite Özellikleri	15
Tablo 4.5. Silajların Sekonder Metabolit İçerikleri	17

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

% : Yüzde

AA : Asetik Asit

ADF : Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif

BA : Bütirik asit

Ca : Kalsiyum

da : Dekar

DPPH: Radikal Kovucu Aktivite

g : Gram

GA: Gallik Asit

HP : Ham Protein Oranı

K : Potasyum

kg : Kilogram

KT: Kondanse Tanen

LA : LaktikAasit

m: Metre

µm: mikrometre

Mg : Magnezyum

N : Azot

NDF : Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif

ODAP : N-oxalyl-L-alpha, betadiaminopropionic acid

P : Fosfor

QE : Quercetin Eşdeğeri

TA : Toplam Alkaloit

TFL: Toplam Flavonoid

TFN : Toplam Fenolik

1. GİRİŞ

Türkiye’de hayvansal üretimin sorunlarının en başında kaliteli kaba yemlerin yetersizliği gelmektedir. En önemli kaba yem kaynağı olan çayır ve meralar yıllardır düzensiz ve aşırı otlatmaya bağlı olarak büyük zarara uğramıştır. Tarla üretiminde elde edilen yem bitkileri ise halen istenen düzeye gelememiştir. Bu sorunların üstesinden gelmek için yem bitkileri yetiştiriciliğinin geliştirilmesi yadsınamaz bir gerçektir (Çotuk ve Altınok, 2015: 100-103). Nitekim Türkiye’de 19 milyon büyükbaş hayvan birimi (BBHB) bulunmakta olup, yıllık gereken kaliteli kaba yem miktarı ise 86 milyon tondur. Ülkemizde yem bitkileri ile çayır-meralardan elde edilen kaliteli kaba yem miktarı 31 milyon ton, açık ise 55 milyon tondur (Acar vd., 2020: 529-553).

Kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan Türkiye iklim dalgalanmalarını daha belirgin hissetmektedir. İklim değişikliği karşısında sürdürülebilir gıda ve yem üretiminin sağlanması için stres koşullarına uygun türlerin geliştirilmesi gerekmektedir (Akarken vd., 2017: 47). Ülkemiz bu anlamda çok şanslı olup, birçok yem bitkisinin yetiştirilmesine uygun ekolojik koşullara sahiptir. Ancak, Türkiye’de farklı ekolojik koşullarına uygun alternatif yem bitkilerinin varlığı konusunda halen bilgi eksikliği bulunmaktadır. Baklagil yem bitkileri arasında yer alan mürdümük (*Lathyrus sp.*) bu bitkilerden bir tanesi olup, kurak bölgelerde yetiştirilebilecek ender bitkiler arasında yer almaktadır.

Lathyrus cinsi, tek veya çok yıllık olmak üzere 160 farklı türü barındırmaktadır (Plitmann vd., 1995: 249-258). Akdeniz Havzası, Küçük Asya ile Kuzey ve Güney Amerika'nın ılıman bölgeleri *Lathyrus* cinsinin bol miktarda görüldüğü alanlardır. Avrupa florasında 54 türü bulunan bitkinin Türkiye florasında ise 18'i endemik olmak üzere 58 türü bulunmaktadır. Bu türler ağırlıklı olarak Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde dağılım göstermektedir (Davis, 1970: 328-369).

Lathyrus cinsinin dünya çapında ekonomik öneme sahip türleri; *L. sativus*, *L. cicera*, *L. Ochrus* olup, en fazla tarımı yapılan türü ise *L. sativus*'tur. Bitki tek yıllık olup, daha çok hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Bitkide hayvanlarda toksik etkiye sahip bir amino asit olan ODAP (β -N-oxalyl-L- α,β -diaminopropioniksit) bulunmaktadır. Bu bileşen türün tarımını sınırlandırmaktadır. ODAP, α -ODAP ve β -ODAP olmak üzere iki izomer yapıdan oluşmaktadır (Wu vd., 1976: 1257-1259; Chase vd., 1985: 89-94). α -ODAP, tanedeki toplam ODAP'ın yaklaşık %5'ini oluşturur ve toksik etkisi yoktur. β -ODAP ise bacaklarda geriye dönüşümsüz felçle sonuçlanan Lathyrism hastalığına neden olmaktadır (Rao vd.,1964:136-145; Hanbury

vd., 2000: 1-27). Lathyrism hastalığı hem insanlarda hem de hayvanlarda görülmekte ve mürdümük tanelerinin 3-4 ay boyunca yoğun olarak tüketilmesinden sonra ortaya çıkmaktadır (Mehta vd., 1994: 73-77). Bu nedenle ODAP içeriği düşük çeşit/çeşitlerin geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Son yıllarda üreticiler kaliteli kaba yem kaynağı olarak daha çok silajı tercih etmektedirler. Bu durumun ana nedenlerinin başında ise silajın ucuz bir yem kaynağı olması ile silajla beslenen hayvanlarda verim ve kalite artışlarının sağlanması gelmektedir. Diğer taraftan kurutma işlemi sırasında bitkilerde besinsel kayıplar meydana gelmektedir. Silaj yapım aşamasında kurutma gerekmediğinden dolayı bu kayıpların da önüne geçilebilmektedir (Kaymak vd., 2021: 1596).

Baklagil bitkilerinde bulunan yüksek tamponlanma kapasitesi ile protein içeriği silaj fermentasyonunu engellemekte ve silaj pH'sı istenen düzeye gelememektedir (Playne ve McDonald, 1966: 264-268). Yine baklagil yem bitkilerinin düşük seviyelerde eriyebilir karbonhidrat içermesi fermentasyonun önündeki diğer bir engeldir (Owens vd., 1999: 209-222). Ancak, son yıllarda gelişen silaj teknolojisi baklagillerin, silaj yapımındaki zorlukların üstesinden gelmeye yardımcı olmuştur. Bu durum hayvanların daha kaliteli yemle beslenmesi anlamına gelmektedir. Albrecht ve Beauchemin (2003: 633-664) baklagil kuru otunda çözülebilir protein oranının %37.7 iken, silajda bu rakamın %55.80 olduğunu bildirmişlerdir.

Bitkilerde bulunan sekonder metabolitler rumen sağlığı, hayvansal ürünlerin kalitesi ve verimliliği açısından kritik öneme sahiptir (Rochfort vd., 2008: 299-322; Patra, 2016: 39). Son araştırmalar ikinci bileşikler içeren bitkilerle beslenen hayvanlarda yem tüketiminin arttığını, bunun da verimlilik üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur (Dohi vd., 1997: 2083-2086). Yine sekonder metabolitler antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahip olup, ruminatlarda şişkinlik ve asidoz gibi beslenme bozukluklarının kontrol edilmesinde de etkili olmaktadır (Santos-Neto vd., 2009: 63-68; Frozza vd., 2013: 137-142; Seradj vd., 2014: 85-91; Paula vd., 2016: 136-141). Sekonder metabolitler içerisinde yer alan kondanse tanenler hayvanlarda iç parazitlerin etkisini azaltırken, hayvansal ürünlerin verimi ve kalitesini artırmaktadır (Lüscher vd., 2016: 8-10). Ayrıca kondanse tanenler ruminatlarda CH₄ ve CO₂'i absorbe ederek hayvansal kaynaklı sera gazı emisyonunun azaltılmasına da katkı sunmaktadır (Martin vd., 2016: 24-259).

Yukarıdaki açıklamalar ışığı altında bu tezde; farklı mürdümük genotiplerinin silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Mürdümük (*Lathyrus*) baklagiller familyasında (*Fabaceae*) yer almaktadır. İçerisinde tek veya çok yıllık 160 tür bulunmaktadır (Plitmann vd., 1995:249-258). *Lathyrus* cinsinin tür ve çeşit zenginliğini gösteren bölgeler olarak Ön Asya, Akdeniz Havzası, Kuzey Amerika ve Güney Amerika'nın sıcak bölgeleri gösterilmiştir (Jackson ve Yunus, 1984: 549-559).

Farklı kayıtlar mürdümük bitkisinin gen havuzunu; Suriye, Hindistan, Fransa başta olmak üzere birçok lokasyondan oluştuğunu işaret etmektedir (Dahiya, 1976: 23-39).

Mürdümük bitkisinin Avrupa florasında 54 türü bulunmaktadır. Türkiye florasında ise 18'i endemik olmak üzere 58 türü bulunmaktadır. Bitki Türkiye'de daha çok Doğu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde yayılış göstermektedir (Davis, 1970: 328-369).

Sitolojik araştırmalar *Lathyrus* cinsinin genellikle $2n=14$ diploid kromozom sayısına sahip olduğunu göstermiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda 60 adet *Lathyrus* türünün kromozom sayısının $2n=14$ olduğunu göstermiştir. Bunlardan farklı olarak iki türün (*L. pratensis* ve *L. venosus*) $2n=28$ tetraploid ve bir türün (*L. palustris*) $2n=42$ heksaploid kromozom sayısına sahip olduğu ve bunların autopolyploid oldukları söylenmektedir (Campbell vd., 1994: 167-175).

Kazık köklü olan mürdümüğün bitki boyu 30-100 cm arasında olup, yeşil ve tane yem amacıyla yetiştirilmektedir. (Gençkan, 1983: 519).

Bin tane ağırlığı tohum rengi ve çeşitlere göre değişiklik göstermekte olup, beyaz tohumlu çeşitlerde 230-400 g, renkli tohumlu çeşitlerde ise 150-180 g arasında değişmektedir (Avcıoğlu ve Soya, 1990: 176).

Lathyrus türlerinin çoğunluğu sıcak iklim bölgelerine adapte olmuştur. Bitki ayrıca, Afrika'nın tropikal yerlerindeki yüksek kısımlarda da bulunabilmektedirler (Schaefer vd., 2012: 1-19).

Lathyrus cinsinde beslenme üzerine olumsuz etki yapabilecek bazı maddeler bulunmaktadır. Bu maddelerden en önemlisi ODAP (N-oxalyl-L-alpha, betadiaminopropionic acid) 'dır (Schaefer vd., 2012: 1-19)

Hem insan hem hayvan beslemesinde kullanılabilen mürdümük (*Lathyrus sativus L.*) bitkisinin üretimi dünyada giderek yaygınlaşmaktadır. Bununla birlikte ülkemizde bu bitkinin üretimi fazla yaygın değildir. Bitkinin üretimi genellikle hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Bitkinin avantajları arasında kuraklığa dayanıklı olması, yüksek protein

içermesi ve farklı toprak yapılarında yetişebilmesi yer almaktadır. Ancak bitkinin taneleriyle uzun süreli (3-4 ay) ve yoğun olarak beslenen insan ve hayvanların bacaklarında motor nöron dejenerasyonuna bağlı olarak felç meydana gelebilmekte ve bu hastalığa lathirizm “lathyrism” adı verilmektedir (Mehta vd., 1994: 73-77). Lathirizm hastalığına, protein yapısında olmayan ve kısaca ODAP olarak adlandırılan bir serbest aminoasit (β - N-oxalyl-L- α , β -diaminopropionic acid) neden olmaktadır (Rao vd., 1964: 136-145; Spencer vd., 1986: 1066-1067; Kuo vd., 1998: 43-48; Başaran vd., 2007: 139-148).

Başaran (2010: 91-93) farklı mürdümük genotiplerinin tanesinde ODAP içeriğinin 1.40-3.05 mg/g arasında ve ortalama 1.96 mg/g olarak bildirmiştir.

Başaran vd. (2018: 1240) mürdümük bitkisinin silaj verimini 0.65 t/da olarak belirlerken, silajların laktik asit içeriğinin %1.01, ham protein içeriğinin %22.68, K içeriğinin %2.77, P içeriğinin %0.28, Ca içeriğinin %0.80 ve Mg içeriğinin %0.33 olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada mürdümük silajının Flieg puanı 61.80 olmuş ve silaj kalite sınıfı ise iyi olarak tespit edilmiştir.

Gülümser (2019: 3418-3420) mürdümük bitkisinin farklı hasat zamanlarında (çiçeklenme ve tohum bağlama) ve fermantasyon sürelerindeki (15, 30 ve 45 gün) silajlarına ait laktik asit içeriğini %137-4.05, asetik asit içeriğini %0.79-1.82, ham protein içeriğini %20.79-24.84 ve ODAP içeriğini 0.66-2.48 mg/g arasında bulmuştur. Silajların K, P, Ca ve Mg içeriklerinin sırasıyla %2.42-2.93, %0.23-0.27, %0.77-0.96 ve %0.32-0.35 arasında değişmiştir. Araştırmacı en kaliteli silajı bitkinin çiçeklenme döneminde ve 45 gün fermantasyon süresinde elde etmiştir.

Seydoşoğlu ve Gelir (2019: 397-406) mürdümük bitkisinin silajının pH'sını 3.95-4.03, kuru madde oranının %27.80-28.75, ADF oranının %30.11-32.45, NDF oranının %45.37-45.95, ham protein oranının %21.06-22.52 ve laktik asit içeriğinin %1.56-1.57 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada silajların ortalama Flieg puanı 102.0 olmuştur.

Gülümser vd. (2023: 941) mürdümük bitkisinin silaj verimini 0.56 t/da olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı çalışmada silajların pH'sının 4.54, kuru madde oranının %26.71, Flieg puanının 76.55, laktik asit içeriğinin %3.06, asetik asit içeriğinin %0.18, ham protein oranının %23.04, ADF oranının %33.32, NDF oranının %47.16, K içeriğinin %3.10, P içeriğinin %0.62, Ca içeriğinin %1.08 ve Mg içeriğini %0.36 olduğunu bildirmişlerdir.

Yukarıdaki açıklamalara bağlı olarak bu tezde farklı mürdümük genotiplerinin silaj verimi ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada 3 adet tescilli çeşit (Gap Mavisi, İptaş ve Karadağ) ve 9 adet Türkiye genelinde farklı illerde (Bursa, Denizli, Kütahya, Malatya, Nevşehir ve Uşak) ekimine devam eden ve çiftçilerden temin edilen yerel populasyon (1603, 2006, 2401, 4301, 4403, 5001, 6408, 6410 ve S3) olmak üzere toplamda 12 adet mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) genotipi kullanılmıştır. Deneme Bilecik ekolojik koşullarında 2022 ve 2023 yıllarında 2 yıl süreyle yürütülmüştür.

3.1.1. Deneme Yerinin Toprak Özellikleri

Deneme alanının yürütüldüğü alanların toprak sonuçlarına bakıldığında, her iki alanın da toprak yapısı bakımından benzer olduğu görülmektedir. Buna göre, 2022 ve 2023 yıllarında her iki toprağında yapısı killi-tınlı, kireç (%8.78 ve %12.19) ve organik madde içeriği ise (%2.43 ve %2.74) orta değerde olmuştur (Tablo 3.1.).

Tablo 3.1. Deneme Alanı Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak Özellikleri	2022		2023	
	Değeri	Derecesi	Değeri	Derecesi
Strüktür	50.38	Killi-tınlı	58.30	Killi-tınlı
pH	7.91	Hafif alkali	7.98	Hafif alkali
Tuzluluk (%)	0.019	Tuzsuz	0.011	Tuzsuz
Kireç (CaCO₃, %)	8.78	Orta derece	12.19	Orta derece
Organik Madde (%)	2.43	Orta derece	2.74	Orta derece
Fosfor (P₂O₅, kg/da)	1.77	Çok az	1.99	Çok az
Potasyum (K₂O kg/da)	13.95	Az	24.08	Orta

3.1.2. Deneme Yerinin İklim Özellikleri

Çalışmanın yürütüldüğü alanın uzun yıllar ile 2022 ve 2023 yıllarına ait sıcaklık ve yağış miktarları Tablo 3.2’de verilmiştir. Uzun yıllar sıcaklık ortalaması 15.8 °C iken 2022 ve 2023 yıllarında sırasıyla 17.7 °C ve 15.2 °C olarak tespit edilmiştir. İlin uzun yıllar (132.5 mm) ile 2022 yılı (139.1 mm) toplam yağış miktarları birbirlerine yakın iken denemenin ikinci yılı olan 2023’de bu değer 182.3 mm olmuştur (Tablo 3.2.).

Tablo 3.2. Bilecik İli Uzun Yıllar ile Deneme Yıllarına Ait İklim Verileri*

Aylar	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)		
	Uzun Yıllar**	2022	2023	Uzun Yıllar**	2022	2023
Nisan	11.5	13.3	11.3	41.9	24.8	55.6
Mayıs	16.2	16.8	14.6	47.7	19.0	67.6
Haziran	19.9	20.3	19.7	42.9	95.3	59.1
Ortalama	15.8	17.7	15.2			
Toplam				132.5	139.1	182.3

*Bilecik Meteoroloji Müdürlüğü

3.2. Yöntem

Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemeler ilk yıl 01.04.2022, ikinci yılda ise 03.04.2023 tarihinde ve elle kurulmuş olup, parsellerde sıra arası mesafe 30 cm, sıra uzunluğu 4 m ve sıra sayısı 6 adet (parsel alanı 7.2 m²) ve m²'de 60 adet tohum olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekimle birlikte dekara 8 kg P₂O₅ gelecek şekilde DAP gübresi verilmiştir. Çalışmada sulama yapılmamıştır. Hasat işlemi parsellerin kenar tesiri (parselin alt ve üst kısmından 0.5 m) çıkarıldıktan sonra ve bitkilerin tam çiçeklenme döneminde (08.06.2022 ve 13.06.2023) gerçekleştirilmiştir. Silaj için bitki örnekleri 4 tekerrür olarak 2 kg'lık vakumlu poşetlere sıkıştırılarak ağızları hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Silajlar, 25±2 °C'de laboratuvar koşullarında 45 gün süreyle fermantasyona bırakılmıştır. Çalışmada silaj verimi her iki yılda da (2022 ve 2023) tespit edilirken, silajlarda kalite analizleri ise sadece çalışmanın ikinci yılında (2023) yapılmıştır.

3.2.1. Denemede Tespit Edilen Ölçüm ve Analizler

3.2.1.1. Silaj Verimi (t/da)

Kenar tesiri çıkarıldıktan sonra parsel ağırlığı tartılarak çeşitlerin yeşil ot verimi belirlenmiştir. Hasat, silolama ve yemleme aşamalarındaki muhtemel kayıplar dikkate alınarak, yeşil ot veriminin %30 azaltılması ile silaj verimleri belirlenmiştir (Anonim, 2024: 9).

3.2.1.2. Kuru Madde Oranı (%) ve pH

Açılan silajlardan alınan örnekler yaş olarak tartıldıktan sonra etüve konularak 105 °C derecede sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan örneklerin kuru madde oranı; kuru ağırlığın yaş örnek ağırlığına oranlanması ile belirlenmiştir. Örneklerin pH'sı dijital pH

metre ile belirlenmiştir. Kuru madde ve pH değerleri belirlenen silaj örneklerinde aşağıdaki formül yardımı ile Flieg puanları hesaplanmıştır.

$$\text{Flieg Puanı: } 220 + (2 \times \% \text{Kuru Madde} - 15) - 40 \times \text{pH} \text{ (Kılıç, 1984: 3-327).}$$

Flieg puanları hesaplanan silajların bu puanlara göre kalite sınıfları şu şekilde tespit edilmiştir. Silajlar 100 puan üzerinden 5 kalite sınıfına ayrılmıştır. Buna göre; 81-100: pekiyi, 61-80: iyi, 41-60: orta, 21-40: düşük ve 0-20: kötü olarak sınıflandırılmıştır.

3.2.1.3. Organik Asitler (laktik, asetik, bütirik, suksinik, propiyonik ve sitrik asit) (%): Fermantasyon dönemi sonrasında açılan silajlardan 20 g örnek alınarak üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve blender yardımı ile iyice karıştırılarak filtre kâğıdından süzölmüştür. Organik asit analizleri, yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) (Shimadzu, Kyoto, Japonya, kılcal sütun 5µm×4.6 mm×250 mm, Japon ve 40 °C sıcaklıkta) cihazı ile belirlenmiştir.

3.2.1.4. Ham Protein Oranı, Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (ADF), Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif (NDF) ve Besin Madde Analizi (%)

Silaj örnekleri 60 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutularak laboratuvarında 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütölmüş ve analize hazır duruma getirilmiştir. Daha sonra bu örneklerin ham protein, ADF, NDF, potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içerikleri Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) (Foss 6500) cihazı ile IC-0904FE paket programı kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.1.5. Kondanse Tanen İçeriği (%)

Öğütölmüş bitki örneklerinden 0.01 gr tartılarak üzerine 6 ml tanen çözeltisi eklenmiş ve bir tüpe konup vortekste karıştırılmıştır. 1 saat kaynar suda bekletilen örnekler kaynar sudan çıkarılıp 1 saat 100 °C de tutularak, soğutulduktan sonra 550 nm'de absorbans değerinde okunmuştur (Bate-Smith, 1975: 1107-1113). Kondanse tanen içeriği aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Absorbans (550 nm} \times 156,5 \times \text{seyreltme faktörü) / Kuru ağırlık (\%).}$$

3.2.1.6. Toplam Flavonoid İçeriği (mg QE/g)

Quercetin stok çözeltisi 200 mg/L konsantrasyonda hazırlanmış ve bu konsantrasyondan seyreltme ile beş farklı konsantrasyon elde edilmiştir. Bitkilerin ekstraktları (1 ml) aynı miktarda %2'lik AlCl₃ ile karıştırılarak oda koşullarında 10 dakika bekletilerek numuneler 415 nm'de absorbans değerinde okunmuştur. Aynı işlemler standart Quercetin için de yapılarak

örneklerin flavonoid içerikleri Quercetin eşdeğeri (mg QE/g) olarak hesaplanmıştır (Arvouet-Grand vd., 1994: 462-468).

3.2.1.7. Toplam Fenolik İçeriği (mg GAE/g)

Ekstraktların toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu Reaktifi (FCR) Singleton vd. (1999: 152-178)'nin metoduna göre uyarlanmıştır. Çalışma için örnek çözeltilerinden 0.2 ml alınarak üzerine 9 ml distile su ilave edildikten sonra 0.2 ml Folin-Ciocalteu eklenmiş ve 3 dk beklemeye bırakılmıştır. Son olarak 0.6 ml sodyum karbona (Na₂CO₃) (%20) eklenerek toplam hacim 10 ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Oda sıcaklığında 2 saat karanlıkta inkübe ettikten sonra 760 nm'de absorbans değerinde spektrofotometrede ölçümü yapılmıştır. Standart kalibrasyon eğrisi oluşturmada saf su'da çözülmüş gallik asit kullanılmıştır. Gallik asitten ana stok olarak 0.1 mg/ml hazırlanmış ve seyreltme ile yedi farklı konsantrasyon elde edilmiştir. Kontrol için örnek çözeltisi kadar (0.2 ml) saf su ilave edilmiştir. Gallik asit standart grafiğine göre tüm bitki ekstraktlarındaki toplam fenolik madde miktarı mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g) ekstrakt olarak hesaplanmıştır.

3.2.1.8. Radikal Kovucu Aktivite İçeriği (DPPH, %)

Serbest radikal aktiviteleri bilinen bir radikal olan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikali kullanılarak belirlenmiştir (Gezer vd., 2006: 5-11). DPPH radikali süpürücü aktivite tayini için 4 mg DPPH, 100 ml metanol içerisinde çözülerek derişim hazırlanmıştır. Ekstraktlardan ana stoktan farklı konsantrasyonlarda seyreltmeler yapılmıştır. Her bir örnek için 3.2 ml DPPH radikali ve farklı konsantrasyonlardaki ekstrakt çözeltilerinden 200 µl ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında 30 dk karanlıkta inkübe edildikten sonra spektrofotometre cihazında 517 nm'de absorbans değerinde okuma yapılmıştır. Standart olarak askorbik asit ve bütillenmiş hidroksi toluen (BHT) kullanılmıştır. Kontrol için deney tüpüne ekstrakt çözelti miktarı kadar örnek çözücüsü ilave edilmiş olup, her bir deneme 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. DPPH radikali süpürücü %'sinin belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\%DPPH \text{ radikal süpürücü aktivitesi} = [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{ekstrak}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100.$$

3.2.1.9. Toplam Alkaloit Miktarı (g 100/g)

Örneklerin toplam alkaloit içerikleri INEN (2005: 871-876) metodunun modifiye edilmesi ile belirlenmiştir. Buna göre 0.2 g örnek üzerine 1.2 g Al₂O₃ ilave edilmiş ve toz elde edilene kadar karıştırılmıştır. Toz karışıma 1 ml KOH (150.4 g/l) ilave edilip ve homojen kıvam alıncaya kadar karıştırılmıştır. Karışım santrifüj tüpüne alınarak üzerine 6 ml kloroform ilave edilmiş ve 5 dakika boyunca 3000 g santrifüj edilmiştir. Süzüntü filtre yardımı ile cam şişede

toplanmıştır. Kloroform, santrifüjleme ve süzöntü toplama işlemi en az 10 kez tekrarlanmıştır. Ekstrakta alkaloit kalmayınca kadar 30°C’de (1 ml kalana kadar) buharlaştırılmıştır. Alkaloit miktarını analiz etmek için 5 ml NaOH (0.40 g/l) ve 2 damla metil kırmızı indikatör ilave edilip, sülfürik asit (0.01 ml) ile titre edilmiştir. Toplam alkaloit miktarı g 100/g olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$TA = 0.248 * V / \text{örnek ağırlığı (g)}$$

3.2.1.10. ODAP İçeriği (mg/g)

ODAP analizi bitkinin Rao (1978: 386-395) tarafından bildirilen OPT (o-phthalaldehyde) metoduna göre yapılmıştır. OPT; O-fitalaldehit reaktifi, borat tamponu ve mercaptoetanol ile karıştırılarak hazırlanmış ve standart olarak diaminopropionik asit (DAP) kullanılmıştır. Toz haline getirilmiş olan bitki (2 g) örnekleri deney tüpüne konularak üzerine 2 ml saf su eklenmiştir. Tüpler kaynar suda tutularak oda sıcaklığına soğutulmuş ve santrifüjlenmiştir. Tüpten alınan berrak çözeltiye 0.2 ml 3 N KOH eklenerek 30 dakika kaynar suda bekletilmiştir. Hidrolizden sonra, tüpe 0.7 ml su ve 2 ml OPT ilave edilerek okuma işlemi spektrofotometrede cihazında 425 nm’de gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin analizi SPSS 22.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Silaj verimi tesadüf blokları deneme deseni, kalite özellikleri ise tesadüf parselleri deneme desenine göre analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Silaj Verimi

Farklı mürdümük genotiplerinin silaj verimlerine ait değerler Tablo 4.1’de verilmiştir. Çalışmada genotipler arasında ayrı ve birleştirilmiş yıllarda istatistiksel olarak fark olmamıştır. Yıllar arasında ise %1 ihtimal seviyesinde önemli farklılık olmuştur. Genotiplerin silaj verimi 0.90-1.36 t/da arasında değişmiştir.

Tablo 4.1. Genotiplerin Silaj Verimi

Genotip	Silaj verimi (t/da)		
	2022 ^{öd}	2023 ^{öd}	Ortalama ^{öd}
1603	0.93	1.35	1.14
2006	0.80	1.25	1.03
2401	0.85	1.48	1.16
4301	0.80	1.00	0.90
4403	0.73	1.10	0.91
5001	0.81	1.50	1.15
6408	0.85	1.39	1.12
6410	1.01	1.11	1.06
S3	0.79	1.08	0.94
Gap Mavisi	1.15	1.58	1.36
İptaş	0.79	1.37	1.08
Karadağ	0.98	1.09	1.03
Ortalama	0.87 B**	1.28 A	

Öd: Önemli değil; **: $P \leq 0.01$.

Vejetasyonda düşen yağış miktarı ve dağılımı kurak iklim koşullarında bitki yetiştiriciliği açısından önemli bir etkidir. Mürdümük genotiplerinin silaj verimlerinin çalışmanın ikinci yılında daha yüksek değer sergilemesi 2023 yılının toplam yağış miktarının yüksek olmasından (Tablo 3.2) kaynaklanmaktadır. Öyle ki, bu durum arazi koşullarında da açıkça gözlemlenmiş olup, bitkiler daha gür habitusa sahip olmuşlardır. Başaran vd. (2018: 1240) mürdümük bitkisinin silaj veriminin 0.70 t/da olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar ile araştırmacıların bulguları arasındaki farklılıklar, kullanılan genotipler, çalışmanın yürütüldüğü lokasyonların ekolojik koşulları ve uygulanan kültürel işlemlerden kaynaklanmıştır.

4.2. Silajların pH, Kuru Madde Oranı ve Flieg Puanı

Silajların pH, kuru madde oranı ve Flieg puanları Tablo 4.2’de verilmiştir. Genotipler arasında üç özellik bakımından da çok önemli ($P \leq 0.01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Silajların pH’sı 4.54-5.28 arasında değişmiştir (Tablo 4.2). Baklagillerin protein oranı yüksek, fakat karbonhidrat içeriği düşük olduğundan dolayı silaj yapmak zordur. Zira baklagillerin enerjice düşük olmaları laktik asit üreten bakterilerin gelişmesine engel teşkil etmektedir. Aynı zamanda suda çözünen azotlu maddelerin bazik olması fermantasyon sırasında üretilen asidi nötrleştirdiğinden, pH istenen seviyede olmamaktadır (Başaran vd., 2018: 1238). Diğer taraftan pH silo içi fermantasyon düzeyinin belirlenmesinde önemli bir kriterdir. Silajın pH değerinin bilinmesi silajın yeterince ekşiyip ekşimediğini belirlemek adına önem teşkil eder. Buna göre, silajın kalitesini düşüren ve clostridia olarak adlandırılan sporların çoğalmaması ve silaj içerisinde istenilen bir asit olan laktik asit bakterilerinin aktivasyonu için silajın pH’sının 3.7-4.8 arasında olması istenir (Filya, 2001: 55). Çalışmada 5001 populasyonu dışında kalan silajlar bu değer üzerinde olmuştur. Karadeniz vd. (2020: 253) mürdümük bitkisinden elde ettiği silajın pH’sının 4.35 olduğunu bildirmişlerdir. Farklılıklar genotipler, hasat zamanı ve uygulanan kültürel işlemlerden kaynaklanmıştır.

Silajlarda en yüksek kuru madde oranı %31.24 ile 5001 populasyonu, en düşük ise %22.64 ile İptaş çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 4.2). Kaliteli bir silaj için kuru madde oranının %25-40 arasında olması gerekmektedir. Silajın kuru madde içeriğinin %40’tan fazla olması yüksek selüloz ve hemiselüloz anlamına gelir ve yemin lezzetliliğini düşürür. Diğer taraftan %25’ten düşük kuru madde içeriği ise silaj içerisinde düşük karbonhidrat anlamına gelmektedir. Yine silaj fermantasyonu sırasında fazla su açığa çıkması çok fazla besin elementi kaybına neden olur. Ayrıca düşük kuru madde oranı silajda fermentasyonu sağlayan bakteri faaliyetini engeller ve silajın kalitesi bozulur (Panyasak ve Tumwasorn, 2013: 237-243). Çalışmada 2006 (%23.79), 2401 (%23.21), 4403 (%23.75), 6408 (%22.89) populasyonu ile İptaş (%22.64) çeşidi dışında kalan genotipler söz konusu değerler arasında olmuştur (Tablo 4.2). İbrahimoglu ve Saruhan (2019: 68) mürdümük silajının kuru madde oranını %20.33-22.80 arasında bulmuşlardır. Söz konusu çalışma ile mevcut araştırma arasındaki farklılıklar, kullanılan çeşit, katkı maddeleri ve uygulanan kültürel işlemlerden kaynaklanmıştır.

Mürdümük silajlarında en yüksek Flieg puanı 85.88 ile 5001 populasyonunda tespit edilmiştir (Tablo 4.2). Flieg puanı silajların pH ve kuru madde oranının kullanılması ile hesaplanmaktadır. Silajda kalite sınıfları ile Flieg puanı arasında yüksek ve pozitif bir korelasyon vardır. Buna göre, silajda Flieg puanının yüksek olması silo materyalinin daha

kaliteli olduğunu göstermektedir. Kılıç (1984: 3-327)'a göre mürdümük silajları orta ile pekiyi kalite sınıfları arasında olmuştur. Başaran vd. (2018: 1240) mürdümük silajının Flieg puanını 61.80 (iyi), Karadeniz vd. (2020: 253) 88.08 (pekiyi) ve İbrahimoglu ve Saruhan (2019: 68) ise 81.71 (pekiyi) olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 4.2. Silajların pH, Kuru Madde Oranı ve Flieg Puanı

Genotip	pH**	KMO**	Flieg**
1603	5.16 ^{ab}	25.32 ^{bcd}	49.11 ^{bcd}
2006	4.94 ^{bc}	23.79 ^{bcd}	54.84 ^{bc}
2401	4.92 ^c	23.21 ^{cd}	54.63 ^{bc}
4301	5.01 ^{bc}	26.64 ^b	58.01 ^b
4403	5.28 ^a	23.75 ^{bcd}	41.16 ^d
5001	4.54 ^d	31.24 ^a	85.88 ^a
6408	5.07 ^{abc}	22.89 ^d	47.99 ^{bcd}
6410	4.96 ^{bc}	25.44 ^{bcd}	57.61 ^{bc}
S3	5.01 ^{bc}	25.08 ^{bcd}	54.76 ^{bc}
Gap Mavisi	5.10 ^{abc}	26.07 ^{bc}	53.13 ^{bc}
İptaş	5.10 ^{abc}	22.64 ^d	46.15 ^{cd}
Karadağ	5.09 ^{abc}	26.40 ^b	54.07 ^{bc}
Ortalama	5.02	25.21	54.78

** : P ≤ 0.01. KMO: Kuru madde oranı

4.3. Silajların Organik Asit İçerikleri

Farklı mürdümük genotiplerinin silajlarında belirlenen laktik, asetik, propiyonik, suksinik ve sitrik asit içerikler Tablo 4.3'de verilmiştir. Silajlarda bütirik asit içeriğine ise rastlanılmamıştır. Genotipler arasında suksinik asit içeriği bakımından fark olmamışken, diğer organik asitler bakımından fark çok önemli (P ≤ 0.01) olmuştur (Tablo 4.3).

Silajlarda en yüksek laktik asit içeriği %2.63 ile 5001 populasyonunda, en düşük ise Karadağ (%0.54) çeşidinde olmuştur (Tablo 4.3). Laktik asit, silajın kalitesini bozan mayalar, mantarlar ve aerobik bakterilerin gelişimini engellerken, hayvanlarda süt verimini artırır. Kaliteli bir silajda laktik asit içeriği en az %2.0 olması istenir (Alçıçek ve Özkan, 1996: 191-198). Mevcut çalışmada sadece 5001 populasyonu istenen düzeyde olmuştur (Tablo 4.3). Seydoşoğlu (2019: 669) mürdümük silajının laktik asit içeriğini %1.82-1.92 arasında

bulmuştur. Araştırmacıların bulguları ile mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar arasında çeşit, hasat zamanı ve uygulanan kültürel işlemlerden kaynaklı farklılıklar oluşmuştur.

Asetik asit silaj sırasında fermantasyonu inhibe eder ve silajın kalitesini bozar. Ayrıca asetik asidin yüksek olması silajın hava aldığına da bir göstergesidir. Buna göre, iyi bir silaj için asetik asit içeriği en fazla %0.8 olmalıdır (Alçıçek ve Özkan, 1996: 191-198). Mürdümük silajlarının asetik asit içeriği %0.20-0.33 arasında değişmiş olup, tüm silajlar kritik değerin altında olmuştur (Tablo 4.3). Gülümser (2019: 3420) mürdümük silajının asetik asit içeriğinin %0.79-1.82 arasında değiştiğini bildirmiştir. Mevcut çalışma ile söz konusu araştırmacının bulguları arasındaki farklılıklar, çeşit, uygulanan kültürel işlemler ve fermantasyon süresinden kaynaklanmıştır.

Çalışmada en yüksek propiyonik asit %1.85 ile 5001 popülasyonunda, en düşük ise %0.48 ile Karadağ çeşidinde tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Ünal vd. (2024: 1194) propiyonik asidin kısa zincirli bir yağ asidi olduğunu ve silajdaki küf ve mantar gelişimini azaltarak silajda oluşabilecek aerobik bozulmayı önlediğini bildirmişlerdir. Yücel ve Akkaya (2022: 746) mısır ve soya karışımlarından elde ettikleri silajların propiyonik asit içeriğinin %0.87-29.07 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Farklılıklar kullanılan bitki türlerinden kaynaklanmıştır.

Süksinik asit, besi hayvanlarını çeşitli hastalıklardan korumaya yardımcı olurken, hayvanların vücutlarının gelişimine de katkı sunar. Ayrıca, suksinik asit silajın fermantasyonunu desteklemektedir (McDonald vd., 1991: 1991-340). Çalışmada suksinik asit %0.019-0.043 arasında değişmiştir (Tablo 4.3). Öztürk vd. (2022: 551) ökse otu silajının süksinik asit içeriğini %0.021-0.029, Kaymaz ve Gülümser (2023: 442) ise şerbetçi otu silajının süksinik asit içeriğini %0.079-2-0.129 arasında bulmuşlardır. Mevcut çalışma ile söz konusu araştırmacıların bulguları arasındaki farklılıklar bitki türlerinden kaynaklanmıştır.

Sitrik asit rumen fermantasyonunu uyarma ve hayvan performansını iyileştirme işlevine sahiptir (Kung vd., 1998: 1322-1330). Çalışmada en yüksek sitrik asit istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 2206 (%0.426), 2401 (%0.347), 5001 (%0.260), 6408 (%0.403) popülasyonları ile İptaş (%0.385) ve Karadağ (%0.341) çeşitlerinde, en düşük ise 1603 (%0.154) ve Gap Mavisi (%0.149) genotiplerinde belirlenmiştir (Tablo 4.3). Öztürk vd. (2022: 551) ökse otuna ait silajın sitrik asit içeriğinin %0.204-0.286, Kaymaz ve Gülümser (2023: 442) ise şerbetçi otu silajının sitrik asit içeriğinin %0.064-0.204 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışma ile söz konusu araştırmacıların bulguları arasındaki farklılıklar bitki türlerinden kaynaklanmıştır.

Tablo 4.3. Silajların Organik Asit İçerikleri

Genotip	LA**	AA**	PA**	SUA ^{öd}	SİA**
1603	1.21 ^b	0.20 ^b	0.79 ^{b-e}	0.020	0.154 ^d
2006	1.44 ^b	0.28 ^{ab}	0.84 ^{bcd}	0.020	0.426 ^a
2401	1.27 ^b	0.31 ^a	0.76 ^{b-e}	0.042	0.347 ^{abc}
4301	1.63 ^b	0.29 ^a	0.79 ^{b-e}	0.026	0.185 ^{cd}
4403	1.49 ^b	0.32 ^a	0.53 ^{de}	0.022	0.174 ^{cd}
5001	2.63 ^a	0.32 ^a	1.85 ^a	0.021	0.260 ^{a-d}
6408	1.40 ^b	0.32 ^a	0.63 ^{de}	0.020	0.403 ^{ab}
6410	1.45 ^b	0.28 ^b	0.68 ^{cde}	0.043	0.245 ^{bcd}
S3	1.15 ^b	0.27 ^{ab}	0.61 ^{de}	0.019	0.243 ^{bcd}
Gap Mavisi	1.28 ^b	0.21 ^b	1.06 ^b	0.029	0.149 ^d
İptaş	1.40 ^b	0.31 ^a	0.97 ^{bc}	0.022	0.385 ^{ab}
Karadağ	0.54 ^c	0.33 ^a	0.48 ^e	0.025	0.341 ^{abc}
Ortalama	1.41	0.29	0.83	0.026	0.276

Öd: Önemli değil; **: $P \leq 0.01$. LA: Laktik asit; AA: Asetik asit; PA: Propiyonik asit; SUA: Suksinik asit; SİA: Sitrik asit.

4.4. Silajların Bazı Kalite Özellikleri

Silajların ham protein (HPO), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) oranları Tablo 4.4’de verilmiştir. Çalışmada genotipler arasında HPO, ADF, NDF ve Ca bakımından istatistiksel olarak çok önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Genotiplerin K, P ve Mg üzerinde etkisi ise önemsiz olmuştur (Tablo 4.4).

Silajlarda en yüksek HPO %22.00-23.06 arasında değişmiş olup, en düşük HPO ise %19.35 ile Gap Mavisi çeşidinde tespit edilmiştir. Baklagiller ham protein oranı bakımından yüksek değer sergilemektedir. Bu durum hayvanların dengeli beslenmesi açısından önem teşkil etmektedir (Budak ve Budak, 2014: 2). Karadeniz vd. (2020: 255) mürdümük silajının ham protein oranının %24.24 olduğunu bildirmişlerdir.

Silajların ADF ve NDF oranları %29.19-32.28 ve %36.72-43.81 arasında değişmiştir (Tablo 4.4). ADF ve NDF bitkilerin yapısal karbonhidratlar içerisinde yer almakta olup, lignin ve selülozdan oluşmaktadır. ADF ruminantların rasyonlarında enerji göstergesi iken, NDF ise yemin hayvanlar tarafından alınabilirliğini ifade eden sayısal bir değerdir (Tekce ve Gül, 2014: 63-73). Yüksek ADF ve NDF hayvanlarda enerji yoğunluğuna bağlı olarak yem alımını

engellerken, hayvansal ürünlerin de verimi ve kalitesinin düşmesine neden olur. Buna göre, göre yem içerisinde ADF'nin %30, NDF'nin ise %40 ve altında olması gerekmektedir (Ateş, 2012: 237-244). Çalışmada çoğu genotipin ADF ve NDF oranları istenen seviyelerde olmuştur.

Çalışmada silajların K oranı %2.41-2.59, P oranı %0.46-0.49, Ca oranı %0.85-1.03 ve Mg oranı %0.17-0.21 arasında değişmiştir (Tablo 4.4). K hayvan beslemede çok önemli bir element olup, vücudun asit-baz dengesini sağlarken (Başbağ vd., 2011: 148; Gürsoy ve Macit, 2017: 1-9) P ise hayvanların kemik yapısının, döl veriminin ve hayvansal ürünlerin kalitesinin gelişmesinde görev üstlenir (Dua ve Care, 1999: 51-55). Ca ve Mg ise hayvanların kemik dokusu ile iskelet sisteminin gelişmesine katkı sunar. Kaliteli kaba yemlerde K'nın en az %0.8, P'nin %0.21, Ca'nın %0.18 ve Mg'nin %0.20 olması gerekmektedir (Kidambi vd., 1989: 316-322). Tüm silajlarda belirlenen besin elementleri istenen düzeylerden yüksek olmuştur (Tablo 4.4). Gülümser (2019: 3420) mürdümük bitkisinin farklı hasat zamanı (çiçeklenme ve tohum bağlama) ve fermantasyon sürelerinden (15, 30 ve 45 gün) elde ettiği silajların K, P, Ca ve Mg içeriklerini sırasıyla %2.42-2.93, %0.23-0.27, %0.77-0.96 ve %0.32-0.35 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Tablo 4.4. Silajların Bazı Kalite Özellikleri

Genotip	HPO**	ADF**	NDF**	K^{öd}	P^{öd}	Ca**	Mg^{öd}
1603	22.05 ^{ab}	29.35 ^d	37.35 ^d	2.45	0.47	0.92 ^{bc}	0.18
2006	22.22 ^{ab}	29.19 ^d	39.21 ^{bc}	2.53	0.49	0.98 ^{ab}	0.19
2401	23.06 ^a	30.20 ^{bcd}	39.07 ^{bc}	2.42	0.48	0.95 ^{ab}	0.17
4301	20.54 ^{cd}	32.28 ^a	43.81 ^a	2.57	0.48	1.03 ^a	0.21
4403	22.38 ^{ab}	30.64 ^{bcd}	37.65 ^{cd}	2.59	0.48	0.85 ^c	0.17
5001	22.11 ^{ab}	30.31 ^{bcd}	38.05 ^{bcd}	2.72	0.47	0.91 ^{bc}	0.17
6408	21.66 ^{bc}	30.46 ^{bcd}	39.25 ^{bc}	2.46	0.46	0.98 ^{ab}	0.19
6410	22.00 ^{ab}	29.52 ^{cd}	37.87 ^{cd}	2.52	0.47	0.96 ^{ab}	0.20
S3	22.08 ^{ab}	32.13 ^a	39.69 ^b	2.53	0.46	0.97 ^{ab}	0.18
Gap Mavisi	19.35 ^e	31.20 ^{ab}	38.06 ^{bcd}	2.41	0.46	0.98 ^{ab}	0.18
İptaş	20.02 ^{de}	30.91 ^{abc}	37.83 ^{cd}	2.51	0.47	0.89 ^{bc}	0.19
Karadağ	22.58 ^{ab}	30.30 ^{bcd}	36.72 ^d	2.49	0.47	0.89 ^{bc}	0.18
Ortalama	21.67	30.54	38.71	2.51	0.48	0.94	0.18

Öd: Önemli değil; **: $P \leq 0.01$. HPO: Ham protein oranı; ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif; NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif; K: Potasyum; P: Fosfor; Ca: Kalsiyum; Mg: Magnezyum.

4.5. Silajların Sekonder Metabolit İçerikleri

Mürdümük silajlarının toplam flavonoid (TFL), toplam fenolik (TFN), radikal kovucu aktivite (DPPH), kondanse tanen (KT), toplam alkaloid (TA) ve β - N-oxalyl-L- α , β -diaminopropionic asit (ODAP) içerikleri Tablo 4.5’de verilmiştir. Silajlar arasında TA ve TFN bakımından %5, DPPH, KT ve ODAP bakından %1 ihtimal seviyesinde farklılık oluşmuştur. Genotiplerin TFL üzerinde etkisi ise önemsiz olmuştur.

Flavonoid içeren bitkiler ile beslenen hayvanlardan elde edilen ürünlerin kalite ve verimi artmaktadır (Dohi vd., 1997: 2083-2086; Robbins, 2003: 2866-2887). Diğer taraftan flavonoidler hayvanlarda asidoz ve şişkinlik gibi beslenme streslerini kontrol altına alırlar (Paula vd., 2016: 136-141; Seradj vd., 2014: 85-91). Çalışmada silajların TFL içerikleri 18.53-23.43 mg QE/g arasında değişmiştir (Tablo 4.5). Kaymaz (2023: 26) şerbetçi otunun farklı yaş ve çeşitlerinden elde ettiği silajların TFL içeriğini 2.27-4.87 mg QE/g arasında bulmuştur.

Fenolik bileşikler antialerjik ve antimikrobiyal özellikler göstererek hayvanların rumen morfolojisinin sağlıklı bir şekilde çalışmasına ve farklı stres koşullarına karşı dayanıklı olmasına yardımcı olmaktadır (Robbins, 2003:2866-2887; Rochfort vd., 2008: 299-322; Patra, 2016: 39; Lee vd., 2017: 143-145). Öte yandan fenolik madde içeren yemler ile beslenen hayvanlardan elde edilen ürünlerin verim ve kalitesi de artmaktadır (O’Connell ve Fox, 2001: 1978-1983; Kuhnen vd., 2014: 3110-3117). En yüksek TFN içeriği aynı istatistiksel grupta yer alan 5001 (122.40 mg GA/g), 2401 (107.56 mg GA/g), 1603 (105.37 mg GA/g) ve S3 (101.77 mg GA/g) populasyonlarında tespit edilmiştir (Tablo 4.5). Yıldırım vd. (2024: 224) silajlık mısır ile şerbetçi otu karışımlarına ait silajların TFN içeriğinin 45.97-81.66 mg GA/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Silajlarda en yüksek DPPH içeriği %56.80 ile 2401, en düşük ise %22.36 ile S3 genotipinde tespit edilmiştir (Tablo 4.5). DPPH, bitkilerin antioksidan kapasitesinin sayısal bir göstergesidir. Antioksidanlar ise hayvan ve insan sağlığı açısından önem teşkil etmektedir (Xing-zhou vd., 2018; 2082-2095). Kaymaz (2023: 27) şerbetçi otunun farklı yaş ve çeşitlerinden elde ettiği silajların DPPH içeriğini %57.62-72.80 arasında bulmuştur.

Silajlarda en yüksek KT %1.74 ile 2401 populasyonunda, en düşük ise %0.85 ile İptaş çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 4.5). Yüksek tanen içeriği ruminantlarda protein sindirimi ve enzim aktivitesini olumsuz etkilerken (Kumar ve Singh,1984: 447-453), düşük kondanse tanen (%0.5) ise sütün protein içeriğine doğrudan katkı sunar (Önal Aşçı ve Acar, 2018: 85). Diğer taraftan KT hayvanlarda iç parazitlerin etkisini azaltıp verimliliği artırırken (Lüscher vd., 2016: 8-10), ruminatlarda CH₄ ve CO₂’i absorbe ederek hayvansal kaynaklı sera gazı emisyonunun azaltılmasına da katkı sunmaktadır (Martin vd., 2016: 24-25). Buna göre yem içerisinde

kondanse tanen içeriğinin en fazla %3.0 olması gerekmektedir. Mevcut çalışmada silajların KT içerikleri bu kritik değerın altında olmuştur. Öztürk vd. (2022: 107) ökse otu (*Viscum album* L.) silajlarının KT içeriğinin %0.52-0.74 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Yemlerde alkaloid miktarının bilinmesi hem yemin kalitesi hem de hayvanların yemi tercih etmesi açısından önem arz etmektedir. Nitekim alkaloidler bitkilerde en fazla yer alan toksik maddeler olup, sinir sistemi ve karaciğer üzerinde etkilidirler. Alkaloid alımıyla birlikte beyin ve omurilik etkilenir, sinir sistemi bozuklukları ve ani ölümler görülebilir (Ergün vd., 2002: 318-344; Töngel ve Ayan, 2005: 85). Çalışmada silajların TA içeriği 1.09-2.01 g 100/g arasında olmuştur (Tablo 4.5).

Sinir sistemi üzerine olumsuz etkisi olan ODAP istenmeyen bir özelliktir. ODAP içeriği 2.2 mg/g'ın altında olması gerekmektedir (Larbi vd., 2010: 9-18). Mevcut çalışmada 1603 (2.61 mg/g) populasyonu ile Gap Mavisi (2.34 mg/g), İptaş (2.42 mg/g) ve Karadağ (2.88 mg/g) çeşitleri dışında kalan genotipler kritik seviyenin altında olmuştur (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Silajların Sekonder Metabolit İçerikleri

Genotip	TFL ^{öd}	TFN*	DPPH**	KT**	TA*	ODAP**
1603	20.93	105.37 ^{ab}	46.95 ^b	1.35 ^b	1.63 ^{ab}	2.61 ^{ab}
2006	21.71	91.48 ^{bc}	50.95 ^b	1.36 ^b	1.67 ^{ab}	1.41 ^{ef}
2401	23.24	107.56 ^{ab}	56.80 ^a	1.74 ^a	2.01 ^a	1.82 ^{cde}
4301	20.28	84.10 ^{bc}	34.51 ^c	1.18 ^{bc}	1.50 ^{bc}	2.18 ^{bcd}
4403	21.79	103.94 ^{abc}	30.31 ^{cd}	1.26 ^b	1.58 ^{ab}	1.77 ^{de}
5001	22.91	122.40 ^a	29.77 ^{cd}	1.10 ^{bc}	1.37 ^{bc}	0.95 ^f
6408	19.80	78.86 ^c	32.73 ^{cd}	1.30 ^b	1.55 ^{abc}	0.90 ^f
6410	23.30	85.49 ^{bc}	27.85 ^d	1.23 ^b	1.57 ^{ab}	1.79 ^{de}
S3	20.33	101.77 ^{abc}	22.36 ^e	1.20 ^{bc}	1.44 ^{bc}	1.82 ^{cde}
Gap Mavisi	18.53	94.71 ^{bc}	31.14 ^{cd}	1.19 ^{bc}	1.46 ^{bc}	2.34 ^{bc}
İptaş	22.28	84.03 ^{bc}	21.59 ^e	0.85 ^c	1.09 ^c	2.42 ^{ab}
Karadağ	23.43	94.76 ^{bc}	34.27 ^c	1.00 ^{bc}	1.23 ^{bc}	2.88 ^a
Ortalama	21.54	97.30	34.94	1.23	1.51	1.91

Öd: Önemli değil; *: P ≤ 0.05; **: P ≤ 0.01. TFL: Toplam flavonoid; TFN: Toplam fenolik; DPPH: Radikal kovucu aktivite; KT: Kondanse tanen; TA: toplam alkaloid; ODAP: β- N-oxalyl-L-α,β-diaminopropionic asit.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilecik ekolojik koşullarında yetiştirilen farklı mürdümük genotiplerinin silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmanın sonucunda;

- Genotiplerin silaj verimi 0.90-1.36 t/da arasında değişmiştir.
- En yüksek Flieg puanı 85.88 ile 5001 populasyonunda tespit edilmiştir
- Silajların HPO, ADF ve NDF oranları %19.35-23.06, %29.19-32.28 ve %36.72-43.81 arasında değişmiştir.
- Silajlarda en yüksek laktik asit %2.63 ile 5001 populasyonunda tespit edilmiştir.
- Tüm silajların K, P, Ca ve Mg içerikleri hayvanların ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde olmuştur.
- En düşük ODAP içeriği 5001 (0.95 mg/g) ve 6408 (0.90 mg/g) populasyonlarında belirlenmiştir.
- Silajların TFL, TFN, DPPH, KT ve TA içerikleri sırasıyla 18.53-23.43 mg QE/g, 78.86-122.40 mg GA/g, %21.59-56.80, %0.85-1.74 ve 1.09-2.01 g 100/g arasında değişmiştir.

Farklı mürdümük genotiplerinden elde edilen silajların verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmanın sonucunda; genotipler incelenen özellikler bakımından farklı performans sergilemişlerdir. Yıllar arasında oluşan yağış farklılığı silaj verimini etkilemiş, ancak genotipler arasında farklılık olmamıştır. Kalite özellikleri bakımından ise bazı genotip/genotipler ön plana çıkmıştır. Buna göre; silaj kalitesi baz alındığında 5001 populasyonu diğer genotiplerin önüne geçmiştir. Bu durum söz konusu populasyonun bölge için ümitvar olduğunu gösterirken, ileride yapılacak ıslah çalışmalarında materyal olarak değerlendirilmesi açısından da önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, Z., Tan, M., Ayan, İ., Önal Aşçı, Ö., Mut, H., Başaran, U., Gülümser, E., Can, M. & Kaymak G.** (2020). Türkiye’de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları, *Türkiye Ziraat Mühendisleri IX. Teknik Kongresi*, 13-17 Ocak, Ankara, S. 529-553.
- Akarken, N., Cengiz, R., Esmeray, M., Sezer, C., Duman, A., & Cerit, S.** (2017) Mısırdaki kuraklık stresi. *12. Tarla Bitkileri Kongresi*, Kahramanmaraş, S. 42.
- Albrecht, K.A., & Beauchemin, K.A.** (2003). *Alfalfa and other perennial legumes silage*. In *Silage Science and Technology*, Agron. Monogr. 42, ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, p: 633-664.
- Alçıçek, A., & Özkan, K.** (1996). Silo Yemlerinde destilasyon yöntemi ile süt asidi, asetik asit ve bütirik asit tayini. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3:(2-3):191-198.
- Anonim.** (2024). *Tüm yönleriyle silaj yapımı ve silajla beslenme*. (Editör: Kutlu, H.R). Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. [Erişim: 08.08.2024 https://posta.bilecik.edu.tr/mail/?_task=mail&_action=get&_mbox=Sent&_uid=2407&_part=2&_frame=1&_extwin=1].
- Arvouet-Grand, A., Vennat, B., Pourrat, A., & Legret, P.** (1994). Standardization of propolis extract and identification of principal constituents. *Journal de Pharmacie de Belgique*, 49(6), 462-468.
- Ateş, E.** (2012). The mineral, amino acid and fiber contents and forage yield of field pea (*Pisum arvense* L.), fiddleneck (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) and their mixtures under dry land conditions in the Western Turkey. *Romanian Agricultural Research*, 29: 237-244.
- Avcıoğlu, R., & Soya, H.** (1990). *Yem bitkileri kılavuzu*. E.Ü.Z.F. Yayınları No:443, Bornova İzmir, 176 s.
- Başaran, U., Acar, Z., Önal, Ö., Mut, H., & Ayan, İ.** (2007). Mürdümük (*Lathyrus* Sp.) türlerinin önemi, tarımda kullanım olanakları ve zararlı madde içerikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 139-148.
- Başaran, U.** (2010). *Türkiye’nin farklı yörelerinde yetiştirilen mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) populasyonlarının tarımsal özellikleri, protein içerikleri ve ODAP düzeylerinin belirlenmesi*. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

- Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H., & Çopur Doğrusöz M.** (2018). Mürdümük + tahıl karışımlarının silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(9), 1237-1242.
- Başbağ, M., Çağan, E., Aydın, A., & Sayar, M.S.** (2011). Güneydoğu Anadolu Bölgesi doğal alanlarında toplanan bazı fiğ türlerinin ot kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı*, Bildiriler Kitabı, 27-30, Nisan, Eskişehir, S. 143-151.
- Bate-Smith, E.C.** (1975). Phytochemistry of proanthocyanidins. *Phytochemistry*, 14(4), 1107-1113.
- Budak, F., & Budak, F.** (2014). Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7(1): 01-06.
- Campbell, C.G., Mehra, R.B., Agrawal, S.K., Chen, Y.Z., Abd El Monium, A.M., Kawaja, H.I.T., Yadav, C.R., Tay, J.U., & Araya, W.A.** (1994). Current status and future strategy in breeding grasspea (*Lathyrus sativus* L.). *Euphytica*, 73: 167-175.
- Chase, R.A., Pearson, S., Nunn, P.B., Lantos, P.L.** (1985). Comparative toxicities of a and b-N-oxalyl-L-a,b-diaminopropionic acid to rat spinal cord. *Neuroscience Letters*, 55, 89-94.
- Çotuk, Z., & Altınok S.** (2015). *Türkiye’de yem bitkisi tohumculuğu*. 11. Tarla Bitkileri Kongresi (2015): 100-103.
- Dahiya, L. N.** (1976). Impact of optimum agricultural land allocation patterns on farm incomes: A case study of transitional agricultural economy. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 31(1), 23-39.
- Davis, P.H.** (1970). *Lathyrus* L. Şu eserde: P.H. Davis. Flora of Turkey And The East Aegean Islands 3: 328-369. Edinburgh Univ. Press., Edinburgh.
- Dohi, H., Yamada, A., & Fukukawa, T.** (1997). Intake stimulants in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) fed to sheep. *Journal of Dairy Science*, 80, 2083-2086.
- Dua, K., & Care, A.D.** (1999). The role of phosphate on the rates of mineral absorption from the forestomach of sheep. *The Veterinary Journal*, 157(1), 51-55.
- Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, G., Küçükersan S., Tuncer, D.Ş., Yalçın, S., Küçükersan, M.K., & Şehu, A.** (2002). *Yemler, yem hijyeni ve teknolojisi*. Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, 12-55, 318-344. Ankara.

Filya, İ. (2001). *Silaj teknolojisi*. Hakan Ofset, İzmir.

Frozza, C.O.S., Garcia, C.S.C., Gambato, G., De Souza, M.D., Salvador, M., Moura, S., Padilha, F.F., Seixas F.K., Collares, T., Borsuk, S., Dellagostin, O.A., Henriques, J.A., Roesch- Ely, M. (2013). Chemical characterization, antioxidant and cytotoxic activities of Brazilian red propolis. *Food and Chemical Toxicology*, 52: 137-142.

Gençkan, M.S. (1983). *Yem bitkileri tarımı*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları No: 467, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir- Türkiye.

Gezer, K., Duru, M.E. Kıvrak, I., Türkoğlu, A., Mercan, N., Türkoğlu, H., & Gülcan, S. (2006). free-radical scavenging capacity and antimicrobial activity of wild edible mushroom of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 5 (20), 1924-1928.

Gülümser E. (2019). Effect of harvest stage and ensiling period on silage quality of grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(4A), 3417-3422.

Gülümser, E., Yıldırım, İ., Kardeş, Y.M., & Başaran, U. (2023). Bilecik ekolojik koşullarında mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) ile adi fiğın (*Vicia sativa* L.) kaba yem verimi ve kalitesinin belirlenmesi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Özel Sayı), 938-942.

Gürsoy, E., & Macit, M. (2017). Erzurum ili çayır ve meralarında doğal olarak yetişen bazı baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin mineral madde kompozisyonlarının belirlenmesi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 32(1), 1-9.

Hanbury, C. D., White, C.L., Mullan, B.P., & Siddique, K.H.M. (2000). A review of the potential of *Lathyrus sativus* L. and *L. Cicera*, *L. grain* for use as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 87(1-2), 1-27.

INEN. (2005). *Grano desamargado de chocho norma tecnica ecuatoriana leguminosas grano desamargado de chocho*. Instituto Ecuatoriano De Normalizacion, Quito.

İbrahimoğlu, M.S., & Saruhan, V. (2019). Farklı oranlarda mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) bitkisinin bazı meyve posaları ile silolanma özelliklerinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17, 66-70.

Jackson, M.T., & Yunus, A.G. (1984). Variation in the grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and wild species. *Euphytica*, 33, 549-559.

- Karadeniz, E., Eren, A., & Saruhan, V.** (2020). Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) ve tritikale (*xTriticosecale* Wittmack) karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(2), 249-259.
- Kaymak, G., Gülümser, E., Can, M., Acar, Z., & Ayan, İ.** (2021). Yapraklı ve yarı yapraklı yem bezelyesi çeşitleri ile tek yıllık çim karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 1595-1602.
- Kaymaz, Z.** (2023). Şerbetçi otunun (*Humulus lupulus* L.) silaj verimi ve kalitesi. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilecik.
- Kaymaz, Z., & Gülümser, E.** (2023). Şerbetçi otu (*Humulus lupulus* L.) silajlarının fiyotrapik özelliği. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(3), 421-429.
- Kılıç, A.** (1984). Silo yemi. Bilgehan Basımevi. İzmir.
- Kidambi, S.P., Matches, A.G., & Griggs, T.C.** (1989). Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn, and K/(Ca+ Mg) ratio among 3 wheatgrasses and sainfoin on the southern high plains. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 42(4), 316-322.
- Kuhnen, S., Moacyr, J.R., Mayer, J.K., Navarro, B.B., Trevisan, R., Honorato, L.A., & Pinheiro Machado Filho, L.C.** (2014). Phenolic content and ferric reducing–antioxidant power of cow's milk produced in different pasture-based production systems in southern Brazil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(15), 3110-3117.
- Kung, J.R., Sheperd, A.C., Smagala, A.M., Enders, K.M., Bessett, C.A., Ranjit, N.K., & Glancey, J.L.** (1998). The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentation and aerobic stability of corn silage and a total mixed ration. *Dairy Science*, 81, 1322-1330.
- Kumar, R., & Singh, M.** (1984). Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 32(3), 447-453.
- Kuo, Y.H., Ikegami, F., Lambein, F.** (1998). Metabolic routes of beta- (isoxazolin-5-on2-yl)-L-alanine (BIA), the precursor of the neurotoxin ODAP (beta-N-oxalyl-L-alpha, beta,-diaminopropionic acid), in different legume seedlings. *Phytochemistry*, 49(1), 43-48.
- Larbi, A., Abd El-Moneim, A.M., Nakkoul, H., Jammal, B., & Hassan, S.** (2010). Intra-species variations in yield and quality in *Lathyrus* species: 1. Grasspea (*L. sativus* L.). *Animal Feed Science and Technology*, 161(1-2), 9-18.

- Lee, S.H.Y., Humphries, D.J., Cockman, D.A., Givens, D.L., & Spencer, J.P.E.** (2017). Accumulation of citrus flavanones in bovine milk following citrus pulp incorporation into the diet of dairy cows. *EC Nutrition*, 7(4), 143-154.
- Lüscher, A., Suter, M., & Finn, J.A.** (2016). Legumes and grasses in mixtures complement each other ideally for sustainable forage production. *The Journal of the International Legume Society*, 12, 8-10
- Martin, C., Copani, G., & Niderkorn, V.** (2016). Impacts Of forage legumes on intake, digestion and methane emissions in ruminants. *The Journal Of the International Legume Society*, 12, 24-25.
- Mcdonald, P., Henderson, A.R., & Heron, S.J.E.** (1991). *Biochemistry of silage*. Chalcombe Publication.
- Mehta, S.L., Ali, K., & Barna, K.S.** (1994). Somaclonal variation in a food legume – Lathyrus sativus. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 3, 73-77.
- O’Connell, J.E.O., & Fox, P.** (2001). Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. *International Dairy Journal*, 11(3): 103-120.
- Owens, V.N., Albrecht, K.A., & Muck, R.E.** (1999). Protein degradation and ensiling characteristics of red clover and alfalfa wilted under varying levels of shade. *Canadian Journal of Plant Science*, 79, 209-222.
- Önal Aşçı, Ö., & Acar, Z.** (2018). *Kaba yemlerde kalite*. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, Türkiye.
- Öztürk, Y.E., Gülümser, E., Mut, H., Başaran, U., & Çopur Doğrusöz, M.** (2022). preliminary study on change of mistletoe (*Viscum album* L.) silage quality according to collection time and host tree species *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46, 104-112.
- Panyasak, A., & Tumwasorn, S.** (2015). Effect of moisture content and storage time on sweet. *Walailak Journal of Science and Technology*, 12(3), 237-243.
- Patra, A.K.** (2016). Recent advances in measurement and dietary mitigation of enteric methane emissions in ruminants. *Frontiers in Veterinary Science*, 3, 39.

- Paula, E.M., Samensari, R.B., Machado, E., Pereira, L.M., & Maia, F.J.** (2016). Effects of phenolic compounds on ruminal protozoa population, ruminal fermentation, and digestion in water buffaloes. *Livestock Science*, 185, 136-141.
- Playne, M.J., & McDonald, P.** (1966). The buffering constituents of herbage and silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 17, 264-268.
- Plitmann, U., Gabay, R., & Cohen, O.** (1995). Innovations in the tribe viciae (*Fabaceae*) from Israel. *Israel Journal of Plant Sciences*, 43(3), 249-258.
- Rao, S.L.N., Adiga, P.R., & Sharma, P.S.** (1964). The isolation & characterization of beta-N-alpha beta-diaminopropionic Tutin TG. *Flora of Europea*, Cambridge University Press, Vol.2, 136-145.
- Rao, S.L.N.** (1978). A sensitive and specific colorimetric method for the determination of α , β -diaminopropionic acid and the *Lathyrus sativus* neurotoxin. *Analytical Biochemistry*, 86(2), 386-395.
- Robbins, R.J.** (2003). Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(10), 2866-2887.
- Rochfort, S., Parker, A.J., & Dunshea, F. R.** (2008). Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytochemistry*, 69(2): 299-322.
- Santos Neto, T.M., Mota, R.A., Silva, L.B.G., Viana, D.A., Lima-Filho, J.L, Sarubbo, L.A., Converti, A., Porto, A.L.F.** (2009). Susceptibility of staphylococcus spp. Isolated from milk of goats with mastitis to antibiotics and green propolis extracts. *Letters in Drug Design & Discovery*, 6: 63-68.
- Schaefer, H., Hechenleitner, P., Santos-Guerra, A., de Sequeira, M.M., Pennington, R.T., Kenicer, G., & Carine, M.A.** (2012). Systematics, biogeography, and character evolution of the legume tribe Fabeae with special focus on the middle-Atlantic island lineages. *BMC Evolutionary Biology*, 12, 1-19.
- Seradj, A.R., Abecia, L., Crespo, J., Villalba, D., Fondevila, M., Balcells, J.** (2014). The effect of bioflavex and its pure flavonoid components on in vitro fermentation parameters and methane production in rumen fluid from steers given high concentrate diets. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 85-91.

- Seydoşoğlu, S.** (2019). Farklı oranlarda karıştırılan yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) hâsıllarının silaj ve yem kalitesine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(3), 297-302.
- Seydoşoğlu, S., & Gelir, G.** (2019). Farklı oranlarda karıştırılan mürdümük (*Lathrus sativus* L.) ve arpa (*Hordeum vulgare* L.) hâsıllarının silaj özellikleri üzerinde bir araştırma. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(1), 397-406.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R.M.** (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *In Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178). Academic press.
- Spencer, P.S., Roy, D.N., Ludolph, A., Hugon, J., Dwivedi, M.P., & Shaumburg, H.H.** (1986). Lathyrism. Evidence for role of neuroexcitatory amino acid BOAA. *Lancet ii*, 1066-1067.
- Tekce, E., & Gül, M.** (2014). Ruminant beslemede NDF ve ADF'nin önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 9(1), 63-73.
- Töngel, M.Ö., & Ayan, İ.** (2005). Samsun ili çayır ve meralarında yetişen bazı zararlı bitkiler ve hayvanlar üzerindeki etkileri. *OMÜ Zir. Fakültesi Dergisi*, 20(1), 84-93.
- Ünal, Y., Sevim, B., Gümüş, E., Sırakaya, S., Ayaşan, T., Cufadar, Y., Olgun, O., & Arlan Duru, A.** (2024). Determination of the effects of apple pomace addition on alfalfa silage quality. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 12(7), 1190-1196.
- Wu, G., Bowlus, S.B., Kim, K.S., & Haskell, B.E.** (1976). L-2-Oxalylamino-3-aminopropionic acid, an isomer of *Lathrus sativus* neurotoxin, *Phytochemistry* 15, 1257-1259.
- Xing-Zhou, T., Paengkoum, P., Paengkoum, S., Thongpea, S., & Chao, B.** (2018). *Journal Of Integrative Agriculture*, 17(9), 2082-2095.
- Yıldırım, İ., Kardeş, Y.M., & Gülümser, E.** (2024). The effect on silage quality of hops at different rates added to silage maize. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(1), 221-228.
- Yücel, C., & Akkaya, M.R.** (2022). Determination of fermentation properties of silages made at different mixing ratios and harvest stage of maize and soybean intercropping. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(4), 730-742.

EKLER

