



T.C.

BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Mısırdaki (*Zea Mays L.*) Silaj Verim Ve Kalitesinin Zamana Bağlı Değişimi

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BERAT MUHCU

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. ERDEM GÜLÜMSER

BİLECİK, 2026

10774916

T.C.

BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**MISIRDA (*Zea mays* L.) SİLAJ VERİM VE KALİTESİNİN ZAMANA BAĞLI
DEĞİŞİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BERAT MUHCU

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. ERDEM GÜLÜMSER

BİLECİK, 2026

10774916

BEYAN

“Mısırdada (*Zea mays* L.) Silaj Verim ve Kalitesinin Zamana Bağlı Değişimi” başlıklı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazım aşamasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, [Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Faaliyetlerinde Üretken Yapay Zekâ Kullanımına Dair Etik Rehberine](#) uygun olarak tez/dönem projemi hazırladığımı, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel etik kurallarına uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, çalışmamın herhangi bir kısmının başka bir tez/dönem projesi olarak sunulmadığını, aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Berat MUHCU

.../.../2026

İmza

.....

ÖN SÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince, engin bilgi ve tecrübeleriyle bana her zaman yol gösteren, akademik ve bilimsel gelişimime paha biçilmez katkılar sunan değerli danışman hocam Prof. Dr. Erdem GÜLÜMSER'e en içten şükran ve saygılarımı sunarım. Sabrı, anlayışı ve teşvikleri, bu zorlu süreci başarıyla tamamlamamda en büyük güvencem olmuştur.

Tez çalışmamın arazi ve laboratuvar aşamalarında değerli yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, bilgi ve dostluklarını benimle paylaşan kıymetli Dr. Öğr. Üyesi Yusuf Murat KARDEŞ ve Yüksek Lisans Öğrencisi İlknur YILDIRIM'a içtenlikle teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca ve özellikle bu meşakkatli yüksek lisans sürecinde, maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan, sevgi ve sabırlarını benden bir an olsun esirgemeyen kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Berat MUHCU

2026

ÖZET

Bu çalışmada, mısırın farklı hasat dönemlerinde yapılan silajların verim ve kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Materyal olarak silajlık mısırın Simpatico çeşidi kullanılmıştır. Çalışma Bilecik ekolojik koşullarında 2023 vejetasyon döneminde ve Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre yürütülmüştür. Hasat işlemine bitkinin süt olum dönemi başlangıcından başlanmış, 3 gün aralıklarla devam edilmiş ve toplamda 12 farklı hasat zamanı ele alınmıştır. Hasat edilen bitkiler 2-3 cm büyüklükte parçalanarak 2 kg'lık vakumlu silaj poşetlerine konularak poşetlerin havası vakumlandıktan sonra 25 ± 2 °C sıcaklıkta 45 gün süre ile fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon dönemini tamamlayan ve açılan silajlarda; silaj verimi, silajın pH'sı ve kuru madde oranı (KMO), organik asitler (laktik, asetik ve bütirik asit), ham protein oranı (HPO), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), besin elementleri (K, P, Ca ve Mg), kondanse tanen (KT), toplam flavonoid (TFL), toplam fenolik (TFN) ve radikal kovucu aktivite (DPPH) içerikleri belirlenmiştir. Çalışmada silaj verimi 4.90-7.00 t/da arasında değişmiştir. En yüksek Flieg puanı 21-33. günlerde hasat edilen silajlardan elde edilmiş ve 113.26-118.94 arasında olmuştur. Silajlarda laktik asit içeriği en yüksek değere %7.17 ile 21. günde hasat edilen bitkiden elde edilmiştir. Çalışmada ham protein oranı %9.46-14.49 arasında olmuştur. Makro besin elementlerinden K, P, Ca ve Mg içerikleri sırasıyla %1.420-2.877, %0.300-0.410, %0.323-0.457 ve %0.120-0.300 arasında değişmiş ve tüm hasat dönemlerinden elde edilen mineral madde içerikleri hayvanların günlük rasyonlarında bulunması gereken en alt düzeylerin üzerinde olmuştur. Silajların sekonder metabolit içerikleri hasat zamanının ilerlemesi ile artış göstermiştir. Buna göre çalışmada silajların KT, TFN, TFL ve DPPH içerikleri sırasıyla %0.210-0.430, 62.287-101.687 mg GA/g, 1.940-5.147 mg QE/g ve % 31.793-50.373 arasında değişmiştir. Sonuç olarak; silaj verimi ve kalitesi bakımından, Bilecik ekolojik koşullarında; Simpatico mısır çeşidinin süt olum başlangıcından sonra 21-27. günlerde hasat edilmesinin uygun olacağı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Mısır, Silaj Verimi, Silaj Kalitesi, Hasat Zamanı.

ABSTRACT

This study aimed to determine the yield and quality of silages made from maize harvested at different maturation periods. The silage maize variety of Simpatico was used as the plant material. The study was conducted under Bilecik ecological conditions during the 2023 vegetation period according to the Randomized Complete Block Design. Harvesting began at the onset of the milk stage and continued at 3-day intervals, evaluating a total of 12 different harvest times. Harvested plants were chopped to a particle size of 2-3 cm, placed in 2 kg vacuum silage bags, and left for fermentation at 25 ± 2 °C for 45 days after vacuuming the air. Silage yield, pH, dry matter ratio (DM), organic acids (lactic, acetic, and butyric acid), crude protein ratio (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), nutrient elements (K, P, Ca, and Mg), condensed tannin (CT), total flavonoid (TF), total phenolic (TP), and radical scavenging activity (DPPH) contents were determined in the silages opened after completing the fermentation period. In the study, silage yield varied between 4.90 and 7.00 t da⁻¹. The highest Flieg score was obtained from silages harvested on days 21-33 and ranged between 113.26 and 118.94. The highest lactic acid content in silages was obtained from plants harvested on the 21st day, with a value of 7.17%. The crude protein ratio ranged between 9.46% and 14.49%. Among macro-nutrients, K, P, Ca, and Mg contents varied between 1.420-2.877%, 0.300-0.410%, 0.323-0.457%, and 0.120-0.300%, respectively; and the mineral contents obtained from all harvest periods were above the minimum levels required in the daily rations of animals. Secondary metabolite contents of the silages increased with the progression of harvest time. Accordingly, the CT, TP, TF, and DPPH contents of the silages varied between 0.210-0.430%, 62.287-101.687 mg GA g⁻¹, 1.940-5.147 mg QE g⁻¹, and 31.793-50.373%, respectively. As a result, it was determined that harvesting the Simpatico maize variety 21-27 days after the onset of the milk stage would be appropriate in terms of silage yield and quality under Bilecik ecological conditions.

Keywords: Corn, Silage Yield, Silage Quality, Harvest Time.

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTARCT.....	iii
TABLolar LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR İNCELEMESİ.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
3.1 Materyal	6
3.1.1. Deneme yerinin toprak özellikleri.....	6
3.1.2. Deneme yerinin iklim özellikleri	7
3.2.Yöntem	7
3.2.1. Denemede yapılan ölçüm ve analizler.....	9
3.2.1.1 Silaj verimi (t/da)	9
3.2.1.2. Kuru madde oranı (%) ve pH	9
3.2.1.3. Organik asitler (laktik, asetik, bütirik,) içeriği (%)	9
3.2.1.4. Ham protein oranı (HPO), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), besin madde analizi (%) ve nispi yem değeri (NYD)	9
3.2.1.5. Kondanse tanen içeriği (%)	10
3.2.1.6.Toplam flavonoid içeriği (mg QE/g)	10
3.2.1.7.Toplam fenolik içeriği (mg GAE/g).....	10
3.2.1.8. Radikal kovucu aktivite içeriği (DPPH, %)	11
3.2.2. Verilerin değerlendirilmesi.....	11
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	12
4.1. Silaj Verimi ve Bazı Kalite Parametreleri	12

4.2. Organik Asit İçerikleri.....	13
4.3. Ham Protein Oranı, Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif Oranı, Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif Oranı ve Nispi Yem Değeri	14
4.4. Silajların Mineral Madde İçerikleri	15
4.5. Silajların SekonderMetabolit İçerikleri	17
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	19
KAYNAKÇA	20

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	5
Tablo 3.2. Bilecik ili uzun yıllar ile deneme yıllarına ait iklim 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 içerikleri	14
Tablo 4.4. Silajların bazı kalite özellikleri	15
Tablo 4.5. Silajların sekonder metabolit içerikleri	17

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

%: Yüzde

AA: Asetik Asit

ADF: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif

NDF: Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif

NYD: Nispi Yem Değeri

BA: Bütirik asit

Ca: Kalsiyum

Cm: Santimetre

Da: Dekar

DPPH: Radikal Kovucu Aktivite

G: Gram

Ha: Hektar

HP: Ham Protein Oranı

K: Potasyum

Kg: Kilogram

KT: Kondanse Tanen

LA: Laktik Asit

M: Metre

Mg: Magnezyum

N: Azot

P: Fosfor

QE: Quercetin

GA: Gallik Asit

TFL: Toplam Flavonoid

TFN: Toplam Fenolik

1. GİRİŞ

Türkiye'de toplam hayvan varlığı yeterli olmasına rağmen, hayvanlardan elde edilen ürünlerin verim ve kalitesi arzu edilen seviyelerde değildir. Bu durumun temel nedenlerinden biri, hayvanların yeterli düzeyde kaliteli kaba yemle beslenememesidir. Türkiye’de yem bitkileri ekiliş alanı 2.75 milyon hektar olup, bu değer toplam tarım alanının yaklaşık %14’dür. Sürdürülebilir bir tarım sistemi için bu oran oldukça yetersizdir. Nitekim mevcut hayvan varlığımızın yıllık yeşil ot olarak kaba yem gereksinimi 351.3 milyon ton iken, yem bitkileri tarımı ile çayır-mera alanlarından üretilen ot miktarı ise 116.2 milyon ton dur. Bu değer ihtiyacın ancak %33’ünü karşılamaktadır (Acar vd., 2025). Bu durum ülkemizde hayvanların yeterli ve kaliteli kaba yem ile beslenememesinden kaynaklı (Alçıçek vd., 2010) verim ve kalitelerinin düşmesine neden olmaktadır. Nitekim Türkiye’de ortalama karkas ağırlığı 170 kg iken, Avrupa ülkelerinde bu rakam 270 kg’dır (Yaylak ve Alçıçek, 2003).

Yemin kalitesi, hayvanların verim düzeyi, yemden yararlanma ve dolayısıyla işletme kârlılığı üzerinde doğrudan etkilidir. Yem kalitesi; yemin enerji ve besin maddesi içeriği, protein düzeyi ve kalitesi, sindirilebilirlik oranı, lif miktarı ile mineral ve vitamin bileşimi gibi çok sayıda özelliği içermektedir. Yemin besleyici değeri genellikle toplam sindirilebilir besin maddesi ve ham protein içeriği temel alınarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte yem kalitesi, yalnızca besin bileşimi ile sınırlı olmayıp, yemin hayvanlar tarafından tüketilebilirliği ve alım düzeyini de içermektedir. Yem bitkilerinin kalitesi; süt verimi, canlı ağırlık artışı ve hayvan performansı gibi ölçütler dikkate alınarak belirlenmekte olup, hayvanların performansları yemin tüketimi ve alım düzeyine bağlı olarak değişmektedir (Budak ve Budak, 2014)

Mısır, farklı kullanım alanlarına sahip olmakla birlikte, son yıllarda silaj üretiminde yaygın olarak değerlendirilmeye başlanmış ve buna bağlı olarak ekim alanlarında önemli bir artış meydana gelmiştir. Birim alandan elde edilen yüksek kuru madde verimi, yüksek enerji içeriği, silolanmaya uygun kimyasal yapısı, mekanizasyona elverişliliği ve hayvanlar tarafından iştahla tüketilmesi gibi üstün özellikleri, mısırı ön plana çıkarmaktadır (Geren, 2002). Özellikle süt ve besi sığırcılığında, mısır silajı rasyonlarının hem enerji ihtiyacını karşılamakta hem de fiziksel yapısıyla rumen sağlığını desteklemektedir. Bu özellikleri nedeniyle mısır, silaj üretiminde önemli bir role sahiptir (Karadeniz, 2019).

Silajlık mısır 500 bin ha alan ile yoncadan sonra en fazla tarımı yapılan yem bitkisidir. Silajlık mısırın toplam üretilen ürün miktarı ise 27 milyon tondur. (Anonim, 2025). Ortalama verim ise 54 ton/ha' dır.

Silajlık mısırın hasat zamanını belirleyen en önemli kriter kuru madde oranıdır. Nitekim bitkinin kuru madde oranını hem verim hem de fermantasyon kalitesi üzerinde doğrudan etkilidir (Coors ve Lauer, 2001; Ferreira ve Merten, 2010). Silajlık mısır için en uygun hasat zamanı kuru madde oranının %30-35 olduğu dönemdir. Bu aralık, pratikte danelerdeki süt çizgisinin yarından (1/2) üçte ikiye (2/3) kadar ilerlediği döneme (hamur olum) tekabül eder (Acar vd., 2015). Kuru madde oranının düşük olması; düşük nişasta birikimi nedeniyle enerji değerinin düşük olmasına, silodan sızıntı yoluyla besin maddesi kaybına ve istenmeyen Clostridial fermantasyon riskinin artmasına yol açar (Johnson vd., 2003). Diğer yandan, yüksek kuru madde ise; bitki lifinin sindirilebilirliği azalır, sertleşen danelerin işkembe tarafından sindirilmeden dışkıyla atılma riski artar (Bal vd., 1997), bitkinin etkin bir şekilde sıkıştırılması zorlaşır ve aerobik bozulmaya neden olan maya ve küf faaliyetleri için uygun bir ortam oluşur (Öztürk, 2021). Diğer taraftan mısırın kuru madde içeriğinin %30-35 arasında olduğu dönemde bitkinin ham protein içeriği azalmakta, bu da, silajın kalitesini düşürmektedir. Dolayısıyla, silaj zamanının belirlenmesi sırasında optimum kuru madde ve ham protein içeriğinin yakalanması, silaj kalitesi ile hayvansal ürünlerin verim ve kalitesi açısından önem teşkil etmektedir. Buna göre söz konusu çalışmada, silajlık mısırın farklı hasat dönemlerinde yapılan silajların verim ve kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Mısır (*Zea mays* L.) buğdaygiller familyasında (*Poaceae*) yer almaktadır. Cinsin tek tarımı yapılan türü olan *Zea mays* L. binlerce yıl önce anavatanı olan Mesoamerika'da (özellikle günümüz Meksika'sı) yabani atası teosinteden evrimleşmiştir (Doebly, 2004). Mısırın genetik çeşitliliği ve kökeni, bu bölgedeki kadim tarım pratiklerine dayanmaktadır (Matsuoka vd., 2002).

Farklı kayıtlar mısır bitkisinin 15. yüzyılın sonlarından itibaren Amerika kıtasından dünyaya yayıldığını göstermektedir. İspanya ve Portekiz aracılığıyla Avrupa'ya, ardından Afrika ve Asya'ya ulaşarak küresel bir tarım ürünü haline gelmiştir (Crosby, 1972).

Mısır bitkisi Avrupa'nın büyük bir bölümünde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Türkiye'de ise tarımı en çok yapılan bitkilerden biridir. Mısır Türkiye'de daha çok Akdeniz (Çukurova), Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde yoğun olarak yetiştirilmektedir (Keskin ve Akdeniz, 2011).

Mısır, insan beslenmesinde geleneksel kullanımı yanında, son yıllarda hayvan beslenmesi alanında yeşil ot, tane ve silaj yem amaçlı yetiştiriciliği ile büyük bir öneme sahip olmuştur ve bu önemi de günden güne artarak devam etmektedir (Yıldız vd., 2017).

Mısır silajının içermiş olduğu nişasta miktarının yüksek olması, yemin kullanılabilirliğini artırırken, yem maliyetini düşürmekte ve hayvan performansını da arttırmaktadır (Keleş ve Çıbık, 2015).

Hem insan hem de hayvan beslenmesinde temel bir enerji kaynağı olan mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin üretimi dünyada ve Türkiye'de oldukça yaygındır. Ülkemizde üretimin önemli bir kısmı hayvan beslenmesinde, özellikle de silaj olarak kullanılmaktadır. Bitkinin avantajları arasında birim alandan yüksek verim potansiyeli, yüksek enerji içeriği ve silaj yapımına uygun olması yer almaktadır. (Fink-Gremmels, 2008).

Yıldırım ve Çelik (2021) mısır bitkisinin silajının pH'sını 3.85-4.10, kuru madde oranının %32.50-36.80, ADF oranının %24.70-28.90, NDF oranının %42.10-48.60, ham protein oranının %8.15-8.80 ve laktik asit içeriğinin %4.12-5.98 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada silajların ortalama Flieg puanı 98.0 olmuştur.

Aksoy vd., (2023) mısır bitkisinin silaj verimini 7.1 t/da olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı çalışmada silajların pH'sının 3.92, kuru madde oranının %34.60, Flieg puanının 95.20, laktik asit içeriğinin %5.75, asetik asit içeriğinin %1.45, ham protein oranının

%8.65, ADF oranının %26.10, NDF oranının %45.80, K içeriğinin %1.25, P içeriğinin %0.24, Ca içeriğinin %0.30 ve Mg içeriğinin %0.16 olduğunu bildirmişlerdir.

Mısır bitkisinin silaj verimini ortalama 6.8 t/da olarak belirlerken, silajların laktik asit içeriğinin %4.52, ham protein içeriğinin %8.45, K içeriğinin %1.20, P içeriğinin %0.22, Ca içeriğinin %0.28 ve Mg içeriğinin %0.15 olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada mısır silajının Flieg puanı 85.50 olmuş ve silaj kalite sınıfı ise çok iyi olarak tespit edilmiştir (Demir vd., 2018).

Kayal vd., (2010) Tekirdağ ana ürün koşullarında 5 silajlık mısır çeşidi ile gerçekleştirdikleri bir çalışmada birinci ürün koşullarında kuru madde oranının yaklaşık %27-32 aralığında değişmiştir. ADF değeri birinci üründe 24.10 ile 28.56 aralığında değişirken NDF değeri ise 41.37 ile 54.84 aralığında değiştiği tespit edilmiştir.

Yem bitkilerinin besin değeri, sadece organik bileşenlerle değil, aynı zamanda hayvanların yaşamsal fonksiyonları için zorunlu olan mineral madde içeriğiyle de belirlenir. Potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) gibi makro mineraller, iskelet sisteminin oluşumu, sinir iletimi, enzim aktivasyonu, enerji metabolizması ve ozmotik denge gibi sayısız fizyolojik olayda kilit rol oynar. Hayvanların bu mineralleri yeterli ve dengeli bir şekilde alamaması, büyümede gerileme, süt ve et veriminde düşüş, üreme problemleri ve çeşitli metabolik hastalıklara yol açabilir. Bu nedenle, kaba yemlerin mineral içeriğinin bilinmesi, rasyonların doğru bir şekilde dengelenmesi için zorunludur. Bitkinin mineral içeriği; tür, vejetasyon dönemi, gübreleme ve toprak yapısı gibi faktörlerden etkilenir. Özellikle hasat zamanının ilerlemesi, bitkideki kuru madde artışına bağlı olarak bazı minerallerin konsantrasyonunda düşümlere neden olabilir. Aksoy vd., (2023) mısır silajında K, P, Ca ve Mg içeriklerini sırasıyla %1.25, %0.24, %0.30 ve %0.16 olarak bildirmişlerdir.

Mısır silajı kalitesini etkileyen en önemli faktör hasat zamanıdır. Hasat zamanı, bitkinin kuru madde (KM) oranını belirler ve bu oran, hem verim hem de fermantasyon kalitesi üzerinde doğrudan etkilidir (Ferreira ve Merten, 2010).

Silo materyalinin kuru madde içeriği %30-35 ve kolay çözünen karbonhidrat içeriğinin ise %2.5 ve daha fazla olması gerekmektedir. Dolayısıyla silaj yapımında uygun hasat zamanı önem ihtiva etmektedir. Kuru madde oranının düşük olması; düşük nişasta birikimi nedeniyle enerji değerinin düşük olmasına, silodan sızıntı yoluyla besin maddesi kaybına ve istenmeyen Clostridial fermantasyon riskinin artmasına yol açar (Johnson vd., 2003). Diğer yandan, yüksek kuru madde ise; bitki lifinin sindirilebilirliği azalır, sertleşen danelerin işkembe tarafından

sindirilmeden dışkıyla atılma riski artar (Bal vd., 1997), bitkinin etkin bir şekilde sıkıştırılması zorlaşır ve aerobik bozulmaya neden olan maya ve küf faaliyetleri için uygun bir ortam oluşur (Öztürk, 2021).

Çağır (2020) yedi adet mısır çeşidinin (Everest, Aga, Kilowatt, Burak, Samada 07, P30B74 ve P31Y43) 3 farklı olum (%50 dölleme zamanı, süt olum döneminin sonu ve kuru madde oranının %34-36 olduğu sert hamur olum) döneminde hasat etmiştir. Çalışmanın sonucunda en yüksek kuru madde miktarı (357,33 g) ile en yüksek kuru madde oranını (%34) üçüncü hasat zamanı olan kuru madde oranının %34-36 olduğu sert hamur olum döneminde belirlemiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma Bilecik ili Pazaryeri ilçesinde 2023 yılın vejetasyon döneminde yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak silajlık mısır çeşidi Simpatico (KWS Türk Tarım ve Ticaret A.Ş.) kullanılmıştır. Simpatico FAO 400 grubunda yer alan erkenci bir silajlık mısır çeşididir. Bitki uzun boylu ve güçlü kök yapısına sahiptir. Simpatico çeşidi yüksek koçan/bitki oranı sayesinde iyi derecede silaj kalitesine sahiptir. Silaj verimi bölgelere göre değişmekle beraber ortalama 7 ton/da 'dır (Güneş, 2017).

Coğrafi konumu itibarıyla Marmara Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi arasında bir geçiş alanında yer almakta olup, bu durum iklim özelliklerine de yansımaktadır. Yazlar genellikle ılık ve kurak, kışlar ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Kış aylarında zaman zaman kar yağışları görülmekte, özellikle yüksek kesimlerde düşük sıcaklıklar etkili olmaktadır. Yağışlar yıl içerisinde düzensiz dağılmakla birlikte, en fazla yağış ilkbahar ve kış aylarında gerçekleşmektedir. Yaz aylarında yağış miktarı azalmakta, bu durum tarımsal üretimde sulamanın önemini artırmaktadır. Pazaryeri ilçesinin iklim özellikleri, tarımsal faaliyetlerin çeşitliliği ve verimliliği üzerinde belirleyici bir role sahiptir. Özellikle yem bitkileri tarımı ve hayvancılık faaliyetleri, ilçenin iklim koşullarına uyum sağlayacak şekilde şekillenmiştir.

3.1.1. Deneme yerinin toprak özellikleri

Deneme alanının toprak özelliklerine bakıldığında, toprağın pH'sı 7.76, kireç içeriği %7.65, fosfor içeriği 45.2 kg/da, potasyum içeriği 160.0 kg/da ve organik madde içeriği %1.33 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Özellikleri	Değeri	Derecesi
Strüktür	58.30	Killi-tınlı
pH	7.76	Hafif alkali
Kireç (CaCO ₃ , %)	7.65	Orta derece
Organik Madde (%)	1.33	Düşük
Fosfor (P ₂ O ₅ , kg/da)	1.99	Çok az
Potasyum (K ₂ O kg/da)	160	Orta

3.1.2. Deneme yerinin iklim özellikleri

Çalışmanın yürütüldüğü alanın uzun yıllar ile 2023 yıllarına ait sıcaklık ve yağış miktarları Tablo 3.2’de verilmiştir. Uzun yıllar sıcaklık ortalaması 18.2 °C iken 2023 yılı 19.1 °C olarak tespit edilmiştir. İlin uzun yıllar toplam yağış miktarı 95.94 mm iken 2023 yılı toplam yağış miktarı 63.2 mm olmuştur. (Tablo 3.2.).

Tablo 3.2. Bilecik ili uzun yıllar ile deneme yıllarına ait iklim verileri*

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)	
	Uzun yıllar**	2023	Uzun yıllar**	2023
Temmuz	21.1	21.9	13.43	24.4
Ağustos	21.4	23.0	18.86	2.0
Eylül	17.5	17.5	20.24	17.6
Ekim	12.8	14.0	43.41	19.2
Ort./Top.	18.2	19.1	95.94	63.2

*Bilecik Meteoroloji Müdürlüğü; **:2007-2024 arası.

3.2.Yöntem

Deneme, 30.06.2023 tarihinde Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Her parsel, 70 cm sıra arası ve 17 cm sıra üzeri mesafeye sahip olacak şekilde 4 sıradan oluşturulmuştur. Parsel uzunluğu 5 m olarak ayarlanmıştır. Ekim, pnömatik mibzer ile gerçekleştirilmiştir. Parseller arasında 1 m, bloklar arasında ise 2 m'lik mesafe bırakılmıştır.

Ekim ile birlikte dekara 8 kg P₂O₅ gelecek şekilde DAP gübresi ve yarısı ekimle diğer yarısı da bitkilerin 40-50 cm boyladıklarında, dekara toplam 10 kg N gelecek şekilde üre (%46 N) gübresi uygulanmıştır. Uygulanan azot miktarı hesaplanırken, denemenin başında verilen DAP gübresi dikkate alınmıştır. Vejetasyon süresince bitkilerin su ihtiyacını karşılamak amacıyla 10 gün aralıklarla damla sulama yapılmış, yabancı ot kontrolü ise el çapası ile sağlanmıştır. Hasat, bitkinin danelerinin süt olum döneminde başlanmış ve bu tarihten itibaren her 3 günde bir olmak üzere toplam 12 farklı zamanda yapılmıştır (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Silajlık mısırın hasat tarihleri

	Hasat zamanı	Kısaltması	Hasat tarihleri
1	Süt olum başlangıcı	SOB	04.09.2023
2	Süt olum başlangıcı + 3 gün sonra	SOB+3	07.09.2023
3	Süt olum başlangıcı + 6 gün sonra	SOB+6	10.09.2023
4	Süt olum başlangıcı + 9 gün sonra	SOB+9	13.09.2023
5	Süt olum başlangıcı + 12 gün sonra	SOB+12	16.09.2023
6	Süt olum başlangıcı + 15 gün sonra	SOB+15	19.09.2023
7	Süt olum başlangıcı + 18 gün sonra	SOB+18	22.09.2023
8	Süt olum başlangıcı + 21 gün sonra	SOB+21	25.09.2023
9	Süt olum başlangıcı + 24 gün sonra	SOB+24	28.09.2023
10	Süt olum başlangıcı + 27 gün sonra	SOB+27	01.10.2023
11	Süt olum başlangıcı + 30 gün sonra	SOB+30	04.10.2023
12	Süt olum başlangıcı + 33 gün sonra	SOB+33	07.10.2023

Hasat edilen bitkiler 2-3 cm boyutlarında parçalanarak 2 kg'lık özel vakumlu silaj poşetlerine doldurulmuş ve ağızları hava almayacak şekilde vakumlanarak kapatılmıştır. Silajlar, laboratuvar koşullarında 25 ± 2 °C sıcaklıkta ve 45 gün süreyle fermantasyona bırakılmıştır.



Şekil 3.1. Mısır koçanlarının hasat tarihlerine göre olgunluk durumu

3.2.1. Denemede yapılan ölçüm ve analizler

3.2.1.1. Silaj verimi (t/da)

Bitkiler hasat edildikten sonra parsel ağırlıkları belirlenmiştir. Hasat, silolama ve yemleme aşamalarındaki muhtemel kayıplar dikkate alınarak, yeşil ot veriminin %30 azaltılması ile silaj verimleri belirlenmiştir (Anonim, 2024).

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.

$$\text{Flieg Puanı} = 220 + (2 \times \% \text{Kuru Madde} - 15) - 40 \times \text{pH} \quad (\text{Kılıç, 1984: 3-327}). \quad \text{F.1}$$

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 asit (laktik, asetik, bütirik,) içeriği (%)

Fermantasyon dönemi sonrasında açılan silajlardan 20 g örnek alınarak üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve blender yardımı ile iyice karıştırılarak filtre kâğıdından süzülmüştür. 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 (Başaran vd., 2018).

3.2.1.4. Ham protein oranı (HPO), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), besin madde analizi (%) ve nispi yem değeri (NYD)

Silaj örnekleri 60 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutularak laboratuvarında 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüş 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. Belirlenen ADF ve NDF oranları kullanılarak aşağıdaki formül yardımı ile silajların Nispi Yem Değerleri (NYD) hesaplanmıştır (Rohweder vd., 1978).

$$\text{NYD} = (\% \text{SKM} \times \% \text{KMT}) / 1.29 \quad \text{F.2}$$

$$\text{SKM (Sindirilebilir kuru madde)} = (88.9 - (0.779 \times \% \text{ADF})) \quad \text{F.3}$$

$$\text{KMT (Kuru Madde Tüketimi)} = (120 / \text{NDF}) \quad \text{F.4}$$

NYD yem bitkilerinin pazar fiyatlarının belirlenmesi amacıyla belirlenmiş bir formül olup, 6 kalite sınıfına ayrılmaktadır. Buna göre yemin NYD değeri 151'den büyük ise yem başlangıç sınıfında, 125-151 arasında ise 1. sınıfta, 103-124 arasında ise 2. sınıfta, 87-102 arasında ise 3. sınıfta, 75-86 ise 4. sınıfta ve 75'den küçük olduğunda ise 5. sınıfta yer almaktadır (Rohweder vd., 1978).

3.2.1.5. Kondanse tanen içeriği (%)

Öğütülmüş 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). Kondanse tanen içeriği aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplanmıştır.

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

3.2.1.6. Toplam flavonoid içeriği (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).

3.2.1.7. Toplam fenolik içeriği (mg GAE/g)

Ekstraktların toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu Reaktifi (FCR) Singleton vd., (1999) 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 karbonat (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 suda 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 içeriği (DPPH, %)

Serbest radikal aktiviteleri bilinen bir radikal olan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikali kullanılarak belirlenmiştir (Gezer vd., 2006). DPPH radikali süpürücü aktivite tayini için 4 mg DPPH, 100 ml metanol içerisinde çözülerek derişim hazırlanmıştır. Ekstraklardan 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 spetrofotometre cihazında 517 nm'de absorbans değerinde okuma yapılmıştır. Standart olarak askorbik asit ve bütillenmiş hidroksitoluen (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.

$$\% \text{DPPH radikal süpürücü aktivitesi} = \frac{[A_{\text{kontrol}} - A_{\text{ekstrak}}]}{A_{\text{kontrol}}} \times 100. \quad \text{F.6}$$

3.2.2. Verilerin değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS 22.0 paket programı kullanılarak belirlenmiştir. 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 ve Bazı Kalite Parametreleri

Farklı hasat zamanlarında mısırın silaj verimi (SV), kuru madde oranı (KMO), pH ve Flieg puanları Tablo 4.1’de verilmiştir. Buna göre hasat tarihlerinin tüm özellikler üzerinde etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Tablo 4.1).

En düşük silaj verimi 4.90 t/da ile SOB zamanında elde edilmiştir. En yüksek silaj verimi ise 6.16-7.0 t/da arasında değişmiştir. Hasat tarihinin ilerlemesi ile silaj verimleri artmıştır. Bu durum bitkilerin gelişme dönemlerinin ilerlemesi ile kuru madde oranlarının artmasından kaynaklanmaktadır (Filya, 2001; Coors ve Lauer, 2001). Çağır (2020) farklı mısır çeşitlerinde en yüksek silaj verimini en geç hasat olgunluğu döneminde (Kuru madde oranının %34-36 olduğu sert hamur olum) elde etmiştir. Yine Aksoy vd. (2023) silajlık mısırdaki silaj veriminin ortalama 7.1 t/da olarak bulunduğunu belirtmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen veriler yukarıda adı geçen araştırmacıların bulgularıyla uyumluluk göstermektedir.

Silajların KMO ilk hasatta %25.32, son hasatta %37.77 olmuş ve düzenli bir artış göstermiştir. Bu durum vejetasyon süresinin ilerlemesi ile fotosentez ürünlerinin birikmesinin bir sonucudur. Diğer taraftan silajlık mısırdaki KMO %30-35 olması gerekmektedir. Yüksek KMO silajın sıkıştırılmasını güçleştirirken, düşük KMO ise silajın fermentasyonu sırasında fazla su açığa çıkmasına ve dolayısıyla da çok fazla besin elementi kaybına neden olur. Bu da silajın kalitesini bozmaktadır (Panyasak ve Tumwasorn, 2013). Çalışmada SOB+18 ile SOB+27 arasında hasat edilen silajların KMO değeri istenen seviyede olmuştur.

Silajların pH değerleri 3.91 ile 4.19 arasında değişmiş, en düşük pH değerleri ideal KMO'na sahip silajlarda gözlemlenmiştir. pH değeri, silajın fermentasyon sürecinde yeterli düzeyde ekşiyip ekşimediğini ortaya koyan önemli bir göstergedir. Bu nedenle kaliteli bir silajda pH 3.8–4.0 arasında olmalıdır (Kılıç, 1984). Çalışmada SOB+18 (3.99), SOB+21 (3.94), SOB+24 (3.91) ve SOB+27 (3.97) tarihlerinde elde edilen silajlarda istenen düzeyde olmuştur. Yıldırım vd. (2024) yaptıkları çalışmada mısır silajının pH'sını 3.84 olarak bulmuşlardır.

Flieg puanı, KMO ve pH ile hesaplanan ve silajın kalitesini ortaya koyan bir değerdir. En yüksek Flieg puanı süt olumu başlangıcından 21 gün sonra yapılan silajlardan elde edilmiştir. Flieg puanı sınıflandırılması 100-81: Çok iyi, 80-61: İyi, 60-41: Memnuniyet verici, 40-21: Orta, 20-0: Kötü sıralamasına göre yapılmaktadır (Comberg, 1974). Buna göre, silajlar çok iyi ve iyi kalite sınıfında yer almıştır. Diğer taraftan bazı silajların flieg puanları 100'ün

üzerinde olmuştur (Tablo 4.1). Bu durum silajların ideal pH ve kuru madde oranı içermesinden kaynaklanmaktadır (İptaş ve Avcıoğlu, 1995).

Tablo 4.1. Silajlık mısırın silaj verimi ile bazı kalite parametreleri

Hasat tarihi	SV (t/da)**	KMO (%)**	pH**	Flieg**
SOB	4.90d	25.32g	4.18a	88.44d
SOB+3	5.46cd	25.36g	4.13ab	90.52cd
SOB+6	6.02bc	27.32fg	4.17a	93.04cd
SOB+9	6.20abc	28.77ef	4.13ab	97.34c
SOB+12	6.16abc	29.44def	4.16a	97.68c
SOB+15	6.20abc	29.87de	4.19a	97.34c
SOB+18	6.27abc	31.75cd	3.99bc	109.10b
SOB+21	6.51ab	32.93c	3.94c	113.26ab
SOB+24	7.00a	33.61c	3.91c	115.82ab
SOB+27	7.00a	34.22bc	3.97c	114.64ab
SOB+30	6.72ab	36.10ab	4.05abc	115.20ab
SOB+33	6.48ab	37.77a	4.04abc	118.94a
Ortalama	6.24	31.04	4.07	104.28

** $p < 0.01$. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p < 0.05$), SV: silaj verimi; KMO: kuru madde oranı; HPO: ham protein oranı.

4.2. Organik Asit İçerikleri

Tablo 4.2’de farklı hasat zamanlarında mısırın laktik asit (LA), asetik asit (AA) ve bütirik asit (BA) içerikleri verilmiştir. Fermantasyon kalitesinin göstergesi olan organik asit içerikleri hasat zamanından önemli ölçüde etkilenmiştir. Buna göre, hasat tarihlerinin LA ve BA üzerinde etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. AA içeriği bakımından ise işlemler arasında fark olmamıştır (Tablo 4.2).

İstenen bir organik asit olan laktik asit içeriği en yüksek değere (%7.17) SOB+21 gününde ulaşmıştır. Bu dönem, KMO'nun ideal seviyelere (%32.93) yaklaştığı bir zamandır. İstenmeyen bir fermantasyon ürünü olan bütirik asit içeriği tüm silajlarda çok düşük seviyelerde kalmış olup, bu da hijyenik ve başarılı bir fermantasyonun gerçekleştiğini göstermektedir. Laktik asit, silaj fermantasyonunun başarısını belirleyen en önemli organik asittir. LA, silajın pH'sını hızla düşürerek kaliteyi bozan bakteri, maya ve mantar gibi istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini engellerken, aynı zamanda hayvanların süt verimini de olumlu yönde etkilemektedir (Demirci, 2009). Asetik asit ise belirli bir seviyeye kadar aerobik

bozulmayı önleyici etkisiyle faydalı olsa da, yüksek konsantrasyonları enerji kaybının bir göstergesidir. Alçıçek ve Özkan (1996), kaliteli bir silajda LA içeriğinin %2.0'nin üzerinde, AA içeriğinin ise %0.8'in altında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Çalışmadaki tüm silajların LA içeriği, Alçıçek ve Özkan (1996) tarafından bildirilen %2.0'lik kritik eşiğin oldukça üzerindedir. Asetik asit değerleri ise %0.8'lik üst sınırın oldukça altında kalmıştır. İstenmeyen bir fermantasyon ürünü olan bütirik asit (BA) içeriği ise tüm silajlarda çok düşük seviyelerde kalmıştır.

Tablo 4.2. Silajlık mısırın organik asit içerikleri

Hasat tarihi	LA (%)**	AA (%)	BA (%)**
SOB	2.34g	0.47	0.40ab
SOB+3	4.00def	0.35	0.31def
SOB+6	4.24cde	0.44	0.37bc
SOB+9	3.54ef	0.34	0.34cde
SOB+12	4.13def	0.50	0.36bcd
SOB+15	5.30bc	0.35	0.43a
SOB+18	5.27bc	0.44	0.29ef
SOB+21	7.17a	0.46	0.28f
SOB+24	5.45b	0.46	0.29ef
SOB+27	3.12fg	0.35	0.35bcd
SOB+30	3.36efg	0.30	0.40ab
SOB+33	4.69bcd	0.35	0.32cf
Ortalama	4.39	0.44	0.34

** $p < 0.01$. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p < 0.05$ LA: laktik asit; AA: asetik asit; BA: Bütirik asit)

4.3. Ham Protein Oranı, Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif Oranı, Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif Oranı ve Nispi Yem Değeri

Tablo 4.3'de farklı hasat zamanlarında silajların ham protein oranı (HPO), asit deterjanda çözünmeyen lif oranı (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif oranı (NDF) ve nispi yem değerleri (NYD) verilmiştir. Buna göre hasat tarihlerinin tüm işlemler üzerinde etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$) olmuştur (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Silajlık mısırın HPO, ADF, NDF ve NYD değerleri

Hasat tarihi	HPO (%)**	ADF (%)**	NDF (%)**	NYD**
SOB	14.49a	23.83f	36.45g	229.27a
SOB+3	12.94b	28.44e	39.05fg	211.66ab
SOB+6	12.91b	28.62e	39.98ef	207.01bc
SOB+9	12.57b	29.92de	42.65de	193.50bc
SOB+12	12.40b	29.98de	42.39def	194.70bc
SOB+15	12.44b	31.31cd	43.64d	189.02cd
SOB+18	11.38c	32.68bc	48.11c	171.44de
SOB+21	11.18c	32.49bc	49.03c	168.25e
SOB+24	10.78c	34.81ab	52.67b	156.70ef
SOB+27	10.91c	36.31a	52.39b	157.49ef
SOB+30	9.16d	35.24a	53.54b	154.04ef
SOB+33	9.46d	35.89a	56.98a	144.77f
Ortalama	11.72	31.63	51.41	181.49

** $p < 0.01$. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($p < 0.05$), HPO: ham protein oranı; ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif; NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif; NYD: Nispi yem değeri.

Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte ham protein oranı önemli düzeyde azalmıştır. En yüksek HPO %14.49 ile SOB döneminde ölçülürken, bitkinin olgunlaşması ve tanede nişasta birikiminin artmasıyla bu değer kademeli olarak düşerek, SOB+33 döneminde %9.46 seviyesine gerilemiştir. Farklı çalışmalarda silajlık mısırın HP içeriği %5.0 ile %9.5 arasında değişmiştir (Nursoy ve Deniz, 2003; Erol vd., 2009). Yemlerin sindirilebilirliği ile doğrudan ilişkili olan ADF ve NDF oranları, beklendiği gibi hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte artış göstermiştir. ADF oranı SOB döneminde %23.83, SOB+33 döneminde %35.89'a yükselmiş; NDF oranı ise aynı dönemde %36.45'ten %56.98'e çıkmıştır. Bitki olgunlaştıkça hücre duvarı yapısının sertleşmesi ve lignifikasyonun artması, bu lif oranlarındaki artışın temel nedenidir (Van Soest, 1994; Filya, 2001). Çalışmamızda elde edilen ADF (%23.83-%35.89) ve NDF (%36.45-%56.98) içerikleri, Kaya ve Polat (2010) tarafından bildirilen ADF (%24.10-%28.56) ve NDF (%41.37-%54.84) oranları ile paralellik göstermektedir.

En yüksek NYD (229.27) ilk hasatta elde edilirken, bu değer lif oranlarındaki artışa bağlı olarak son hasatta 144.77'ye kadar gerilemiştir. NYD' nin 151'in üzerinde olmasının en iyi kalite sınıfını ifade ettiği dikkate alındığında, çalışmada son hasat tarihi dışında kalan tüm işlemlerin en yüksek kalite sınıfında yer aldığı görülmektedir. Bu sonuç, erken ve orta dönemde

hasat edilen mısırın sindirilebilirlik ve kalite açısından üstünlüğünü, ancak geç dönemde hasat edildiğinde verim artsa bile yem kalitesinden ödün verildiğini net bir şekilde ortaya koymaktadır.

4.4. Silajların Mineral Madde İçerikleri

Bilecik ekolojik koşullarında yetiştirilen Simpatico mısır çeşidinin farklı hasat zamanlarına bağlı olarak makro besin elementi (K, P, Ca ve Mg) içeriklerinde meydana gelen değişimleri Tablo 4.4'te verilmiştir. Hasat zamanlarının silajların potasyum (K), fosfor (P) ve kalsiyum (Ca) içerikleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($p < 0.01$), magnezyum (Mg) içeriği üzerinde ise önemli ($p < 0.05$) düzeyde olmuştur.

Bitki dokularında oldukça hareketli bir element olan potasyum (K); enzim aktivasyonu, turgor basıncının sağlanması ve ozmotik regülasyon gibi hayati fizyolojik süreçlerde temel bir rol oynamaktadır (Marschner, 1995; Kacar ve Katkat, 2015). Çalışmada silajların K içeriği %1.420-2.877 arasında değişim göstermiştir. Vejetasyonun erken evreleri olan SOB, SOB+9 ve SOB+12 dönemlerinde K içeriği en yüksek seviyelerde (%2.70-2.88) seyrederken, bitkinin generatif döneme geçişi ve olgunlaşmasıyla birlikte belirgin bir düşüş eğilimine girmiş ve SOB+21 döneminde %1.420 seviyesine kadar gerilemiştir. Gelişme döneminin ilerlemesiyle birlikte biyokütlede meydana gelen artış, besin maddelerinde seyreltme etkisi yaratarak potasyum içeriğinin oransal olarak azalmasına neden olmaktadır (Akyıldız, 1986; Buxton, 1996). Hayvan besleme fizyolojisi açısından değerlendirildiğinde; potasyum, sinir iletimi ve asit-baz dengesi için kritiktir. Kidambi vd. (1989), kaba yemlerde K içeriğinin en az %0.8 olması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmamızda tüm hasat dönemlerinde elde edilen değerler ruminantların ihtiyaç duyduğu kritik sınırın oldukça üzerindedir.

Enerji metabolizması ve iskelet sistemi gelişimi için elzem olan fosfor (P) içeriği, hasat zamanına bağlı olarak %0.300 ile %0.410 arasında değişmiştir. Vejetasyonun ortalarına doğru (SOB+12) en yüksek seviyesine (%0.410) ulaşan fosfor, bitkinin yaşlanması ve hücre duvarı bileşenlerinin artmasıyla birlikte azalma eğilimine girmiştir. Vejetasyonun sonlarına doğru kök aktivitesinin azalmasına bağlı olarak topraktan fosfor alımının sınırlanması ve mevcut fosfor rezervlerinin vejetatif aksamdan generatif organlara geri taşınması, bu düşüşün temel nedenidir (Marschner, 2012; Bender vd., 2013). Mevcut çalışmadan elde edilen bulgular (%0.22-0.28), hayvanların günlük rasyonlarında bulunması gereken alt limit olan %0.21 (Kidambi vd., 1989) değerinin üzerinde olmuştur.

Süt sığırlarında süt verimi, kas kontraksiyonu ve kemik yapısı üzerinde doğrudan etkili olan kalsiyum (Ca) içeriği, hasat dönemlerine göre %0.323 ile %0.457 arasında değişim göstermiştir. Diğer minerallerin aksine Ca içeriğinde düzensiz bir değişim belirlenmiştir. En yüksek Ca içeriği SOB+6 döneminde (%0.457) tespit edilirken, en düşük değerler hasat başlangıcında kaydedilmiştir. Yozgatlı (2017), kaliteli bir kaba yemde Ca içeriğinin 0.18-0.44 arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Söz konusu araştırmacının sonuçları mevcut çalışmadan elde edilen bulguları desteklemektedir.

Magnezyum (Mg) içeriği %0.120-0.300 arasında değişmiştir. En yüksek Mg SOB+6 dönemde (%0.300) olmuştur. Mısır silajında Mg oranının %0.16-0.29 arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Öner vd., 2011). Elde edilen sonuçlar söz konusu çalışmayı destekler niteliktedir.

Tablo 4.4. Silajlık mısırın mineral madde içerikleri

Hasat tarihi	K (%)**	P (%)**	Ca (%)**	Mg (%)*
SOB	2.703a	0.330cd	0.323f	0.147bc
SOB+3	2.377b	0.357b	0.360e	0.150bc
SOB+6	1.617cde	0.310de	0.457a	0.300a
SOB+9	2.877a	0.407a	0.357e	0.120c
SOB+12	2.820a	0.410a	0.340ef	0.190bc
SOB+15	2.260a	0.347bc	0.400c	0.160bc
SOB+18	1.720cd	0.313de	0.393cd	0.167bc
SOB+21	1.420e	0.320de	0.413bc	0.180bc
SOB+24	1.623cde	0.313de	0.407bc	0.207abc
SOB+27	1.837c	0.323de	0.367de	0.207abc
SOB+30	1.453de	0.300e	0.437ab	0.180bc
SOB+33	1.650cde	0.303e	0.397cd	0.247ab
Ortalama	2.030	0.336	0.388	0.188

*: p<0.05; **: p<0.01. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur (p<0.05), K: Potasyum; P: Fosfor Ca: Kalsiyum; Mg: Magnezyum.

4.5. Silajların Sekonder Metabolit İçerikleri

Farklı hasat zamanlarında silajlık mısırdaki belirlenen kondanse tanen (KT), toplam fenolik (TFN), toplam flavonoid (TFL) ve DPPH radikal kovucu aktivite içerikleri Tablo 4.5’de verilmiştir. Buna göre tüm özellikler bakımından hasat tarihleri arasında çok önemli (p<0.01) farklılıklar olmuştur (Tablo 4.5).

Silajların kondanse tanen (KT) içeriği %0.210 ile %0.430 arasında değişim göstermiştir. En yüksek KT değeri en geç hasat dönemi olan SOB+33'te (%0.430) belirlenmiştir. Ruminant beslemesinde kondanse tanenler, hem olumlu hem de olumsuz etki gösterebilmektedir. KT oranının %2-3 aralığında olması, proteinlerin rumende aşırı yıkımını engelleyerek (bypass protein etkisi) ince bağırsaklarda emilimini artırmakta, şişmeyi (bloat) önlemekte ve bağırsak parazitlerine karşı koruyucu etki göstermektedir (Barry ve McNabb, 1999; Min vd., 2003). Ancak bu oranın %3'ün üzerine çıkması durumunda yem tüketimi ve sindirilebilirliğin azalmaktadır. Çalışmada elde edilen KT değerleri (%0.210-0.430), kritik sınırın altındadır.

Toplam fenolik (TFN) ve toplam flavonoid (TFL) ve DPPH radikal kovucu aktivite içerikleri bitkilerde strese karşı bir savunma mekanizması olarak görev yapmaktadır. Söz konusu bileşikler bitkilerde olgunlaşmanın sonlarına doğru (özellikle SOB+24, SOB+27 ve SOB+33 dönemlerinde) artış göstermiştir (Tablo 4.5). Geç hasat dönemlerinde artan bu bileşenler, ekolojik koşulların bir sonucu olmakla beraber, silajın oksidatif bozulmaya karşı stabilitesini artırırken, hayvan sağlığı üzerinde de antioksidan etki göstermektedir (Balasundram vd., 2006; Okatan vd., 2016). Yıldırım vd. (2024) silajlık mısırın KT, TFN, TFL ve DPPH içeriklerini sırasıyla %2.11, 61.38 mg QE/g, 8.69 mg GA/g ve %56.25 olarak tespit etmişlerdir.

Tablo 4.5. Silajlık mısırın sekonder madde içerikleri

Hasat tarihi	KT (%)**	TFN (mg GA/g)**	TFL (mg QE/g)**	DPPH (%)**
SOB	0.240cd	80.703c	3.320de	38.523d
SOB+3	0.257cd	67.440d	3.740cd	31.793h
SOB+6	0.330a-d	62.287d	2.550fg	33.170gh
SOB+9	0.210d	80.203c	1.940h	33.980fgh
SOB+12	0.250cd	84.430bc	2.953ef	32.113h
SOB+15	0.383ab	84.527bc	2.223gh	33.877fgh
SOB+18	0.407ab	84.793bc	2.497fgh	37.227de
SOB+21	0.320a-d	83.447c	4.187bc	35.003efg
SOB+24	0.333abc	97.597a	3.853cd	35.947ef
SOB+27	0.380ab	101.687a	4.720ab	41.753c
SOB+30	0.293bcd	89.937b	4.237bc	50.373a
SOB+33	0.430a	96.570a	5.147a	47.673b
Ortalama	0.319	84.468	3.447	37.619

** : p<0.01; öd: Önemli değil. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur (p<0.05). KT: Kondasne tanen; TFL: Toplam flavonoid; TFN: Toplam fenolik; DPPH: Radikal kovucu aktivite.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Bilecik ekolojik koşullarında 2023 yılı vejetasyon döneminde silajlık mısırın verim ve kalite özelliklerinin hasat zamanına bağlı değişimini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Araştırmada hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte silaj verimi artmıştır. En yüksek silaj verimi süt olum başlangıcından 9 gün sonrasındaki işlemlerden elde edilmiş ve 6.16-7.0 t/da arasında değişmiştir.

Çalışmada silaj kalitesi için kritik öneme sahip olan kuru madde oranı vejetasyonun ilerlemesiyle artarak %25.32 ile %37.77 arasında değişim göstermiştir. Kaliteli bir silaj için ideal kabul edilen %30-35 kuru madde aralığına, süt olum başlangıcından 18 gün sonra (SOB+18) ulaşılmış ve bu durum SOB+30 dönemine kadar korunmuştur.

Bitkinin olgunlaşmasıyla birlikte ham protein oranı düşmüştür. En yüksek ham protein oranı %14.49 ile en erken hasat dönemi olan SOB'da belirlenirken, en düşük ise SOB+33 döneminde (%9.46) belirlenmiştir.

Silajların ADF oranı %23.83-35.89, NDF oranı ise %36.45-56.98 arasında değişmiştir. Buna bağlı olarak hesaplanan Nispi Yem Değeri (NYD) erken dönemlerde en yüksek (229.27) olurken, hasadın ilerlemesi ile düşmüştür.

Fermentasyon kalitesinin en önemli göstergelerinden olan pH değeri, ideal kuru maddeye ulaşılan dönemlerde 3.91-3.99 arasında olmuştur.

En yüksek laktik asit içeriği %7.17 ile SOB+21 döneminde belirlenmiş olup, bütirik asit ve asetik asit tüm hasat zamanlarında kritik seviyenin altında olmuştur.

Makro besin elementleri K, P, Ca ve Mg içerikleri sırasıyla %1.42-2.88, %0.30-0.41, %0.32-0.46 ve %0.12-0.30 arasında değişmiş ve tüm hasat dönemlerinden elde edilen mineral madde içerikleri hayvanların günlük rasyonlarında bulunması gereken en alt düzeylerin üzerinde olmuştur.

Silajların sekonder metabolit içerikleri hasat zamanının ilerlemesi ile artış göstermiştir. Buna göre, çalışmada silajların KT, TFN, TFL ve DPPH içerikleri sırasıyla %0.210-0.430, 62.287-101.687 mg GA/g, 1.940-5.147 mg QE/g ve %31.793-50.373 arasında değişmiştir.

Sonuç olarak; silaj verimi ve kalitesi bakımından, Bilecik ekolojik koşullarında; Simpatico mısır çeşidinin, süt olum başlangıcından sonra 21-27. günlerde hasat edilmesinin uygun olacağı tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Acar, Z., Ayan, İ., Acar, E. B., & Mut, H.** (2015). Farklı olum dönemlerinde hasat edilen mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin silaj kalitelerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2), 154-162.
- Aksoy, H., Gülümser, E., & Başaran, U.** (2023). Effect of different nitrogen doses on silage yield and quality of maize (*Zeamays* L.). *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 38(3), 853-859.
- Akyıldız, A. R.** (1986). *Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Akyıldız, A. R.** (1986). *Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Alçıçek, A., & Özkan, K.** (1996). Silo yemlerinde destilasyon yöntemi ile süt asidi, asetik asit ve bütirik asit tayini. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2-3), 191-198.
- Anonim.** (2024). *Tüm yönleriyle silaj yapımı ve silajla besleme*. <http://www.zootekni.org.tr/upload/file/silaj%20el%20ktabi.pdf>.
- Anonim.** (2025). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Ankara.
- 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.
- Bal, M. A., Shaver, R. D., Jirovec, A. G., Shinnors, K. J., & Coors, J. G.** (1997). Crop processing and chop length of corn silage: effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 80(6), 1269-1279.
- Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S.** (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), 191-203.
- Barry, T. N., & McNabb, W. C.** (1999). The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*, 81(1), 263-272.
- Başaran, U., Acar, Z., & Kahraman, A.** (2018). *Yem Bitkilerinde Kalite Analiz Yöntemleri*. (Editörler: Acar Z, Başaran U), Gece Kitaplığı, Ankara.
- Bate-Smith, E. C.** (1975). Phytochemistry of Proanthocyanidins. *Phytochemistry*, 14(4), 1107-1113.
- Bender, R. R., Haegele, J. W., Ruffo, M. L., & Below, F. E.** (2013). Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern transgenic insect-protected maize hybrids. *Agronomy Journal*, 105(1), 161-170.
- Buxton, D. R.** (1996). Quality of forage crops. *Bioresource Technology*, 59(1), 1-20.
- Coors, J. G., & Lauer, J. G.** (2001). Silage corn. In A. R. Hallauer (Ed.), *Specialty Corns*, CRC Press.
- Crosby, A. W.** (1972). *The Columbian Exchange: Biological and Cultural Consequences of 1492*, Green wood Press.
- Çağır, F.** (2020). Farklı mısır çeşitlerinin silaj verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Demir, E., Gülümser, E., & Başaran, U.** (2018). Yem bezelyesi ve tritikale karışımlarında farklı karışım oranlarının silaj verimi ve kalitesine etkisi. *12. Tarla Bitkileri Kongresi*, Kahramanmaraş, Türkiye, Cilt 2, 1124-1128.
- Demirci, U.** (2009). Homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterileri ilavesi ile hazırlanan tritikale-macar fiği karışımı silajların konya merinosu dişi toklulardarumen

- parametreleri ve canlı ağırlık değişimi üzerine etkileri. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Doebly, J.** (2004). The genetics of maize evolution. *Annual Review of Genetics*, 38, 37-59.
- Erol, A., Kaplan, M., & Yılmaz, M.** (2009). Mısır hasılıının farklı vejetasyon dönemlerinde biçilmesinin silaj kalitesi ve besin madde içeriği üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 45-49.
- Ferreira, G., & Merten, W. G.** (2010). Chemical composition and in vitro dry matter digestibility of corn silage as affected by hybrid and harvest time. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(13), 1833-1838.
- Filya, İ.** (2001). Silajlık mısırdaki koçan oranının silaj fermantasyonu ve besin değeri üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 21-27.
- Fink-Gremmels, J.** (2008). The role of mycotoxins in the health and performance of dairy cows. *Veterinary Journal*, 176(1), 84-92.
- Geren, H.** (2002). Mısırdaki ekim sıklığı ve azot dozlarının tane verimi ve bazı tarımsal özelliklere etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(1), 9-16.
- Gezer, C., Yücecan, S., & Rakıcıoğlu, N.** (2006). The effect of heat treatment on antioxidant activity of some spices. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 5(1), 5-11.
- Gülümser, E., Mut, H., & Doğrusöz, M. Ç.** (2024). Bilecik koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(2), 102-110.
- Gürer, B.** (2010). Kaba yem üretimini artırma olanakları. *Hasat Hayvancılık Dergisi*, 6(303), 52-56.
- Hill, N. S.** (1993). Developmental morphology and quality of forage grasses. In R. F Barnes, D. A. Miller, & C. J. Nelson (Eds.), *Forages: The Science of Grass and Agriculture*, Iowa State University Press.
- İptaş, S., & Avcıoğlu, R.** (1995). Silajlık mısırdaki koçan oranının silaj kalitesine etkisi. *Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi*, Samsun, 61-65.
- Johnson, L. M., Harrison, J. H., Davidson, D., Mahanna, W. C., & Shinnors, K.** (2003). Corn silage management: effects of maturity, chop length, and mechanical processing on digestion and energy content. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 208-231.
- Kantarci, Z., Temel, S., & Geren, H.** (2016). Farklı olum dönemlerinde hasat edilen mısır (*zeamays* l.) çeşitlerinde silaj verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2), 29-37.
- Kaya, İ., & Polat, C.** (2010). Tekirdağ koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(3), 255-264.
- Keleş, G., & Çıbık, R.** (2015). Mısır silajının kalitesini etkileyen faktörler. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 115-126.
- Keskin, B., & Akdeniz, H.** (2011). Türkiye’de mısır tarımının gelişimi ve geleceği. *Doğu Anadolu Bölgesi 3. Organik Tarım Kongresi*, Erzurum, 45-56.
- Kidambi, S. P., Matches, A. G., & Griggs, T. C.** (1989). Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn and K/(Ca+Mg) ratio among 3 wheat grasses and sainfoin on the southern high plains. *Range Management*, 42, 316-322.
- Kılıç, A.** (1984). *Silo Yemi (Silaj) Yapımı ve Özellikleri*. Bilgehan Basımevi, İzmir.
- Marschner, P.** (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. (3rd Ed.). Academic Press.
- Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, M. M., Sanchez G., J., Buckler, E., & Doebley, J.** (2002). A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(9), 6080-6084.

- Min, B. R., Barry, T. N., Attwood, G. T., & McNabb, W. C.** (2003). The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: A Review. *Animal Feed Science and Technology*, 106(1-4), 3-19.
- NRC.** (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (7th rev. ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- Nursoy, H., & Deniz, S.** (2003). Mısır hasatının farklı vejetasyon dönemlerinde biçilmesinin silaj kalitesi ve besin madde içeriği üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(1), 79-82.
- Okatan, V., Polat, M., & Güçlü, S. F.** (2016). Bazı mısır genotiplerinin antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriklerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1-7.
- Öz, S., Çelik, A. D., & Alarşlan, E.** (2017). Süt sığırlarında asidozis ve korunma yolları. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 10(2), 127-133.
- Öztürk, H. H.** (2021). *Yemler ve Hayvan Besleme*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Rohweder, D. A., Barnes, R. F., & Jorgensen, N.** (1978). Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science*, 47(3), 747-759.
- 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. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Van Soest, P. J.** (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2nd ed.). Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Yıldırım, M., & Çelik, S.** (2021). Farklı mısır çeşitlerinin silaj kalite parametrelerinin belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(1), 415-422.
- Yıldırım, İ., Kardeş, Y. M., & Gülümser, E.** (2024). Silajlık mısıra farklı oranlarda ilave edilen şerbetçi otunun silaj kalitesine etkisi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(1), 221-228.
- Yıldız, S., Uzun, F., & Karşlı, M. A.** (2017). Silajlık mısır tarımında farklı bitki sıklıklarının verim ve kalite üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(1), 35-42.
- Yozgatlı, O.** (2017). *Yozgat ekolojik koşullarına uygun silajlık mısır (zea mays l.) çeşitlerinin belirlenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat.