



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**MORİNGA (*Moringa oleifera*) BİTKİSİNİN
FARKLI FORMLARININ BESİN MADDESİ
KOMPOZİSYONUNUN VE POTANSİYEL YEM
DEĞERİNİN BELİRLENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Foudehou ISSAKA IBRAHIMA

Zootekni Anabilim Dalı

İzmir
2020

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**MORİNGA (*Moringa oleifera*) BİTKİSİNİN
FARKLI FORMLARININ BESİN MADDESİ
KOMPOZİSYONUNUN VE POTANSİYEL YEM
DEĞERİNİN BELİRLENMESİ**

Foudehou ISSAKA İBRAHİMA

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Figen KIRKPINAR

Zootekni Anabilim Dalı
Yemler ve Hayvan Besleme Yüksek Lisans Programı

İzmir
2020

Foudehou ISSAKA IBRAHIMA tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan “Moringa (*Moringa oleifera*) Bitkisinin Farklı Formlarının Besin Maddesi Kompozisyonunun ve Potansiyel Yem Değerinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 20/07/2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Figen KIRKPINAR

.....

Raportör Üye : Prof. Dr. Zümrüt AÇIKGÖZ

.....

Üye : Prof. Dr. Mürsel ÖZDOĞAN

.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Moringa (*Moringa oleifera*) Bitkisinin Farklı Formlarının Besin Maddesi Kompozisyonunun ve Potansiyel Yem Değerinin Belirlenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

22/06/2020



Foudelou ISSAKA IBRAHIMA

ÖZET**MORİNGA (*Moringa oleifera*) BİTKİSİNİN FARKLI
FORMLARININ BESİN MADDESİ KOMPOZİSYONUNUN VE
POTANSİYEL YEM DEĞERİNİN BELİRLENMESİ**

ISSAKA İBRAHİMA, Foudelou

Yüksek Lisans Tezi, Zootekni Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Figen KIRKPINAR

Temmuz 2020, 55 sayfa

Bu tezin amacı alternatif protein kaynağı olarak önerilen moringa bitkisinin (*Moringa oleifera*) taze ve kuru otu (yaprak, sap, yaprak+sap) ile tohumunun besin maddesi kompozisyonunun ve potansiyel yem değerinin belirlenmesidir. Bu amaçla, moringa ilk çiçeklenme döneminden itibaren birer ay aralıkla 3 defa biçilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre moringa yaprağında ortalama olarak (%) taze halde kuru madde (TH_KM) 17.98 ile 30.92, KM'de organik madde (OM) 89.38 ile 89.70, kam kül (HK) 10.30 ile 10.62, ham protein (HP) 22.96 ile 39.30, ham yağ (HY) 4.86 ile 5.79, ham selüloz (HS) 5.68 ile 8.83, nitrojensiz öz maddeler (NÖM) 38.93 ile 51.96, nişasta 1.18 ile 2.16, şeker 12.34 ile 19.55 arasında, nötr deterjan lifi (NDF) 12.25 ile 16.46, asit deterjan lifi (ADF) 10.00 ile 11.80, asit deterjan lignin (ADL) 2.56 ile 5.03, hemiselüloz 0.45 ile 6.45 ve selüloz 6.76 ile 7.88 arasında değişmiştir. Bitkinin bu kısmı nispi yem değeri (NYD) dikkate alındığında en iyi kalite ($458 < NYD < 606$) sınıfında yer almaktadır. Ruminant hayvanlar için metabolik enerji (ME_R) 2859.53 ile 3077.42 kcal/kg KM, kanatlı hayvanlar için metabolik enerji (ME_K) ise 1880.98 ile 2344.65 kcal/kg KM arasında değişmiştir. KM'de OM ve HK hariç incelenen parametrelerde biçimler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır ($P < 0.05$).

Moringa sapında ortalama olarak (%) TH_KM 18.26 ile 26.14, KM'de OM 89.70 ile 90.50, HK 9.50 ile 10.30, HP 9.76 ile 13.28, HY 1.79 ile 2.11, HS 32.71 ile 35.98, NÖM 38.82 ile 43.49, nişasta 1.78, şeker 7.45 ile 12.43 arasında, NDF 47.71 ile 53.10, ADF 39.62 ile 43.97, ADL 7.06 ile 8.16, hemiselüloz 8.10 ile

10.68 ve selüloz 32.56 ile 35.81 arasında değişmiştir. Bitkinin bu kısmı 2. ve 3. kalite NYD ($96 < \text{NYD} < 113$) sınıflarında olup ME_R 1626.14 ile 1729.90 kcal/kg KM, ME_K ise 740.92 ile 996.65 kcal/kg KM arasında değişmiştir. Saptaki incelenen tüm parametrelerde biçimler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır ($P < 0.05$).

Moringa bitkisinin bütününde (yaprak + sap) ortalama olarak (%) TH_KM 22.98 ile 24.30, KM'de OM 89.67 ile 90.24, HK 9.76 ile 10.33, HP 17.28 ile 32.39, HY 3.40 ile 4.82, HS 14.16 ile 23.46, NÖM 38.58 ile 47.19, nişasta 1.77 ile 1.78, şeker 11.22 ile 19.32, NDF 22.23 ile 34.74, ADF 18.29 ile 27.36, ADL 3.54 ile 4.87, hemiselüloz 3.95 ile 7.38 ve selüloz 14.25 ile 22.49 arasında değişmiştir. Bu yem grubu en iyi kalite NYD ($180 < \text{NYD} < 312$) sınıfında olup ME_R 2192.86 ile 2678.12 Kcal/kg KM, ME_K ise 1424.47 ile 1959.85 kcal/kg KM arasında değişmiştir. İncelenen parametrelerde biçimler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır ($P < 0.05$).

Moringa tohumunda ham besin madde içeriği ise ortalama olarak (%) KM 92.91 ve KM'de OM 96.16, HK 3.84, HP 36.26, HY 31.83, HS 20.93, NÖM 7.15, NDF 37.67, ADF 34.83, ADL 25.30, hemiselüloz 2.84 ve selüloz 9.53 bulunmuştur. Bitkinin bu kısmı NYD bakımından en iyi kalite ve 1. kalite ($147 < \text{NYD} < 156$) sınıfları arasında olup ME_R 3574.26 Kcal/kg KM, ME_K ise 4101.34 kcal/kg KM olarak saptanmıştır.

Sonuç olarak, moringanın besin maddeleri içeriği ve yem değeri dikkate alındığında alternatif bir kaba yem kaynağı olarak önerilebileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar sözcükler: *Moringa oleifera*, besin maddesi kompozisyonu, yem değeri, çiftlik hayvanları

ABSTRACT**DETERMINATION OF NUTRITIVE COMPOSITION AND
POTENTIAL FEED VALUE OF DIFFERENT FORMS OF
MORINGA (*Moringa oleifera*)**

ISSAKA IBRAHIMA, Foudelou

M.Sc. in Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Figen KIRKPINAR

July 2020, 55 pages

The aim of this thesis is to determine the nutrient composition and potential feed value of fresh and dry grass [leaf, stalk, whole plant (leaf + stalk)] and seed of moringa (*Moringa oleifera*) proposed as an alternative protein source. For this purpose, moringa harvested in the first flowering period, 3 times with one-month interval.

Results show that in the moringa leaf, dry matter in fresh material (DM_{FM}) (%) ranged between 17.98-30.92; in the DM, organic matter (OM) ranged between 89.38-89.70, 10.62-10.30 for ash, 22.96-39.30 for crude protein (CP), 4.86 to 5.79 for ether extract (EE), 5.68-8.83 for crude fiber (CF), 38.93-51.96 for nitrogen free extract (NFE), 1.18-2.16 for starch, 12.34-19.55 for sugar, 12.25-16.46 for neutral detergent fiber (NDF), 10.00-11.80 for acid detergent fiber (ADF), 2.56-5.03 for acid detergent lignin (ADL), 0.45-6.45 for hemicellulose and 6.76-7.88 for cellulose. As feed value this part is in the prime class (458<RFV<606) and contained 2859.53-3077.42 kcal/kg DM as metabolic energy for ruminant (ME_R) and 1880.98-2344.65 kcal/kg DM as metabolic energy for poultry (ME_P). Except for OM and ash, in all these parameters there were significant differences among harvests (P<0.05).

On average in the stalk DM_{FM} (%) ranged between 18.26-26.14; in the DM, OM ranged between 89.70-90.50, 9.50-10.30 for ash, 9.76-13.28 for CP, 1.79-2.11 for EE, 32.71-35.98 for CF, 38.82-43.49 for NFE, 1.78 for starch, 7.45-12.43 for sugar, 47.71-53.10 for NDF, 39.62-43.97 for ADF, 7.06-8.16 for ADL, 8.10-10.68 for hemicellulose and 32.56-35.81 for cellulose. This part of the plant

is in the 2nd and 3rd quality classes ($96 < \text{RFV} < 113$) and contained 1626.14-1729.90 kcal/kg DM as ME_R and 740.92-996.65 kcal/kg DM as ME_P . There were significant differences among harvests in all these parameters ($P < 0.05$).

On the whole (leaf + stalk) moringa plant on average DM_{FM} (%) ranged between 22.98-24.30; in the DM, OM ranged from 89.67-90.24, 9.76-10.33 for ash, 17.28-32.39 for CP, 3.40-4.82 for EE, 14.16-23.46 for CF, 38.58-47.19 for NFE, 1.77-1.78 for starch, 11.22-19.32 for sugar, 22.23-34.74 for NDF, 18.29-27.36 for ADF, 3.54-4.87 for ADL, 3.95-7.38 for hemicellulose and 14.25-22.49 for cellulose. This feed group is in the prime class ($180 < \text{RFV} < 312$) and contained 2192.86-2678.12 kcal/kg DM as ME_R and 1424.47-1959.85 kcal/kg DM as ME_P . Significant differences were detected between the harvests in these parameters ($P < 0.05$).

On average moringa seed contained (%) 96.62 for DM; in DM 96.16 OM, 3.84 for CF, 36.26 for CP, 31.83 for EE, 20.93 for CF, 7.15 for NFE, 1.12 for starch, 4.43 for sugar, 37.67 for NDF, 34.83 for ADF, 25.30 for ADL, 2.84 for hemicellulose, 9.53 for cellulose. This part of the plant is between prime and 1st quality classes ($147 < \text{RFV} < 156$) and contained 3574.26 kcal/kg DM as ME_R and 4101.34 kcal/kg DM as ME_P .

As a result, it is concluded that moringa can be recommended as an alternative source of forages considering nutrient content and feed value.

Keywords: *Moringa oleifera*, nutrient composition, feed value, livestock

ÖNSÖZ

Son zamanlarda yem katkı maddelerinde yasal kısıtlamalar, insan ve hayvan arasında gıda rekabeti gibi konular nedeniyle hayvan beslemede alternatif yem kaynaklarının aranması güncel hale gelmiştir. Sürdürülebilir bir hayvancılık için, hammaddeler arasında en pahalı olan protein kaynaklarına özen gösterilmektedir. Bu çalışmada tüm çiftlik hayvanları için alternatif protein kaynağı olarak önerilen moringa bitkisinin yem değeri incelenmiştir.

Türkiye’de "mucize ağacı" olarak tanınan *Moringa oleifera* Hindistan kökenli bir bitki olup tropikal ve tropikal iklim özelliklerine benzeyen bölgelerde yetişmektedir. Gıda ve geleneksel tıpta çok eskiden bilinen bir ağaç olmasına rağmen bilimsel alanda ancak son zamanlarda incelenmeye başlanmıştır. Farklı kısımları (yaprak, kök, tohum, ağaç kabuğu, meyve ve çiçekler) geleneksel tıpta ve gittikçe modern tıpta çok amaçlı olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda, özellikle 2018’den bu yana sözü edilen bitki ile ilgili dünya çapında farklı alanlarda çok sayıda bilimsel çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar bitkinin çeşitli rahatsızlıklara karşı faydalı olduğunu ortaya koyan iddialarının çoğunu doğrulamıştır. Ancak tüm bu çalışmalar, Asya, Afrika veya Madagaskar’da yetişen moringa çeşitlerine odaklanmıştır. Oysa yetiştirme koşullarının bitki içeriğini etkilediği bilinmektedir.

Moringa, tropikal bir bitki olduğu için belli bir sıcaklık ve güneş ışığına ihtiyaç duymaktadır. Literatürde, çok değişik toprak, iklim ve üretim desenlerine sahip olarak dünyada tarımı yapılan pek çok yem bitkisinin Türkiye tarla koşullarında başarıyla yetiştirilmesinin mümkün olduğu bildirilmiştir. Bu bağlamda Türkiye’de moringa gibi bitkilerin yakın gelecekte alternatif yem bitkileri olarak tarla tarımı içerisinde olabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca moringa, Türkiye Cumhuriyeti’nin ilgili makamları tarafından desteklenmesi gereken bitkilerin listesine alınmıştır. Hem Benin’e yararlı olması için hem de Türkiye’de sözü edilen bitki ile ilgili çalışmalara öncülük yaratmak için konu olarak “Moringa (*Moringa oleifera*) Bitkisinin Farklı Formlarının Besin Maddesi Kompozisyonunun ve Potansiyel Yem Değerinin Belirlenmesi” seçilmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, gereken tedbirler alındığında İzmir’de moringa bitkisi yetişebilmektedir. Böylece moringa bitkisi Türkiye’de hem hayvan beslemede hem de tıbbi bir bitki olarak eczacılık ve gıda sektörlerinde kullanılabilir.

Gerçekleştirdiğimiz FYL-2020-21280 numaralı yüksek lisans tez projemize maddi destek sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü’ne içtenlikle teşekkür ederiz.

İZMİR

22/06/2020

Foudehou ISSAKA IBRAHIMA

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL ONAY SAYFASI	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
İÇİNDEKİLER	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	5
2.1. Moringa Bitkisinin Botanik Özellikleri	5
2.2. Moringa Bitkisinin Kuru Madde Verimi ve Yem Değeri	7
2.2.1. Moringa bitkisinin kuru madde verimi	7
2.2.2. Moringa bitkisinin kimyasal özellikleri.....	9
2.2.3. Moringa bitkisinin anti-besleme faktörleri içeriği	13
2.3. Moringa Bitkisinin Farklı Alanlarda Kullanımı	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Yem materyali	17
3.1.2. Yem materyalinin yetiştirildiği yerin iklim özellikleri	17

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.1.3.	Çalışmada kullanılan araç ve gereçler	19
3.2.	Yöntem	20
3.2.1.	Araştırma yerinin ekime hazırlanması, bakım ve biçim	20
3.2.2.	Moringa bitkisinin kurutulması.....	20
3.2.3.	Weende ve Van Soest analiz yöntemleri.....	21
3.2.4.	Metabolik enerji ve nispi yem değeri.....	23
3.2.5.	İstatistiksel analizler.....	24
4.	BULGULAR.....	25
4.1.	Moringa Bitkisinin Ham Besin Madde İçeriği ile İlgili Bulgular	25
4.2.	Moringa Bitkisinin Hücre Çeperi İçeriği ile İlgili Bulgular	28
4.3.	Moringa Bitkisinin Metabolik Enerji İçeriği ve Nispi Yem Değeri ile İlgili Bulgular	31
5.	TARTIŞMA.....	35
5.1.	Moringa Bitkisinin Ham Besin Madde İçeriği	35
5.2.	Moringa Bitkisinin Hücre Çeperi İçeriği.....	37
5.3.	Moringa Bitkisinin Metabolik Enerji İçeriği ve Nispi Yem Değeri.....	38
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	41
	KAYNAKLAR DİZİNİ	44
	TEŞEKKÜR.....	54
	ÖZGEÇMİŞ	55
	EKLER.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 <i>Moringa oleifera</i>	5
2.2 İzmir’de kış öncesi ve kış aylarında moringa tarlası	6
2.3 Moringa bitkisini yetiştirmek için izlenen aşamalar	7
2.4 Moringa ürünleri ve farklı kısımlarının kullanım alanları	14
3.1 EÜZF Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında moringa tarlası	17
3.2 Moringa bitkisinin biçim şekli	20
3.3 Moringa bitkisinin kurutulması	21
3.4 Çalışmada kullanılan bitki materyalinin gruplandırılması	21
3.5 Moringa bitkisinin kimyasal analizlere hazırlanması	22

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Moringa bitkisinin bazı dillerde adlandırılması	6
2.2 Farklı yaştaki moringa yapraklarının kimyasal içeriği	10
2.3 Moringa bitkisinin besin madde içeriği	11
2.4 Moringa taze bitkisinin kimyasal özellikleri.....	12
2.5 Moringa kuru otunun kimyasal özellikleri.....	12
2.6 Moringa bitkisinin çeşitli amaçlarla kullanımı	15
3.1 İzmir’e ait mevsim normalleri - Ölçüm Periyodu (1938-2019).....	18
3.2 Çalışmada kullanılmış araç-gereç listesi.....	19
3.3 Nispi yem değeri standartları	24
4.1 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa yaprağının ham besin madde içeriği.....	25
4.2 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa sapının ham besin madde içeriği	26
4.3 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa bitkisinin (bütün) ham besin madde içeriği	27
4.4 Kuru maddede ve taze halde moringa tohumunun ham besin madde içeriği ..	28
4.5 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa yaprağının hücre çeperi içeriği	29

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.6 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa sapının hücre çeperi içeriği	29
4.7 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa bitkisinin (bütün) hücre çeperi içeriği	30
4.8 Kuru maddede ve taze halde moringa tohumunun hücre çeperi içeriği	30
4.9 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa yaprağının metabolik enerji içeriği ve nispi yem değeri.....	31
4.10 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa sapının metabolik enerji içeriği ve nispi yem değeri.....	32
4.11 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa bitkisinin (bütün) metabolik enerji içeriği ve nispi yem değeri.....	32
4.12 Kuru maddede ve taze halde moringa tohumunun metabolik enerji içeriği ve nispi yem değeri.....	33
A.1 Moringa kuru otunun ham besin madde içeriği	I
A.2 Moringa kuru otunun hücre çeperi içeriği	III

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
ADF	Asit deterjan lifi
ADL	Asit deterjan lignin
<i>dpm</i>	parçalanma/dakika (disintegration per minute)
BE	Brüt enerji
<i>g</i>	Gram
HK	Ham kül
HP	Ham protein
HS	Ham selüloz
HY	Ham yağ
<i>kcal</i>	Kilokalori
<i>kg</i>	Kilogram
KM	Kuru madde
KMT	Kuru madde tüketimi
ME	Metabolik enerji
ME _K	Kanatlı hayvanlar için metabolik enerji
ME _R	Ruminant hayvanlar için metabolik enerji
<i>mg</i>	Miligram

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
<i>MJ</i>	Megajul
<i>ml</i>	Mililitre
<i>mm</i>	Milimetre
NDF	Nötr deterjan lifi
NÖM	Nitrojensiz öz maddeler
NPK	Nitrojen fosfor potasyum (gübre)
NYD	Nispi yem değeri
OM	Organik madde
SE	Sindirilebilir enerji
SKM	Sindirilebilir kuru madde
TH	Taze hal
TSE	Türk Standartları Enstitüsü

1. GİRİŞ

Hayvancılık işletmelerinde olabilecek en kısa zamanda uygun bir maliyetle en kaliteli hayvansal ürünleri (et, süt ve yumurta gibi) üretip piyasaya sunmak hedeflenmektedir. Ancak üretim maliyetinin optimizasyonu konusunda, gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeler zorluk çekmektedir (Ayasan, 2015; Ayssiwede et al., 2011). Bunun nedeni yetiştiriciliğin toplam maliyetinin %60-%80'inin yemlerden kaynaklanması (Onu and Aniebo, 2011) ve bu ülkelerin konvansiyonel işletmelerinde kullanılan hemen hemen bütün yem kaynaklarının ithal edilmesidir. Bu durum hem üretim maliyetini artırmakta hem de dışa bağımlılık yaratmaktadır.

Diğer taraftan, insan nüfusunun artması ve modern hayvancılık sektörünün sanayileşmesi nedeniyle insanlar ve tek mideli hayvanlar arasındaki gıda rekabeti konusu gündeme gelmiştir (Dahouda et al., 2009). Konvansiyonel hayvan yetiştiriciliğinde, soya ürünleri kanatlıların beslenmesinde protein kaynağı olarak önemli bir yer tutmaktadır. Ancak bu ürün insanların beslenmesinde de önemli konumda bulunmaktadır. Bu açıdan bakıldığında soya, gıda ve yem sektörleri arasında bir talep rekabeti söz konusu olup soya fiyatının artmasına neden olmaktadır. Bu durum kârlı bir hayvancılık için güçlükler yaratmaktadır.

Türkiye’de kanatlı sektöründeki ilerlemelerle beraber protein kaynaklarına olan ihtiyaç artmakta ve yem üretiminde karşılaşılan kısıtlar nedeniyle günümüzde kullanılan yem hammaddelerinin alternatifleri aranmaktadır (Işık ve Kırkpınar, 2016). Alternatif besleme stratejisi olarak konvansiyonel olmayan ve kurak iklim koşullarına dayanıklı olan yerel yem kaynaklarının kullanımı gereklidir (Ayssiwede et al., 2011; Canbolat and Karaman, 2009). Türkiye’de olduğu gibi çoğu ülkenin soya ihtiyaçları ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Bu nedenle alternatif yem kaynaklarının araştırılması gittikçe daha fazla önem kazanmakla beraber kaliteli ve yerel üretime uygun olanlar tercih edilmelidir. Bu alternatif kaynaklar yem maliyetini azaltmaya yardımcı olabilmekte, aynı zamanda mevcut konvansiyonel yemler (mısır ve soya gibi) için insan ve hayvancılık endüstrisi arasındaki rekabeti azaltabilmektedir (Onu and Aniebo, 2011).

Kaliteli ve düşük maliyetli konvansiyonel olmayan (alternatif) yem kaynaklarının kullanımı, sürdürülebilir hayvancılık için büyük bir önem taşımaktadır (Sebola et al., 2019). “Mucize ağacı” olarak bilinen *Moringa oleifera*, bir besin kaynağı ve tıbbi bir bitki olması yanı sıra birçok alanda kullanımı nedeniyle dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Liu et al.,

2018). Kuru madde bazında moringa yaprakları yoncanın hemen hemen iki katı, soya fasulyesi ile eşdeğer ham protein içermektedir. Ağacın her kısmının farklı düzeylerde mineraller, vitaminler, amino asitler, beta-karoten ve çeşitli fenolik maddeler içermesinden dolayı birçok araştırmada büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanları için alternatif protein yem kaynağı olarak uygun görülmüştür (Abbas, 2013; Ayssiwede et al., 2011; Paguia et al., 2014). Ayrıca moringa, besin maddelerince zengin olmasından ziyade çeşitli çevre koşullarına dayanıklı olduğu için bulunduğu bölgelerde alternatif yem kaynakları arasında öne çıkmaktadır.

Moringa, Hindistan kökenli bir bitki olup tropikal ve tropikal iklim özelliklerine benzeyen bölgelerde yetişmektedir (Ayasan, 2015; Price, 2007; Sagona et al., 2019; Tshabalala et al., 2019). Bu ana bölgeden yıllardır tüm kıtalarda çoğu ülkeye yayılmıştır. Türkiye'de ise ancak 2017 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından onaylanan "Mucize Bitki Moringa'nın Kadın Çiftçilerle Türkiye Tarımına Kazandırılması" isimli proje kapsamında ilk defa Gaziantep'te yetiştirilmiştir (Anonim, 2017).

Ayrıca bu bitkinin verimliliği düşük topraklarda da yaşayabilmesi daha geniş çapta ekilmesine fırsat sunmakta; dolayısıyla girdiği bölgelerde hızlı bir şekilde yaygınlaşmaktadır (Sagona et al., 2019). Türkiye'de, çok değişik toprak, iklim ve üretim desenleri bulunmasına rağmen az sayıda yem bitkisi tür ve çeşidinin tarımı yapılmaktadır. Ayrıca mevcut bitkilerle, yem bitkileri tarımını geliştirmenin kolay görülmemesi yeni tür ve çeşitlerin gerekliliğini göstermektedir (Canbolat and Karaman, 2009). Bu bağlamda Türkiye'de tarımı yapılan yem bitkilerine göre verim ve kalite yönünden üstün özellikler taşıyan moringa gibi bitkilerin yakın gelecekte alternatif yem bitkileri olarak tarla tarımı içerisinde olabileceği öngörülmektedir (Ozyazici ve Açıkbaş, 2019). Bu açıdan yola çıkarak Türkiye'de şimdiden bu bitki ile ilgili çalışmaların yürütülmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Moringa ve ürünleri, açlık bölgelerinde (Haiti ve bazı Afrika ülkelerinde) yetersiz beslenmenin yok edilmesine yönelik kullanılmaktadır (Anonymous, 2013). Moringa ile takviye edilmiş atıştırmalıklar, hassas nüfus (yüksek açlık düzeyi) grubundaki çocukların gıda ve beslenme güvenliği durumlarının iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır (Zungu et al., 2019). Genellikle ıspanak gibi pişirilip yenilebilir olduğu gibi toz halinde bir besin takviyesi olarak çorbaya veya soslara eklenebilmektedir (Liu et al., 2018). Saint Sauveur ve Broin (2010)'a göre, 100 g taze moringa yaprağı tüketmek, önerilen günlük kalsiyum alımının

%30-100'ü, demir için önerilen günlük alımının %25-80'i ve A ve C vitaminleri için önerilen günlük alımının %100'ünü sağlayabilmektedir.

Hayvancılık dâhil olmak üzere tarım alanında farklı amaçlarla, gıda endüstrisinde ve sağlık alanında çeşitli hastalıklara karşı mücadelede kullanılan bir bitkidir (Abd El-Hack et al., 2018; Abdull Razis et al., 2014; Agoyi et al., 2014; Anwar et al., 2007; El-Massry et al., 2013; Emmanuel et al., 2011; Manadi et al., 2018; Oyeyinka and Oyeyinka, 2018; Ozyazici and Açıkbaş, 2019; Sellah et al., 2017; Swaran and Vidhu, 2011). Bu çok amaçlı kullanılan bitki, hayvan besleme çalışmalarında ruminantlar (Gebregiorgis et al., 2012; Lins et al., 2019; Qwele et al., 2013; Sultana et al., 2015), kanatlılar (Abasse et al., 2017; Das et al., 2018; Olugbemi et al., 2010; Onu and Aniebo, 2011; Pagua et al., 2014; Valdivié et al., 2016), tavşanlar (Abbas, 2013; Nuhu, 2010) ve balıklar (Afuang et al., 2003) gibi birçok evcil hayvan üzerinde çeşitli formlarda ve değişik düzeylerde kullanılarak olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Lakin Türkiye'de geç tanınmasından dolayı Türkiye'de yetiştirilen hayvan ırklarıyla ilgili hiçbir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmalara öncülük yapmak için Türkiye'de yetiştirilen moringa bitkisinin kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve yetiştirilmesinin teşvik edilerek yaygınlaştırılması çok önemlidir.

Moringa, gıda ve geleneksel tıpta çok eskiden bilinen bir ağaç olmasına rağmen bilimsel alanda ancak son zamanlarda incelenmeye başlanmıştır. Yukarıda vurgulandığı gibi yapılan çalışmalarda alternatif yem bitkisi olarak kullanılabilirliği ortaya konulmaya başlanmıştır. Fakat çoğu çalışmada Hindistan, Afrika veya Madagaskar'da yetişen moringaya odaklanılmıştır (Lin et al., 2019). Bilindiği gibi bitkilerin kimyasal özellikleri yetiştirildikleri bölgeye göre değişmektedir. Toprak özellikleri ve iklim koşulları önemli derecede moringa bitkisinin verimini ve kimyasal bileşimini etkilemektedir (Laouali Manzo et al., 2016; Wasonowati et al., 2019; Zheng et al., 2016). Ayrıca araştırmalardan elde edilen sonuçlara istinaden aynı hayvan türünden olsa bile aynı ilave seviyesine ırklar arasında farklı tepkiler gözlenmiştir (Gebregiorgis et al., 2012; Onu and Aniebo, 2011). Bu nedenlerle moringa Türkiye'deki çeşitli koşullarda (koşut bir şekilde tarlada ve hayvanda) incelenmelidir.

Hayvan besleme açısından alternatif yemlerin hayvan performansı ve sağlığı üzerine etkileri (Dahouda et al., 2009) ve tüketiciler açısından özellikle et kalitesi üzerine etkilerini belirlemek önemlidir. Tüm bu önemli parametreler, kullanılan yemin kimyasal özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle yeni alternatif yem kaynaklarının kimyasal özelliklerinin incelenmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı İzmir iklim koşullarında yetiştirilen, alternatif protein kaynağı olarak önerilen moringa (*Moringa oleifera*) bitkisinin taze ve kuru otu ile tohumunun besin maddesi kompozisyonunun ve potansiyel yem değerinin belirlenmesidir. Türkiye’de moringa (*Moringa oleifera*) bitkisinin bilimsel olarak tarlada yetiştirilerek besin maddeleri kompozisyonunun ilk olarak bu tez çalışması ile ortaya konması ve öncü bir çalışma olarak elde edilen verilerin bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutması hayvan besleme bilimi açısından büyük önem taşımaktadır. Tez çalışmasının sonucunda elde edilen veriler yorumlanarak hayvan beslemede moringa bitkisinin yem değeri ortaya konarak en uygun kısımlarının kullanımı ile ilgili önerilerde bulunulacaktır.



2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

2.1. Moringa Bitkisinin Botanik Özellikleri

Moringa oleifera, protein ve tıbbi değeri için dünya çapında yetiştirilip hem gıdada hem de hayvan beslemede kullanılmaktadır (Chodur et al., 2018; Mudyiwa et al., 2013; Tshabalala et al., 2019). Hindistan kökenli bir bitki olup *Moringaceae* familyasında bilinen 13-14 tür arasında en yaygın tanınan ve yetiştirilen bitkidir. Tropikal ve tropikal iklim özelliklerine benzeyen bölgelerde yetişmektedir (Ayasan, 2015; Chodur et al., 2018; Leone et al., 2015; Liu et al., 2018; Padayachee and Baijnath, 2019; Price, 2007; Wasonowati et al., 2019). Şekil 2.1’de moringa bitkisinin farklı kısımları gösterilmiştir.



Şekil 2.1 *Moringa oleifera*

a. Tohumlar; b. Yapraklar; c. 2 haftalık fidanlar; d. 4 haftalık fidanlar

Genellikle küçük ve çok yıllık bir ağaç olarak bilinmektedir. Fakat ilk yılda 4 m’ye (Bello, 2010) ve daha sonra 7 ila 12 m’ye ulaşabilen bir ağaçtır (Foidl et al., 2001). Hızlı büyüyen, kurak veya yarı kurak bir ortama dayanabilen, hatta 6 aya kadar kuraklığa tahammül edebilen bir bitkidir (Djermoune et al., 2015; Mendieta-Araica et al., 2013; Mirhashemi et al., 2018). Botanik sınıflandırılması şöyle sıralanabilir:

- **Alem:** Bitkiler alemi
- **Alt Alem:** Angiosperm
- **Sınıf:** Dikotiledon
- **Alt Sınıf:** *Rosaceae*

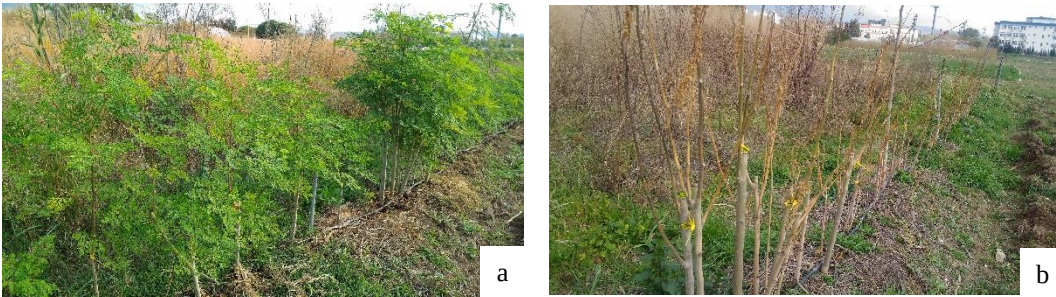
- **Takım:** Brassicale
- **Familiya:** *Moringaceae*
- **Cins:** *Moringa*
- **Tür:** *M. oleifera*

Bulunduğu bölgelerde farklı isimlerle tanınmaktadır (Çizelge 2.1). Tüm bu isimler bitkinin iyi olduğunu gösteren sıfatlardan oluşmaktadır.

Çizelge 2.1 *Moringa* bitkisinin bazı dillerde adlandırılması

Dil	Kullanılan isim	Anlamı
Türkçe	Mucize ağacı	
İngilizce	Miracle tree	Mucize ağacı
Fransızca	Arbre miracle / Arbre de vie	Mucize ağacı / hayat ağacı
Arapça	الحبة الغالية / اليسار	Kolaylaştırıcı / kıymetli hap
Mooré (Burkina Faso)	Arzan Tiiga	
Dioula (Fildişi Sahili)	Ardjini Yiri	Cennet ağacı
Fulfuldé (Batı-Afrika)	Leggal Aljenna	

İyi yaşayabilmesi için gereken yıllık yağış ve çevre sıcaklığı sırasıyla 250-1500 mm ve 25-35°C arasında olmalıdır. Lakin gölgelik altında 48°C'de yaşayabilmektedir (Foidl et al., 2001; Wasonowati et al., 2019). Uzun ve/veya şiddetli bir kış geçtiğinde önce tüm yapraklarını döker, sonra gövdesi kuruyup ölmektedir. Şekil 2.2'de İzmir'de tez çalışması kapsamında tarafımızca oluşturulan moringa tarlasının kış öncesi hali ve kış aylarında yaprakları dökülmüş hali gösterilmiştir.

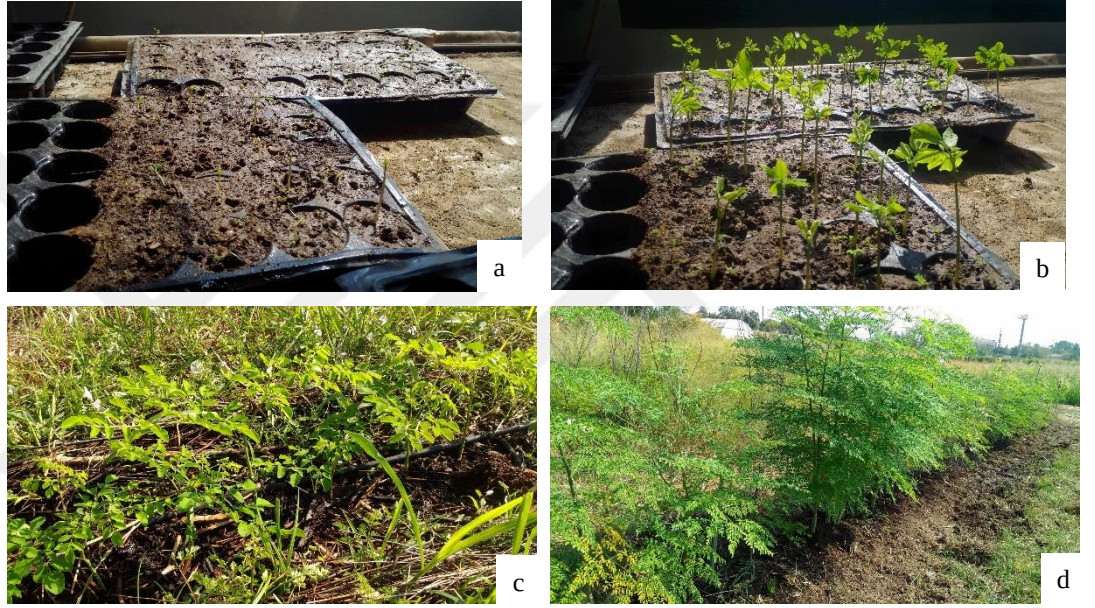


Şekil 2.2 İzmir'de kış öncesi ve kış aylarında moringa tarlası
a. Aralığın ilk haftası, kışın hemen öncesi; b. Kışın tam ortasında, yapraklar dökülmüş, dallar kurumaya başlamış;

Konfor bölgesi, doğrudan güneş ışığı altında ve deniz seviyesinin 100-700 metre yüksekliği arasındadır (Sagona et al., 2019). Nötr veya düşük asitli

toprakları tercih eder (pH=6.3-7.0) ancak sert ortamlarda da (deniz kenarı, fakir topraklar ve kurak iklim; pH=5-9) ve 0-2000 metre yükseklik arasında yetişebilmektedir (Price, 2007; Sagona et al., 2019; Wasonowati et al., 2019).

Moringa, doğrudan tohumla veya en az 4-5 cm'lik kalınlıktaki gövde veya dallar kesilip ekilebilmektedir. Ekildikten sonra 5-6 ay içerisinde uygun koşullarda çiçeklenmektedir. Kesildiğinde kalın gövde ve dallarından hızlı bir şekilde yeni tomurcuklar çıkartır, donduğunda (ılık bir kıştan sonra) yerden (köklerinden) filizlenmektedir (Price, 2007; Saint Sauveur and Broin, 2010). Şekil 2.3'de moringa bitkisini yetiştirmek için izlenen aşamalar gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Moringa bitkisini yetiştirmek için izlenen aşamalar

a. Gölge altında tohum çimlendirme; b. 3-6 haftalık yaşı kadar güneş görebilecek bir yerde fidan yetiştirme; c. 4-6. haftadan sonra tarlaya dikme d. Bakım (sulama, çapalama, gübre...)

2.2. Moringa Bitkisinin Kuru Madde Verimi ve Yem Değeri

2.2.1. Moringa bitkisinin kuru madde verimi

Moringa oleifera hızlı büyüyen, kuraklığa dayanıklı bir ağaçtır. Son zamanlarda biyodizelin olası kaynaklarından biri ve çölleşme ile mücadelede önemli rol oynayabilen bitkilerden biri olarak tanımlanmıştır (Mirhashemi et al., 2018). Hızlı büyüdüğü için yılda 9 defa biçilebilmektedir. Hasadı budama makası, bıçak veya motorlu biçme makinesi ile yapraklı dalları yerden 30 cm ila 1 m uzunluğunda kesilerek veya doğrudan yaprakları ağaçtan kopartarak yapılabilir. Hektar başına 1 milyon bitki yoğunluğunda moringa bitkisinin yılda verimi 78.00 ton taze ot, 13.26 ton kuru madde ve 2.52 ton ham protein

olarak belirlenmiştir. Bir moringa ağacı yılda 15 000 ila 25 000 tohum üretebilmektedir (Foidl et al., 2001). Ancak iklim, yetiştirme yöntemi (toprak işlenişi, gübreleme, sulama vb.), yetiştirildiği bölgenin deniz seviyesi ve dikim yoğunluğu gibi faktörler bitkinin verimini etkilemektedir (Mabapa et al., 2017; Wasonowati et al., 2019).

Toprak özellikleri ve iklim koşulları önemli bir derecede moringa bitkisinin verimini etkilemektedir (Wasonowati et al., 2019). Yapılan bir çalışmaya göre, kuru tropikal orman koşullarında (4 ile 7 ay boyunca kuraklık, 50 mm'den az yağış) toprağın azot ile gübrenmesi (yılda 521 kg/ha) ve 167 000 bitki/ha ekim yoğunluğu durumunda, moringa bitkisi düzenli olarak yaklaşık 27 ton/ha KM verimini koruyabilmiştir (Mendieta-Araica et al., 2013).

Dania et al. (2014) gübre kaynağının moringa bitkisinin yaprak verimi ve besin madde konsantrasyonu üzerindeki etkilerini araştırmak için bir deneme yapmışlardır. Bu çalışmada NPK (Nitrojen fosfor potasyum gübresi) ve organomineral gübrelerine kıyasla kanatlı hayvan gübresi, yaprak verimi ve ham besin maddeleri içeriğini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Sığır gübresi uygulaması ise yaprak sayısı ve dal kalınlığını olumlu etkilemiş (Haouvang et al., 2017) ve bu açıdan yine kanatlı gübresi sığır gübresinden üstün bulunmuştur (Adebayo et al., 2017). Bu bulgular verim açısından entegre bir sistemde kanatlı-moringa yetiştiriciliğinin daha iyi olacağını göstermektedir. Fakat Zubuko et al. (2019)'ın yaptıkları çalışmaya göre kanatlı gübresi uygulaması moringa bitkisinde verim ve protein içeriğinin artmasıyla birlikte insan sağlığına zararlı olabilecek kadar mikro elementler ve kadmiyum içeriğinin artmasına da neden olmaktadır (Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği maksimum sınırlardan daha yüksek). Dolayısıyla bu gübrelerin kullanılmasında gereken maksimum sınırların belirlenmesi gerekmektedir.

Ekim yoğunluğu ve gübreleme düzeyi moringa bitkisinin KM üretimini ve kimyasal madde içeriğini etkilemektedir. Yapılan çalışmalara göre ekim yoğunluğu (Mabapa et al., 2017; Mendieta-Araica et al., 2013) ve azot gübreleme (Mendieta-Araica et al., 2013) KM üretimini önemli derecede etkilemiştir. Ancak bitkinin kimyasal içeriği ile ilgili, ekim yoğunlukları arasında anlamlı bir fark bulunmamışken; azot gübreleme, bitkinin ham protein içeriğini artırmıştır (Mendieta-Araica et al., 2013). Dört farklı ekim yoğunluğu (435.000, 300.000, 200.000 ve 100.000 bitki/ha) ile yapılan bir çalışmada ekim yoğunluğu arttıkça KM üretimi (527'den 2867 kg/ha'a) artmıştır (Mabapa et al., 2017). Bu nedenle fazla yaprak üretimi için, tohum veya sert ağaç gövdesi kesimleri (30 cm ila 1 m

uzunluğunda) kullanılarak yüksek yoğunluklu ekim (hektara 300 000 ila 1 000 000 fidan) önerilmiştir (Adu-Dapaah et al., 2017).

Zheng et al. (2016), 2010-2012 döneminde, farklı ekim yoğunluklarının (0.2 m x 0.2 m, 0.4 m x 0.4 m ve 0.8 m x 0.8 m) ve kesme yüksekliğinin (15, 30 ve 60 cm) KM verimi üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Güneybatı Çin'de yapılan bu çalışmada tüm değerlendirme dönemi boyunca en yüksek ekim yoğunluğunun (0.2 m x 0.2 m) en yüksek taze ot (TO) ve kuru madde (KM) verdiği görülmüştür. Ayrıca 30 cm'lik kesme yüksekliği, yağışlı mevsimde en yüksek TO ve KM verirken, 15 cm'lik kesme yüksekliği, kuru mevsimde en yüksek TO ve KM vermiştir. Bu bulgular ışığında en yüksek verimi sağlamak için düşük yağış bölgelerinde düşük kesme yüksekliği önerilebilmektedir.

Diğer yandan biçim aralığı da KM verimini etkilemektedir. Gadzirayi et al. (2019) yapmış oldukları çalışmada 60 günlük bir kesme aralığının, 75 günlük bir kesme aralığından daha yüksek yaprak kuru maddesi verimine sahip olduğunu bulmuşlardır. Ancak bütün bitkide bu iki kesim aralıklarında KM verimi açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Başka bir deyişle erken kesimde yaprak verimi daha yüksek, geç kesimde sap verimi daha yüksek anlamına gelmektedir. Bu görüşü destekleyen bir çalışmada 45 ve 60 günlük aralıklarla 40 ila 120 cm'lik yükseklikte yapılan biçimlerde en yüksek KM verimi 45 günlük aralıklarla ve 40 cm'lik yükseklikle bulunmuştur (Ramos et al., 2015).

2.2.2. Moringa bitkisinin kimyasal özellikleri

Moringa bitkisinin besin madde içeriği ile ilgili birçok çalışma bulunmakta (Abbas, 2013; Ayerza, 2011; Ayssiwede et al., 2011; Swaran ve Vidhu, 2011) ve bu çalışmalarda bildirildiği gibi farklı yetiştirme koşullarında her moringa varyetesinin kimyasal özellikleri değişebilmektedir.

Zheng et al. (2019) moringa bitkisinin Çin koşullarına adapte olabilirliğini ve tohum yağı ile KM verimi potansiyellerini değerlendirmek amacıyla, Amerika, Asya ve Afrika ülkelerinden 8 farklı *Moringa oleifera* varyetiyle bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmanın sonucunda HS, HY, HK ve KM içeriği açısından çeşitler arasında anlamlı bir fark yokken 2 tane çeşitte önemli ölçüde daha yüksek HP ve *in vitro* SKM bulunmuştur. Ayrıca, değerlendirilen çeşitlerden elde edilen tohum verimi ve tohum yağı profili özelliklerinde farklılıklar gözlenmiştir. Sonuç olarak farklı coğrafi moringa bitkilerinin farklı ortamlara uyum sağlamalarında

farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır. Benzer bir çalışmada farklı coğrafyadan gelen moringa bitkisinin yaprak KM verimi açısından önemli farklar olduğu kanıtlanmıştır (Gadzirayi et al., 2019).

Lin et al. (2019), yaptıkları karşılaştırmalı çalışmada, Çin ve Hindistan'dan gelen moringa bitkilerinin içerdiği çoğu bileşimlerin benzemesiyle beraber bazı bileşimlerde (ikincil metabolitler) önemli farklılıklar gözlenmiştir. Ayrıca Nijer'de yapılan bir çalışmada aynı ülkede üç farklı bölgeden gelen moringa bitkisinin ham besin madde içerikleri farklı bulunmuştur (Laouali Manzo et al., 2016). Tüm bu bulgular farklı yetiştirme ortamının moringa üzerine bir etkisi olduğunu kanıtlamaktadır.

Sebola et al. (2019), yaptıkları çalışmada olgunlaşmamış ve olgunlaşmış moringa yapraklarının kimyasal bileşiminde önemli değişiklikler bulmuşlardır. Bu veriler Çizelge 2.2'de sunulmuştur.

Çizelge 2.2 Farklı yaştaki moringa yapraklarının kimyasal içeriği

Kimyasal içeriği	Yeni çıkmış yaprak	Olgun yaprak	Karışık (yeni ve olgun)
KM (g/kg)	948.7 ^a	937.9 ^a	950.8
OM (g/kg)	880.9 ^a	855.9 ^b	870.5
HK (g/kg)	67.7 ^b	82.0 ^a	80.4
NDF (g/kg KM)	533.4 ^b	714.7 ^a	761.7
ADF (g/kg KM)	43.1 ^b	44.0 ^a	52.1
HY (g/kg KM)	27.0 ^b	38.1 ^a	53.9
HP (g/kg KM)	324.6 ^a	285.4 ^b	263.4
HS (g/kg KM)	33.1 ^b	38.7 ^a	54.9
Toplam tanin (AU ₅₅₀ nm/10 mg)	0.107 ^b	0.149 ^a	0.33
Fenolik bileşikler (AU ₇₂₅ nm/10 mg)	0.424 ^b	0.652 ^a	0.989
Toplam karbonhidrat (%)	47.9 ^a	43.1 ^b	56.1
Enerji (Kcal/g)	346.5 ^a	320.0 ^b	367.4
Kalsiyum (%)	1.915 ^a	1.505 ^b	1.305
Fosfor (%)	0.415 ^a	0.245 ^b	0.255
Magnezyum (%)	0.255 ^a	0.20 ^b	0.445
Potasyum (%)	1.705 ^a	1.60 ^b	1.605
Sodyum (%)	0.061	0.06	0.065
Sülfür (dpm)	9401 ^a	6100 ^b	8500
Bakır (dpm)	9.50 ^b	9.90 ^a	9.20
Çinko (dpm)	35.05 ^a	25.05 ^b	47.10
Manganez (dpm)	46.50 ^b	140.5 ^a	0.445
Selenyum (dpm)	0.195	0.190	0.235
Demir (dpm)	110.5 ^b	150.5 ^a	250.5

Kaynak: Sebola et al. (2019); KM: kuru madde, OM: organik madde, HK: ham kül, NDF: nötr detarjan lifi, ADF: asit detarjan lifi, HP: ham protein, HY: ham yağ, HS: ham selüloz, dpm: parçalanma/dakika (disintegration per minute), ^{a-b}: aynı satırda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir (P<0.05).

Moringa yapraklarının KM'sinde yüksek düzeyde protein, amino asitler, esansiyel yağ asitleri, vitamin ve belirli mineraller bulunmaktadır. Bunun dışında ayrıca alkaloidler, flavonoidler ve fenolik bileşikler de içermekle beraber (Djermoune et al, 2015) kayda değer hiçbir anti-besin faktörü aktivitesi kaydedilmemiştir (Abbas, 2013; Ayasan, 2015; Makkar ve Becker, 1997). Bu kimyasal içerikler, daha önce belirlenmiş faktörlere ziyaden, bitkinin hasat edildiği yaşa göre değişmektedir. Erken hasat edildiğinde HP içeriği yüksek, HS içeriği ise düşük çıkmaktadır (Ramos et al., 2015).

Kshirsagar et al. (2017) farklı yöntemlerle kurutulmuş moringa yapraklarının besin içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada gölgelik altında kurutulmuş moringa yaprağının, diğer yöntemlere kıyasla daha yüksek protein ve yağ içeriğine sahip olduğu bulunmuştur.

Diğer yanda dikim yoğunluğu moringa bitkisinin besin madde içeriğini önemli düzeyde etkilemezken biçim aralığı etkilemektedir (Mabapa et al., 2017; Ramos et al., 2015). Abbas (2013) Yameogo'dan atfen, kuru madde bazında *Moringa oleifera* yapraklarının %27.2 protein, %5.9 nem, %17.1 yağ ve %38.6 karbonhidrat içerdiğini bildirmiştir. Genel olarak kuru madde bazında bu bitkinin %19 ila 39 HP içerdiği bildirilmektedir (Bello, 2010; Ndong et al., 2007). Bu farklılıklar çevre koşulları, moringa çeşidi, hasat zamanı ve toprağa bağlı özelliklerden kaynaklanabilmektedir. Çizelge 2.3 (Saint Sauveur and Broin, 2010), Çizelge 2.4 (Djermoune et al. 2015) ve Çizelge 2.5 (Gebregiorgis et al. 2012)'de farklı araştırmacılar tarafından moringa bitkisinin kimyasal özellikleri ile ilgili bildirişler sunulmuştur.

Moringa tohumları, %30 ila 40 lipit içerdiğinden yağlı tohum türlerinden değerlendirilmektedir. Yağ asidi profili zeytinyağınıninkine yakın olup %70 oleik asit içermektedir (Djermoune et al., 2015; Zhao et al., 2019). Ayrıca asit değeri ve peroksit değeri çok düşüktür; bu da yenilebilir ve kaliteli yağ olduğunu göstermektedir (Zhao et al., 2019). Abbas (2013)'ın yaptığı çalışmaya göre moringa tohumlarında %34.80 lipit, %31.65 protein, %7.54 ham selüloz, %8.90 nem ve %6.53 kül bulunmaktadır.

Çizelge 2.3 Moringa bitkisinin besin madde içeriği

Genel Kompozisyon (her 100 g KM'de)		Amino Asitler (mg)			
Enerji (kcal)	300	Arginin	1600	Valin	1400
Protein (g)	25	Histidin	530	Aspartik asit	1670
Mineral (g)	12	Izolösin	1140	Glutamik asit	2470
Karbonhidrat(g)	40	Lösin	2050	Serin	840
Lipit (g)	8	Lisin	1200	Glisin	960
Ham selüloz (g)	15	Metiyonin	370	Alanin	1260
Vitaminler		Fenilalanin	1400	Prolin	1230
Vitamin A (UI)	14300	Tironin	1080	Tirosin	910
Vitamin C (mg)	850	Triptofan	580	Sistin	360
Yağ Asitleri (mg)		Mineraller (mg)			
C 16 : 0	530	Kalsiyum	2100	Manganez	8
C 18 : 0	70	Bakır	1	Kükürt	740
C 18 : 1	60	Demir	27	Selenyum	2.6
C 18 : 2	170	Potasyum	1300	Çinko	2.6
C 18 : 3	1140	Magnezyum	405	Molibden	0.5
		Fosfor	310	Sodyum	100

Kaynak: Saint Sauveur ve Broin, (2010)

Çizelge 2.4 Moringa taze yaprağının kimyasal özellikleri

Genel Kompozisyon (her 100 g taze yaprakta)			
Bağıl nem (%)	75	Demir (mg)	6.8
Sindirilebilir protein (g)	6.3	Vitamin A (UI)	3556
Potasyum (mg)	325	Vitamin C (mg)	213
Kalsiyum (mg)	525	Riboflavin (g)	2375
Fosfor (mg)	78	Nikotinamid (g)	2800
Magnezyum (mg)	101		

Kaynak: Djermoune et al. (2015)

Çizelge 2.5 Moringa kuru otunun kimyasal özellikleri

Genel Kompozisyon		Mineraller (%KM'de)	
KM (%)	92.3 ± 0.2	Kalsiyum	1.40 ± 0.13
HP (%KM'de)	28.5 ± 1.71	Fosfor	0.30 ± 0.03
HY (%KM'de)	9.8 ± 0.8	Sodyum	0.20 ± 0.02
HS (%KM'de)	11.7 ± 3.6	Potasyum	1.40 ± 0.06
NDF (%KM'de)	15.1 ± 4.8		
NÖM (%KM'de)	36.3 ± 3.4		
HK (%KM'de)	13.6 ± 1.1		
BE (kcal/kgKM)	4569.6 ± 60		
ME (kcal/kgKM)	2888.9 ± 299		

Kaynak: Gebregiorgis et al. (2012); KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, HS: ham selüloz, NDF: nötral çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, NÖM: nitrojensiz öz maddeler, HK: ham kül, BE: brüt enerji, ME: metabolik enerji

2.2.3. Moringa bitkisinin anti-besleme faktörleri içeriği

Pek çok bitki, özellikle tropikal olanlar, polifenoller (tanenler) içermektedir (Foidl et al., 2001). Bunun gibi hayvanlar tarafından tüketildiğinde verim veya sağlığı olumsuz yönde etkileyen maddelere “anti-besleme faktörü” denilmektedir.

Moringa, protein ve mineral metabolizmasını etkileyen taninler, fenoller, nitratlar, oksalatlar ve saponinler gibi anti-besleme faktörlerini farklı düzeylerde içermektedir (Moreki ve Gabanakgosi, 2014).

du Toit et al. (2019), çalışmalarında kısmi hasat (%25) ve yoğun hasat (%75) uygulayarak yaprak biçimi yoğunluğunun moringa yapraklarının toplam fenolik madde ve tanen içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Yoğun hasada kıyasla kısmen hasat edilmiş moringa yapraklarında daha yüksek toplam fenolik bileşik bulunmuştur. Yoğun hasadın fenolik bileşimi düşürmesi, bitkinin fotosentez kapasitesinin düşmüş olması ile açıklanmıştır. Ancak kısmi hasatla olgunlaşmaya bırakılan yapraklarda fenolik bileşik ve tanenler toksik seviyelere yükselmemiştir.

Taze moringa yapraklarında %1.4 tanen ve %2.7-3.4 toplam fenolik bileşiğin bulunduğu bildirilmiştir (Foidl et al., 2001; Moreki ve Gabanakgosi, 2014). Bu düzeylerde, hayvanlar tarafından tüketildiğinde negatif etkiler görülmemektedir. Tanenlerin etanol ve aseton gibi sıvı organik çözücülerde çözünür olması nedeniyle ekstraksiyondan sonra yapraklarda tanen tespit edilmemekte ve fenol içeriği çok düşük tespit edilmektedir (%1.6) (Makkar ve Becker, 1996).

Taze moringa yapraklarının içerdiği diğer anti-besleyici faktörler nitratlar (0.5 mmol/100 g), oksalat (%4.1), saponinler (%1.2) ve fitatlardır (%3.1). Bazı bitkilerin saponinleri, hayvanların büyümesi üzerine olumsuz bir etkiye sahiptir; ancak moringa yapraklarında bulunanlar hemolitik aktivite göstermemektedir (Makkar ve Becker, 1996).

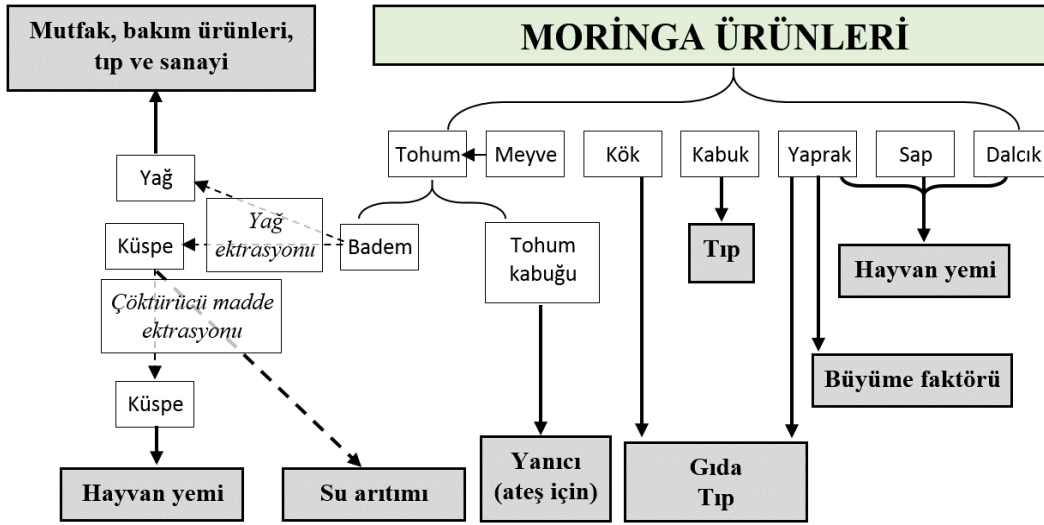
Moringa yapraklarında belirtilen diğer anti-besleme faktörleri, tek midelilerde şişkinlik üreten rafinoz ve stakioz şekerleridir. Bu bileşikler, taze moringa yapraklarında kuru maddenin %5.6'sı olarak bulunmuştur. Bu da suya karıştırıldığında veya pişirildiğinde büyük ölçüde elimine edilebilmektedir (Makkar ve Becker, 1996).

Moringa yapraklarında tripsin inhibitörü, siyanojenik glukozitler veya glukosinatlar tespit edilmemiştir. Ayrıca yukarıda belirtilen anti-besleyici

faktörlerin çoğu sıvı etanolde çözünüp ekstraksiyondan sonra yapraklarda (yan ürün) bulunmamaktadır (Foidl et al., 2001; Makkar ve Becker, 1996).

2.3. Moringa Bitkisinin Farklı Alanlarda Kullanımı

Şekil 2.4’de moringa ürünleri ve farklı kısımlarının kullanım alanları gösterilmiştir (Foidl et al., 2001).



Şekil 2.4 Moringa ürünleri ve farklı kısımlarının kullanım alanları

Şekil 2.4’de görüldüğü gibi moringa, birçok alanda kullanılmaktadır (Foidl et al., 2001). Farklı kısımları (yaprak, kök, tohum, ağaç kabuğu, meyve ve çiçekler) geleneksel tıpta ve gittikçe modern tıpta da çok amaçlı olarak kullanılmaktadır (Agoyi et al., 2014; Bello, 2010). Genç yapraklar, çiçekler ve tohumlarının besin değerinin yüksek olması nedeniyle yetiştirildiği ülkelerde yaygın bir şekilde sebzelik olarak kullanılmaktadır. Tohumları su arıtma için kullanılmaktadır (Swaran ve Vidhu, 2011).

Moringa yapraklarının etil-asetat fraksiyonu, antibakteriyel ve antioksidan aktiviteleri nedeniyle çok iyi yara iyileşme özelliklerine sahiptir (Gothai et al., 2017). Moringa kök tozu, *E. coli*’ye karşı güçlü bir antimikrobiyal aktivite göstermiştir (kirlenmiş sudaki *E. coli* kolonilerini %87 oranında azaltmıştır). Kökler tohumlardan daha erken ve yıl boyunca hasat edilebildiğinden, bakteriler üzerine etkinliği de araştırılıp tohumlar yerine kullanılabilir (Morgan et al., 2019).

Moringa yaprakları silaj kalitesini artırmak için de kullanılmıştır. He et al. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada moringa yaprakları pirinç samanı silajının fermentasyon kalitesini artırmıştır. Silaja moringa yaprakları ilavesi pH, amonyak-N'u ve bütirik asit düzeyini düşürmüş buna karşın Lactobacillus artmıştır. Silaja moringa yaprakları ilavesi ile silajın HP düzeyi yükselmiş, HS düzeyi ise azalmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar moringanın silaj kalitesini olumlu etkilediği sonucuna varmışlardır. Bu olumlu etkinin yaprakların HS içeriğinin düşük, HP ve şeker içeriklerinin ise yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı alanlarda moringa kullanımı ve faydaları ile ilgili veriler Çizelge 2.6'da özetlenmiştir (Agoyi et al., 2014; Anwar et al., 2007; Emmanuel et al., 2011; Foidl et al., 2001; Fuglie, 1999; Jayawardana et al., 2015; Makkar and Becker, 1996; Padayachee and Baijnath, 2019; Price, 2007; Wang et al., 2016).

Çizelge 2.6 Moringa bitkisinin çeşitli amaçlarla kullanımı

Kullanım alanı	Kullanım şekli
Gıda	Moringa yaprakları, tohumları, genç sapları, kökleri ve çiçekleri baharat olarak (toz halinde) veya ıspanak gibi (taze halinde) tüketilebilmektedir. Yağı ise yemeklik bitkisel yağ olarak kullanılmaktadır.
Hayvan besleme	Moringa besleyici özellikleri nedeniyle çok iyi bir yem kaynağıdır. Hayvan beslemede yeme veya suya ilave edilerek kullanılmaktadır. Taze veya kuru ot, silaj, un ve küspe şekillerinde kullanılabilir. Hayvan türlerine göre uygun bir düzeyde ilave edildiğinde canlı ağırlık kazancı, et kalitesi, süt verimi ve içeriği, yumurta verimi, yumurta sarısı, sindirim sistemi ve kan özellikleri gibi parametreler üzerine olumlu etkiler elde edilmiştir.
Sanayi	Su arıtımı, atık sudan yosun (<i>Spirulina</i>) eldesi, organik gübre üretiminde (yapraklarından sitokinin hormonu), parfüm üretiminde, yağ ve yağlayıcı madde üretiminde ve yağ sanayisinde katkı maddesi (antioksidan) olarak kullanılmaktadır. Ekerken veya ekmeden önce toprağa katılan moringa yaprakları bazı bitki hastalıklarını önleyebilir. Moringa yağı dizel motorlarda yakıt olarak kullanıma uygundur. Ayrıca iyi bir kâğıt hamurudur. Mavi boya üretmek için de kullanılır.

Kullanım alanı	Kullanım şekli
Tıbbi ve ilaç özellikleri	Birçok çalışmada, moringa bitkisinin tüm kısımlarının antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiparaziter ve antimikrobiyal aktivite sergilediği tespit edilmiştir.
	- Çocuklarda yetersiz beslenmenin önlenmesinde, raşitizm, bronşit, ateş, baş ağrısı, nevralji tedavilerinde kullanılmaktadır;
	- Diyabetli yetişkinlerde şeker seviyelerini dengelemek için, ishal ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır;
	- Kalp ve damar hastalıkları, bulaşıcı hastalıklar, tropikal hastalıklar (sıtma gibi), iltihaplar, cilt enfeksiyonları, şişmanlık (obezite), kısırlık ve sindirim rahatsızlıkları gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır.
	- Antitümör, antiülser, antioksidan, hepatoprotektif, anthelmintik, antikanser, antidiyabetik ve antienflamatuvar etkiler gösterdiği bildirilmiştir;
	- Sinir sistemi üzerinde güçlü bir depresif etkiye sahiptir; böylece kas kramplarını gevşetir, vücut sıcaklığını dengeler. Laboratuvar farelerinde uykuyu artırmaktadır. - Dalağın genişlemesini tedavi etmek için ve serum kolesterolünü azaltmak için kullanılmaktadır.

Kaynak: Yazar tarafından literatüre göre düzenlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yem materyali

Çalışmanın yem materyalini, mucize ağacı olarak adlandırılan moringa (*M. oleifera*) bitkisi oluşturmaktadır. Bitki, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi (EÜZF) Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında yetiştirilmiştir (Şekil 3.1). Moringa tohumu, Benin'den temin edilmiştir. Önce laboratuvarında tohumlar çimlendirilip 4 hafta sonra 01/05/2019 tarihinde tarlaya dikilmiştir. Biçim zamanı Eylül ayında 5 aylık yaşta (ilk çiçeklenme dönemi) başlatılmıştır. Birer ay aralıkla 3 defa biçilmiştir.



Şekil 3.1 EÜZF Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında moringa tarlası
a. Tarlada 2 aylık moringa bitkileri; b. Tarlada 5 aylık moringa bitkileri

3.1.2. Yem materyalinin yetiştirildiği yerin iklim özellikleri

Araştırmada kullanılan bitki, 2019-2020 döneminde İzmir-Bornova'da, EÜZF Tarla Bitkileri Bölümü'nün deneme alanında yetiştirilmiştir. Ege Bölgesi'nde bulunan yetiştirme alanı deniz seviyesinde olup (Amet, 2017) 38°27.07 kuzey, 27°13.28 doğu ve 26 m boylamları arasında kesişen koordinatlardadır. Bölgenin iklim özellikleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi deneme bölgesinde hava sıcaklığı artışı yaklaşık olarak Mart ayında başlayıp Temmuz ayında en yüksek değere ulaşmaktadır. Sıcaklıkların artmaya başladığı aydan itibaren yağışlar azalarak kurak periyoda doğru girmektedir. Bornova yöresinde sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında yağışlar görülmekte, Yaz döneminde ise hemen hemen hiç yağış görülmemektedir. Yıllık ortalama yaklaşık 600 mm ve düzensiz yağış rejimi nedeniyle tarla bitkilerinin sulanması gerekmektedir.

Çizelge 3.1 İzmir'e ait mevsim normalleri - Ölçüm Periyodu (1938-2019)

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Tem.	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	8.7	9.5	11.6	15.8	20.8	25.5	28.0	27.6	23.6	18.7	14.1	10.4	17.8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	12.4	13.6	16.2	20.9	26.1	30.7	33.2	32.9	29.1	23.9	18.5	14.0	22.6
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	5.7	6.2	7.6	11.1	15.4	19.8	22.4	22.3	18.6	14.5	10.7	7.5	13.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.3	5.2	6.4	7.9	9.8	11.6	12.3	11.9	10.1	7.6	5.6	4.2	96.2
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.6	10.8	9.3	7.9	5.4	2.2	0.4	0.5	2.0	5.4	8.8	12.7	78.1
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	132.7	102.2	76.1	45.4	31.1	9.9	1.7	2.9	13.6	43.8	92.9	143.1	711.1
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.4	27.0	30.5	32.5	37.6	41.3	42.6	43.0	40.1	36.0	30.3	25.2	43.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-8.2	-5.2	-3.8	0.6	4.3	9.5	15.4	11.5	10.0	3.6	-2.9	-4.7	-8.2

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2020)

3.1.3. Çalışmada kullanılan araç ve gereçler

Bu çalışmada kullanılan araç-gereçler, liste olarak Çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.2 Çalışmada kullanılmış araç-gereç listesi

Laboratuvar, Araç, Makine-Teçhizat	Çalışmada Kullanım Amacı
Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanı	Moringa bitkisinin yetiştirilmesi
Zootekni Bölümü Kimyasal Analiz Laboratuvarları	Besin maddelerinin analizleri
Çeker ocak	Örneklerin yakılması
Hassas terazi (Scaltec)	Örneklerin tartımı
Saf su cihazı (Stakpure)	Analizlerde kullanılacak saf su üretimi
Protein analiz seti (VELP, DK 6 Kjeldahl Digestion Unit ve behr distillation unit S2)	Ham protein analizi
Van Soest analiz cihazları (Gerhardt)	Selüloz, ADF ve NDF analizi
Elektrikli ısıtıcı tabla (termal ısıtıcı tabla 3 bölmeli) ve su banyosu (MİPRO çalkamalı dijital su banyosu)	Yaş yakma (numunelerin kaynatılması veya belli bir dereceye kadar ısıtılması)
Etüv (Ecocell)	Kuru madde analizi / ön kurutma
Kül fırını (Protherm furnaces)	Kuru yakma / Ham kül analizi
Değirmen (Siemens-Schuckert)	Örneklerin öğütülmesi
Buzdolabı (Arçelik)	Örnekler ve bazı kimyasalların muhafaza edilmesi
Çalkalayıcı/karıştırıcı (Kotterman)	Örneklerin kimyasallarla karıştırılması
Polarimetre (WXG-4 manuel polarimetre)	Nişasta tayini
Ham yağ tayin cihazı (VELP, Solvent Extractor SER 148)	Ham yağ analizi

3.2. Yöntem

3.2.1. Araştırma yerinin ekime hazırlanması, bakım ve biçim

Moringa fidanları deneme parseline dikilmeden önce çapa yardımıyla toprak kabartılarak yabancı otlar uzaklaştırılmış ve 01/05/2019 tarihinde hazırlanmış parselde 45 tane moringa fidanının dikim işlemi yapılmıştır. İki bitki arasında 25 cm'lik mesafe bırakılarak tüm fidanlar tek sırada dikilmiştir. İlk ayda bitkiler günde bir defa olmak üzere su hortumu yardımıyla sulanmıştır. İkinci aydan itibaren damla sulama yöntemiyle iki günde bir defa sulanmıştır. Doğal yağışlardan sonra yağmur miktarına göre en az iki günlük sürede sulama kesilmiştir.

Ekimi izleyen ilk 3 ayda birer defa koyun-keçi gübresi verilmiştir (toplam 25 kg gübre). Denemede, hastalık-zararlı mücadelesi veya yabancı otlara karşı hiçbir kimyasal mücadele yapılmamıştır. Fakat gerektiğinde çapa yardımıyla yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Çalışmada 3 biçim yapılmıştır. Biçim işlemleri ise (Şekil 3.2), 5 aylık yaştan başlanarak (ilk çiçeklenme dönemi) yerden en az 50 cm uzunlukta gövde kesilerek tüm yaprakların biçilmesi suretiyle sırasıyla 03 Eylül, 04 Ekim ve 04 Kasım 2019 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2 Moringa bitkisinin biçim şekli

a. Biçim öncesi moringa bitkileri; b. Biçim sonrası moringa bitkileri

3.2.2. Moringa bitkisinin kurutulması

Çalışmada kullanılan moringa, biçildikten sonra yaprak, sap ve bütün (yaprak + sap) olmak üzere 3 gruba ayrılıp oda sıcaklığında kurutulmuştur. Biçimden hemen sonra her gruptan numuneler alınmış ve 105°C'de 16 saat etüvde kurutularak bitkinin taze halde kuru madde (TH_KM) içeriği saptanmıştır.



Şekil 3.3 Moringa bitkisinin kurutulması
a. Kurutma işlemi; b. Taze otta kuru madde saptama

Bu çalışmada kullanılan örnekler her biçim için şu şekilde tasarlanmıştır:

- Moringa taze otu: Yaprak, Sap, Bütün (Yaprak + Sap)
- Moringa kuru otu (doğal kurutma): Yaprak, Sap, Bütün (Yaprak + Sap)
- Moringa tohumu: Tam tohum

Çalışmada kullanılan bitki materyalinin gruplandırılması Şekil 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.4 Çalışmada kullanılan bitki materyalinin gruplandırılması
a. Yaş yaprak; b. Yaş sap; c. Yaş bütün (yaprak + sap); d. Tohum

3.2.3. Weende ve Van Soest analiz yöntemleri

Analizler, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Kimyasal Analiz Laboratuvarları’nda gerçekleştirilmiştir.

Deneme yemleri oda sıcaklığında kurutulduktan sonra 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analizlere hazırlanmıştır. Denemede yemlerinin

analizleri her bir yem grubu ve her kimyasal analiz için 5'er tekerrür olarak yapılmıştır.

Yemlerin ham besin madde içerikleri (kuru madde: KM, ham kül: HK, ham protein: HP, ham yağ: HY, ham selüloz: HS) Weende analiz yöntemiyle belirlenmiştir. Kuru madde (KM) içerikleri 105 °C'de 16 saat etüvde kurutularak, ham kül (HK) içeriği ise 550 °C'de 16 saat kül fırınında yakılarak saptanmıştır. Azot (N) içeriğinin saptanmasında Kjeldahl metodundan yararlanılmış, ham protein (HP) içeriği ise $N \times 6.25$ formülü ile hesaplanmıştır. Ham yağ (HY) analizi susuz dietil eter kullanılarak Soxhlet ekstraksiyonu ile yapılmıştır (AOAC, 1990). Şeker ve nişasta analizleri AOAC (1990) yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Ham selüloz (HS) içerikleri %12.5 H₂SO₄ ve %12.5 NaOH solüsyonları kullanılarak tespit edilmiştir (Naumann and Bassler, 1993).

Örneklerin organik madde (OM) miktarları, KM – HK, Nitrojensiz öz maddeler (NÖM) ise; $100 - \% (\text{nem} + \text{HP} + \text{HY} + \text{HK} + \text{HS})$ şeklinde hesaplanmıştır.

Yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) içerikleri ise Goering ve Van Soest (1970) tarafından bildirilen yöntemlere göre analiz edilmiştir. Ayrıca yem örneklerinin taze halde ve KM'de hemiselüloz içeriği NDF – ADF, selüloz içeriği ise ADF – ADL farkından hesaplanmıştır.



Şekil 3.5 Moringa bitkisinin kimyasal analizlere hazırlanması

a. Öğütülmüş tohum ve yağı; b. Kurutup öğütülmüş yaprak; c. Kurutup öğütülmüş bütün (yaprak + sap); d. Kurutup öğütülmüş sap

3.2.4. Metabolik enerji ve nispi yem değeri

Metabolik enerji değerleri kanatlı hayvanlar ve ruminant hayvanlar için ayrı ayrı hesaplanmıştır (TSE, 2004). Kanatlılar için yemlerin metabolik enerji değerleri aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır:

$$ME_K, \text{ MJ/kg KM} = 0.3431 \times \%HY + 0.1551 \times \%HP + 0.1301 \times \%toplams\text{eker} + 0.1669 \times \%ni\text{řasta}$$

Ruminant hayvanlar için yemlerin metabolik enerji değerlerinin hesaplanmasında aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır:

$$ME_R, \text{ kcal/kg organik madde (OM)} = 3260 + 0.455 \times HP + 3.517 \times HY - 4.037 \times HS$$

HP, HY, HS değerleri OM deki miktarlarıdır (g/kg), HP: (g/kg OM), HY: (g/kg OM), HS: (g/kg OM)

$$ME_R (\text{kcal/kg KM}) = [3260 + 455 (\%HP / (\%KM - \%HK))] + 3517 [\%HY / (\%KM - \%HK)] - 4037 [\%HS / (\%KM - \%HK)] \%OM / 100$$

Nispi yem değeri (NYD) Rohweder et al. (1978) tarafından geliştirilen aşağıdaki eşitlikler ile saptanmıştır. Nispi yem değerini hesaplamak için öncelikle sindirilebilir kuru madde (SKM) ADF değerinden hesaplanmaktadır.

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

Hayvanın canlı ağırlığına bağlı olarak kuru madde tüketimi (KMT) NDF değerinden hesaplanmaktadır.

$$KMT, \% = 120 / NDF$$

Nispi yem değerini (NYD) hesaplamak için SKM ve KMT değerleri formülde yerine konulur.

$$NYD = \%SKM \times \%KMT \times 0.775$$

Nispi yem değeri kuru otlar için geliştirilen bir değerlendirme yöntemidir ve Çizelge 3.3'de verilen standartlara göre değerlendirilmektedir.

Çizelge 3.3 Nispi yem değeri standartları ^a

Kalite standartları	HP	ADF, %(KM)	NDF, %(KM)	NYD
En iyi kalite	>19	<31	<40	151
1	17-19	31-40	40-46	151-125
2	14-16	36-40	47-53	124-103
3	11-13	41-42	54-60	102-87
4	8-10	43-45	61-65	86-75
5	8	>45	>65	<75

^a Nispi yem değeri yemlerin bileşiminde %41 ADF ve %53 NDF olduğunda 100 olarak standart kabul edilir.

3.2.5. İstatistiksel analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde ortalamalar arasındaki farklılıkların saptanmasında varyans analizi (ANOVA), görülen farklılıkların önem seviyelerinin belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır (SPSS, 2003). Güven aralığı %95 olarak belirlenmiştir. Çalışmaya ait matematiksel formül aşağıdadır.

$$Y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = i. deneme grubunun j. gözlem değeri

μ = popülasyonun beklenen ortalaması

a_i = i. deneme grubunun etkisi

e_{ij} = şansa bağlı hatanın tesadüfi çevre faktörlerinin etkisi

Ortalamalar arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunduğu zaman ($P < 0.05$) küçük harflerle (*a, b, c*) işaretlenmiştir. Harfler, ortalamaların en yüksek değeri *a* harfi, sonrakiler *b* ve *c* olacak şekilde sıralanmıştır.

4. BULGULAR

Bu başlık altında çalışmada incelenen moringa bitkisinin farklı kısımlarının besin madde içerikleri, metabolik enerji ve nispi yem değerleri, kuru maddede ve taze halde olarak iki şekilde sunulmuştur.

4.1. Moringa Bitkisinin Ham Besin Madde İçeriği ile İlgili Bulgular

Bu kısımda moringa bitkisinin taze halde ve kuru maddede ham besin madde içerikleri (organik madde (OM), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK), ham selüloz (HS) ve nitrojensiz öz madde (NÖM)) belirlenmiştir. İlgili çizelgeler incelendiğinde, biçime göre yem gruplarının kimyasal bileşimleri arasında önemli farklılıklar saptanmıştır ($P<0.05$).

Çizelge 4.1 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa yaprağının ham besin madde içeriği

Besin Maddeleri (%)	Kuru Maddede				Taze Halde			
	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri
OM	89.38 ±0.40	89.49 ±0.45	89.70 ±0.21	0.3998	27.64 ±0.03 ^a	16.09 ±0.06 ^c	21.36 ±0.03 ^b	0.0000
HK	10.62 ±0.09	10.51 ±0.36	10.30 ±0.12	0.1120	3.28 ±0.03 ^a	1.89 ±0.06 ^c	2.45 ±0.03 ^b	0.0000
HP	22.96 ±0.40 ^c	29.14 ±0.23 ^b	39.30 ±0.18 ^a	0.0000	7.10 ±0.13 ^b	5.24 ±0.06 ^c	9.36 ±0.06 ^a	0.0000
HY	5.63 ±0.07 ^a	4.86 ±0.18 ^b	5.79 ±0.18 ^a	0.0000	1.74 ±0.02 ^a	0.87 ±0.03 ^c	1.38 ±0.04 ^b	0.0000
HS	8.83 ±0.17 ^a	6.56 ±0.36 ^b	5.68 ±0.16 ^c	0.0000	2.73 ±0.06 ^a	1.18 ±0.06 ^c	1.35 ±0.04 ^b	0.0000
NÖM	51.96 ±0.77 ^a	48.94 ±0.76 ^b	38.93 ±0.38 ^c	0.0000	16.07 ±0.19 ^a	8.80 ±0.12 ^c	9.27 ±0.08 ^b	0.0000
Nişasta	2.16 ±1.48	Saptanamadı		0.3163	0.67 ±0.46	Saptanamadı		0.28 ±0.00
Şeker	16.61 ±0.48 ^b	19.55 ±0.67 ^a	12.34 ±0.25 ^c	0.0000	5.14 ±0.14 ^a	3.52 ±0.11 ^b	2.94 ±0.06 ^c	0.0000

OM: organik madde, KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, HS: ham selüloz, NÖM: nitrojensiz öz maddeler, P olasılık değeri, ^{a-c}: aynı satırda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir ($P<0.05$).

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, KM’de OM ve HK içerikleri bakımından biçimler arasında istatistiksel farklılıklar önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Ancak KM’de HP, HY, HS, NÖM ve şeker içeriği bakımında biçimler arasında istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). KM’de HP ve HY içerikleri bakımında en yüksek değerler (%39.30±0.18 ve %5.79±0.18) 3. biçimde elde

edilmişken HS ve NÖM içeriği bakımında en yüksek değerler (8.83 ± 0.17 ve 51.96 ± 0.77) 1. biçimde elde edilmiştir.

Diğer taraftan taze halde (TH) ham besin madde içeriği bakımında tüm biçimler arasında anlamlı farklar bulunmuş ($P < 0.05$) ve şeker hariç en küçük değerler 2. biçimde elde edilmiştir. HP içeriği için en yüksek değer 3. biçimde elde edilmişken geri kalan ham besin maddelerinde en yüksek değer 1. biçimde elde edilmiştir.

Tüm biçimler dâhil olmak üzere kısımlar arasında HS içeriği ($\%5.68 \pm 0.16$) bakımında en düşük, HP içeriği ($\%39.30 \pm 0.18$) bakımında ise en yüksek değerler yaprakta saptanmıştır.

Çizelge 4.2 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa sapının ham besin madde içeriği

Besin Maddeleri (%)	Kuru Maddede				Taze Halde			
	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri
OM	90.50 $\pm 0.25^a$	89.70 $\pm 0.58^b$	90.07 $\pm 0.12^{ab}$	0.0155	20.55 $\pm 0.01^b$	23.45 $\pm 0.02^a$	16.44 $\pm 0.02^c$	0.0000
HK	9.50 $\pm 0.07^c$	10.30 $\pm 0.05^a$	9.93 $\pm 0.10^b$	0.000	2.16 $\pm 0.01^b$	2.69 $\pm 0.02^a$	1.81 $\pm 0.02^c$	0.0000
HP	9.76 $\pm 0.16^c$	11.40 $\pm 0.13^b$	13.28 $\pm 0.15^a$	0.000	2.22 $\pm 0.04^c$	2.98 $\pm 0.04^a$	2.42 $\pm 0.03^b$	0.0000
HY	1.79 $\pm 0.03^c$	2.11 $\pm 0.08^a$	2.00 $\pm 0.04^b$	0.000	0.41 $\pm 0.01^b$	0.55 $\pm 0.02^a$	0.37 $\pm 0.01^c$	0.0000
HS	35.47 $\pm 0.49^a$	32.71 $\pm 0.58^b$	35.98 $\pm 1.19^a$	0.000	8.05 $\pm 0.10^b$	8.55 $\pm 0.14^a$	6.57 $\pm 0.22^c$	0.0000
NÖM	43.49 $\pm 0.37^a$	43.48 $\pm 0.57^a$	38.82 $\pm 1.06^b$	0.0001	9.87 $\pm 0.08^b$	11.37 $\pm 0.13^a$	7.09 $\pm 0.19^c$	0.0000
Nişasta	Saptanamadı	1.78 ± 0.00	Saptanamadı	-	Saptanamadı	0.47 ± 0.00	Saptanamadı	-
Şeker	7.45 $\pm 0.16^c$	12.43 $\pm 0.38^a$	8.85 $\pm 0.28^b$	0.000	1.69 $\pm 0.04^b$	3.25 $\pm 0.11^a$	1.62 $\pm 0.05^b$	0.0000

OM: organik madde, KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, HS: ham selüloz, NÖM: nitrojensiz öz maddeler, P olasılık değeri, ^{a-c}: aynı satırda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir ($P < 0.05$).

Çizelge 4.2 incelendiğinde, moringa sapında KM’de ham besin madde içeriği bakımında tüm biçimler arasında önemli farklılıklar saptanmıştır ($P < 0.05$). KM’de HP içeriği bakımında en yüksek değer ($\%13.28 \pm 0.15$) yaprakta olduğu gibi 3. biçimde elde edilmiştir. KM’de HK, HY ve şeker içerikleri bakımında en yüksek değerler ($\%10.30 \pm 0.05$, $\%2.11 \pm 0.08$ ve $\%12.43 \pm 0.38$) 2. biçimde elde edilmişken OM ve NÖM içeriği bakımında en yüksek değerler ($\%90.50 \pm 0.25$ ve $\%43.49 \pm 0.37$) 1. biçimde elde edilmiştir.

Aynı çizelge incelendiğinde, moringa sapında TH'de ham besin madde içeriği bakımında tüm biçimler arasında önemli farklılıklar saptanmıştır ($P<0.05$). TH'de şeker ve HP hariç en küçük değerler 3. biçimde elde edilmiştir. Ancak Çizelgede 4.1'de görüldüğü gibi yaprakta TH'de ham besin madde içeriği bakımında tüm biçimler arasında en düşük değerler 2. biçimde elde edilmişken sapta en yüksek değerler 2. biçimde gözlenmiştir. Bu bulgular, 30 günlük zaman zarfında sapların daha olgunlaşmadığını, dolayısıyla daha kaliteli olduğunu göstermektedir.

Diğer yandan tüm biçimler dâhil olmak üzere kısımlar arasında HY içeriği ($\%1.79\pm0.03$) bakımında en düşük, HS içeriği ($\%35.98\pm1.19$) bakımında ise en yüksek değerler sapta saptanmıştır.

Çizelge 4.3 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa bitkisinin (bütün) ham besin madde içeriği

Besin Maddeleri (%)	Kuru Maddede				Taze Halde			
	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri
OM	90.24 ± 0.40	89.67 ± 0.85	89.96 ± 0.08	0.2918	20.74 $\pm 0.02^c$	21.79 $\pm 0.13^a$	21.20 $\pm 0.01^b$	0.0000
HK	9.76 $\pm 0.09^b$	10.33 $\pm 0.50^a$	10.04 $\pm 0.06^{ab}$	0.0314	2.24 $\pm 0.02^c$	2.51 $\pm 0.13^a$	2.37 $\pm 0.01^b$	0.0004
HP	17.28 $\pm 0.30^c$	24.09 $\pm 0.16^b$	32.39 $\pm 0.20^a$	0.0000	3.97 $\pm 0.05^c$	5.85 $\pm 0.06^b$	7.63 $\pm 0.05^a$	0.0000
HY	3.40 $\pm 0.08^c$	3.68 $\pm 0.07^b$	4.82 $\pm 0.15^a$	0.0000	0.78 $\pm 0.02^c$	0.90 $\pm 0.02^b$	1.14 $\pm 0.04^a$	0.0000
HS	23.46 $\pm 0.22^a$	14.70 $\pm 0.30^b$	14.16 $\pm 0.46^c$	0.0000	5.39 $\pm 0.03^a$	3.57 $\pm 0.08^b$	3.34 $\pm 0.11^c$	0.0000
NÖM	46.11 $\pm 0.18^b$	47.19 $\pm 1.04^a$	38.58 $\pm 0.73^c$	0.0000	10.60 $\pm 0.06^b$	11.47 $\pm 0.21^a$	9.09 $\pm 0.17^c$	0.0000
Niştasta	Saptanamadı	1.78 ± 0.00	1.77 ± 0.00	-	Saptanamadı	0.43 ± 0.00	0.43 ± 0.00	-
Şeker	16.29 $\pm 0.50^b$	19.32 $\pm 0.58^a$	11.22 $\pm 0.53^c$	0.0000	3.74 $\pm 0.12^b$	4.69 $\pm 0.14^a$	2.64 $\pm 0.13^c$	0.0000

OM: organik madde, KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, HS: ham selüloz, NÖM: nitrojensiz öz maddeler, P olasılık değeri, ^{a-c}: aynı satırda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir ($P<0.05$).

Yaprakta olduğu gibi bütünde de KM'de OM içeriği açısından önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Ancak KM ve TH'de HK, HP, HY, HS, NÖM ve şeker içeriği bakımında biçimler arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca en yüksek HP ile HY içerikleri (sırasıyla $\%32.39\pm0.20$ ve $\%4.82\pm0.15$) ve en düşük HS içeriği ($\%14.16\pm0.46$) 3. biçimde elde edilmişken 1. biçimde ters eğilim gözlenmiştir (HP = $\%17.28\pm0.30$; HY = $\%3.40\pm0.08$ ve HS = $\%23.46\pm0.22$).

Çizelge 4.4 Kuru maddede ve taze halde moringa tohumunun ham besin madde içeriği

Ham Besin Madde (%)	Kuru Maddede	Taze Halde
OM	96.16±0.12	92.91±0.12
HK	3.84±0.10	3.71±0.09
HP	36.26±0.37	35.04±0.36
HY	31.83±0.03	30.75±0.03
HS	20.93±0.49	20.22±0.48
NÖM	7.15±0.76	6.90±0.74
Niştasta	1.12±0.00	1.09±0.00
Şeker	4.43±0.44	4.28±0.43

OM: organik madde, KM: kuru madde, HP: ham protein, HY: ham yağ, HS: ham selüloz, NÖM: nitrojensiz öz maddeler.

Çizelgede 4.4’de görüldüğü gibi, 3. biçim yaprak hariç HP içeriği açısından kısımlar arasında en yüksek değer tohumda bulunmuştur. Bu da erken hasat edildiğinde moringa yaprağının yem değerinin çok yüksek olduğunu kanıtlanmaktadır.

Ham besin madde içeriği ile ilgili tüm çizelgeler birlikte değerlendirildiğinde yaprak, sap ve bütün olarak grupların KM’de OM içeriği hemen hemen %90 olarak bulunmuşken moringa tohumu diğer kısımlara göre farklı bulunmuştur. Bu bağlamda moringa tohumu daha yüksek OM ve HY içermektedir (sırasıyla %96.16±0.12 ve %31.83±0.03). Diğer taraftan KM’de HK, NÖM ve şeker içerikleri açısından en düşük değerler tohumda saptanmışken yaprakta en yüksek değerler saptanmıştır (sırasıyla %10.62±0.09; %51.96±0.77 ve %19.55±0.67).

4.2. Moringa Bitkisinin Hücre Çeperi İçeriği ile İlgili Bulgular

Bu kısımda moringa bitkisinin taze halde ve kuru maddede hücre çeperi içerikleri (NDF, ADF, ADL, hemiselüloz, selüloz) belirlenmiştir.

Çizelge 4.5 incelendiğinde, KM ve TH’de biçimlere göre yapraktaki hücre çeperi bileşimleri arasında önemli farklılıklar saptanmıştır ($P<0.05$). Görüldüğü üzere moringa yaprağında KM’de NDF, hemiselüloz ve selüloz içeriği (sırasıyla %16.46±0.65; %6.45±0.90 ve %7.45±0.25) bakımında en yüksek değerler 1. biçimde elde edilmişken en düşük değerler 3. biçimde elde edilmiştir. ADF ve ADL içeriği bakımında ise ters eğilim gözlenmiştir.

Çizelge 4.5 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa yaprağının hücre çeperi içeriği

Besin Maddeleri (%)	Kuru Maddede				Taze Halde			
	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri
NDF	16.46 ±0.65 ^a	15.69 ±0.34 ^b	12.25 ±0.54 ^c	0.0000	5.09 ±0.21 ^a	2.82 ±0.07 ^b	2.92 ±0.13 ^b	0.0000
ADF	10.00 ±0.42 ^b	10.44 ±0.42 ^b	11.80 ±0.48 ^a	0.0001	3.09 ±0.12 ^a	1.88 ±0.07 ^c	2.81 ±0.12 ^b	0.0000
ADL	2.56 ±0.23 ^b	2.56 ±0.22 ^b	5.03 ±0.26 ^a	0.0000	0.79 ±0.07 ^b	0.46 ±0.04 ^c	1.20 ±0.06 ^a	0.0000
Hemiselüloz	6.45 ±0.90 ^a	5.25 ±0.72 ^b	0.45 ±0.31 ^c	0.0000	2.00 ±0.28 ^a	0.94 ±0.13 ^b	0.11 ±0.07 ^c	0.0000
Selüloz	7.45 ±0.25 ^a	7.88 ±0.36 ^a	6.76 ±0.41 ^b	0.0009	2.30 ±0.07 ^a	1.42 ±0.06 ^c	1.61 ±0.10 ^b	0.0000

NDF: nötr deterjan lif, ADF: asit deterjan lif, ADL: asit deterjan lignin, P olasılık değeri, ^{a-c}: aynı satırda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir (P<0.05).

Moringa yaprağında TH'de hücre çeperi içeriğine bakıldığında NDF (%5.09±0.21), ADF (%3.09±0.12), hemiselüloz (%2.00±0.28) ve selüloz (%2.30±0.07) içerikleri bakımında en yüksek değerler 1. biçimde elde edilmiştir. NDF (%2.82±0.07), ADF (%1.88±0.07) ve selüloz (%1.42±0.06) içerikleri bakımında en düşük değerler 2. biçimde elde edilmiştir.

Çizelge 4.6 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa sapının hücre çeperi içeriği

Hücre çeperi (%)	Kuru Maddede				Taze Halde			
	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri
NDF	53.10 ±0.30 ^a	47.71 ±0.56 ^b	52.69 ±0.52 ^a	0.0000	12.06 ±0.07 ^b	12.47 ±0.12 ^a	9.62 ±0.10 ^c	0.0000
ADF	42.43 ±0.48 ^b	39.62 ±0.73 ^c	43.97 ±0.22 ^a	0.0000	9.63 ±0.10 ^b	10.36 ±0.19 ^a	8.03 ±0.04 ^c	0.0000
ADL	7.83 ±0.31 ^a	7.06 ±0.26 ^b	8.16 ±0.30 ^a	0.0002	1.78 ±0.07 ^a	1.84 ±0.06 ^a	1.49 ±0.05 ^b	0.0000
Hemiselüloz	10.68 ±0.57 ^a	8.10 ±0.71 ^b	8.72 ±0.55 ^b	0.0001	2.42 ±0.13 ^a	2.12 ±0.18 ^b	1.59 ±0.10 ^c	0.0000
Selüloz	34.60 ±0.34 ^b	32.56 ±0.78 ^c	35.81 ±0.22 ^a	0.0000	7.86 ±0.09 ^b	8.51 ±0.22 ^a	6.54 ±0.04 ^c	0.0000

NDF: nötr deterjan lif, ADF: asit deterjan lif, ADL: asit deterjan lignin, P olasılık değeri, ^{a-c}: aynı satırda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir (P<0.05).

Çizelge 4.6 incelendiğinde moringa sapının KM ve TH'de hücre çeperi içeriği bakımında biçimler arasında gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05). Rakamsal olarak ise hemiselüloz hariç 1. ve 3. biçimlerde hemen hemen aynı değerler bulunmuştur. Diğer yandan hücre çeperi içeriği bakımında biçimler

arasında KM’de en düşük değerler 2. biçimde elde edilmişken TH’de bu biçimde en yüksek değerler elde edilmiştir (hemiselüloz hariç). Bu değişiklik biçimler arasında 2. biçimde sapın TH’de KM içeriğinin en yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.7 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa bitkisinin (bütün) hücre çeperi içeriği

Hücre çeperi (%)	Kuru Maddede				Taze Halde			
	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri
NDF	34.74 ±0.63 ^a	22.23 ±0.31 ^c	23.88 ±0.73 ^b	0.0000	7.98 ±0.13 ^a	5.40 ±0.07 ^c	5.63 ±0.17 ^b	0.0000
ADF	27.36 ±0.44 ^a	18.29 ±0.33 ^b	18.31 ±0.60 ^b	0.0000	6.29 ±0.10 ^a	4.44 ±0.07 ^b	4.31 ±0.14 ^b	0.0000
ADL	4.87 ±0.25 ^a	3.54 ±0.28 ^c	4.06 ±0.19 ^b	0.0000	1.12 ±0.06 ^a	0.86 ±0.07 ^c	0.96 ±0.04 ^b	0.0001
Hemiselüloz	7.38 ±0.63 ^a	3.95 ±0.38 ^c	5.57 ±1.12 ^b	0.0001	1.70 ±0.14 ^a	0.96 ±0.09 ^c	1.31 ±0.27 ^b	0.0001
Selüloz	22.49 ±0.34 ^a	14.74 ±0.22 ^b	14.25 ±0.77 ^b	0.0000	5.17 ±0.06 ^a	3.58 ±0.04 ^b	3.36 ±0.18 ^c	0.0000

NDF: nötr deterjan lif, ADF: asit deterjan lif, ADL: asit deterjan lignin, P olasılık değeri, ^{a-c}: aynı satırda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir (P<0.05).

Çizelge 4.7’de görüldüğü üzere, yaprak ve sapta olduğu gibi bütün olarak da moringa bitkisinin KM ve TH’de hücre çeperi içeriği bakımında biçimler arasında gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05). Çizelge 4.7 incelendiğinde bu yem grubunda hücre çeperi içeriği bakımında hem KM’de hem de TH’de en yüksek değerler 1. biçimde elde edilmiştir. İkinci ve 3. biçimlerde ise KM’de ve TH’de ADF hariç diğer hücre çeperi içerikleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur (P<0.05).

Çizelge 4.8 Kuru maddede ve Taze halde moringa tohumunun hücre çeperi içeriği

Hücre çeperi (%)	Kuru maddede	Taze Halde
NDF	37.67±0.93	36.40±0.89
ADF	34.83±0.33	33.65±0.32
ADL	25.30±0.29	24.45±0.28
Hemiselüloz	2.84±1.17	2.75±1.14
Selüloz	9.53±0.57	9.21±0.55

NDF: nötr deterjan lif, ADF: asit deterjan lif, ADL: asit deterjan lignin.

Moringa bitkisinin hücre çeperi içerikleri ile ilgili tüm çizelgeler beraber değerlendirildiğinde, en düşük değerler yaprakta (en düşükleri 3. biçimde), en yüksek değerler ise sapta (en yüksek değerler 1. biçimde) bulunmuştur.

4.3. Moringa Bitkisinin Metabolik Enerji İçeriği ve Nispi Yem Değeri ile İlgili Bulgular

Bu bölümde araştırmada kullanılan moringa bitkisinin biçimlere göre farklı kısımlarının metabolik enerji (ME) içerikleri, sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değerleri (NYD) saptanmış ve aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Yöntem kısmında belirlenmiş olduğu gibi ME değerleri kanatlı hayvanlar ve ruminant hayvanlar için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa yaprağının metabolik enerji içeriği ve nispi yem değeri

Hesaplanan Değer	Kuru Maddede				Taze Halde			
	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri
ME _K (MJ/kg)	7.87 ±0.26 ^c	8.73 ±0.07 ^b	9.81 ±0.16 ^a	0.0000	2.43 ±0.08 ^a	1.57 ±0.01 ^c	2.34 ±0.04 ^b	0.0000
ME _K (kcal/kg)	1880.98 ±62.14 ^c	2086.52 ±16.73 ^b	2344.65 ±38.24 ^a	0.0000	580.78 ±19.12 ^a	375.24 ±2.39 ^c	559.27 ±9.56 ^b	0.0000
ME _R (MJ/kg)	11.96 ±0.08 ^c	12.37 ±0.08 ^b	12.88 ±0.06 ^a	0.0000	3.70 ±0.01 ^a	2.22 ±0.02 ^c	3.07 ±0.01 ^b	0.0000
ME _R (kcal/kg)	2859.53 ±18.37 ^c	2956.36 ±19.77 ^b	3077.42 ±15.04 ^a	0.0000	884.28 ±3.04 ^a	531.69 ±4.43 ^c	732.92 ±3.13 ^b	0.0000
SKM (%)	81.11 ±0.33 ^a	80.77 ±0.33 ^a	79.71 ±0.37 ^b	0.0001				
KMT (%)	7.30 ±0.29 ^b	7.65 ±0.16 ^b	9.81 ±0.45 ^a	0.0000				
NYD	458.90 ±17.65 ^b	478.99 ±8.93 ^b	606.23 ±30.38 ^a	0.0000				

ME_K: kanatlılar için metabolik enerji, ME_R: ruminantlar için metabolik enerji, SKM: sindirilebilir kuru madde, KMT: kuru madde tüketimi, NYD: nispi yem değeri, P olasılık değeri, ^{a-c}: aynı satırda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir (P<0.05).

Çizelge 4.9'da moringa yaprağında incelenen parametreler KM ve TH'de biçimler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur (P<0.05). Metabolik enerji (kanatlı ve ruminant) içeriğine bakıldığında KM'de en yüksek değerler (2344.65 kcal/kg ve 2859.53 kcal/kg) 3. biçimde, en düşük değerler ise (1880.98 kcal/kg ve 3077.42 kcal/kg) 1. biçimde gözlenirken TH'de en yüksek değerler (559.27 kcal/kg ve 884.28 kcal/kg) 1. biçimde, en düşük değerler ise (375.24 kcal/kg ve 531.69 kcal/kg) 2. biçimde gözlenmiştir. Bu durum yapraklardaki TH'de HY içeriğinin 2. biçimde düşmesi ve 3. biçimde HP içeriğinin yükselmesinden kaynaklanmıştır.

Standartlara göre moringa yaprağının NYD tüm biçimlerde en iyi kalite sınıfında olmakla beraber en iyi değer (606.23±30.38) 3. biçimde elde edilmiştir.

Ardından sırasıyla 2. ve 1. biçimlerdeki değerler izlemiştir (sırasıyla 478.99 ± 8.93 ve 458.90 ± 17.65).

Çizelge 4.10 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa sapının metabolik enerji içeriği ve nispi yem değeri

Hesaplanan Değer	Kuru Maddede				Taze Halde			
	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri
ME _K (MJ/kg)	3.10 $\pm 0.04^c$	4.17 $\pm 0.17^a$	3.90 $\pm 0.05^b$	0.0000	0.70 $\pm 0.01^b$	1.09 $\pm 0.05^a$	0.71 $\pm 0.01^b$	0.0000
ME _K (kcal/kg)	740.92 $\pm 9.56^c$	996.65 $\pm 40.63^a$	932.12 $\pm 11.95^b$	0.0000	167.30 $\pm 2.39^b$	260.52 $\pm 11.95^a$	169.69 $\pm 2.39^b$	0.0000
ME _R (MJ/kg)	6.80 $\pm 0.07^b$	7.24 $\pm 0.09^a$	6.76 $\pm 0.19^b$	0.0000	1.55 $\pm 0.02^b$	1.89 $\pm 0.02^a$	1.23 $\pm 0.04^c$	0.0000
ME _R (kcal/kg)	1626.14 $\pm 15.68^b$	1729.90 $\pm 20.91^a$	1614.80 $\pm 46.07^b$	0.0001	369.27 $\pm 3.72^b$	452.27 $\pm 4.91^a$	294.81 $\pm 8.47^c$	0.0000
SKM (%)	55.85 $\pm 0.37^b$	58.04 $\pm 0.57^a$	54.65 $\pm 0.17^c$	0.0000				
KMT (%)	2.26 $\pm 0.01^b$	2.52 $\pm 0.03^a$	2.28 $\pm 0.02^b$	0.0000				
NYD	97.81 $\pm 0.83^b$	113.14 $\pm 2.07^a$	96.46 $\pm 1.03^b$	0.0000				

ME_K: kanatlılar için metabolik enerji, ME_R: ruminantlar için metabolik enerji, SKM: sindirilebilir kuru madde, KMT: kuru madde tüketimi, NYD: nispi yem değeri, P olasılık değeri, ^{a-c}: aynı satırda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir ($P < 0.05$).

Çizelge 4.10'da moringa sapında incelenen parametreler KM ve TH'de biçimler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($P < 0.05$). Moringa sapında metabolik enerji (kanatlı ve ruminant) içeriğine bakıldığında hem KM'de hem TH'de en yüksek değerler 2. biçimde saptanmıştır. Aynı şekilde KM'de SKM (58.04 ± 0.57), KMT (2.52 ± 0.03) ve NYD (113.14 ± 2.07) en yüksek değerler 2. biçimde bulunmuş, 1. ve 3. biçimlerde ise benzer değerler elde edilmiştir.

Standartlara göre moringa sapının en yüksek NYD (2. biçim), 103-124 arasında olduğu için 2. kalite sınıfına, en düşük NYD (3. biçim) ise 87-102 arasında olduğu için 3. kalite sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.11 incelendiğinde diğer kısımlarda olduğu gibi bütün olarak moringa bitkisinin KM ve TH'de incelenen parametreler bakımında biçimler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($P < 0.05$). Moringa bitkisinin (bütün) metabolik enerji (kanatlı ve ruminant) içeriğine bakıldığında hem KM'de hem TH'de en yüksek değerler 3. biçimde elde edilmiştir. Ardından sırasıyla 2. ve 1. biçimlerdeki değerler gelmiştir.

Çizelge 4.11 Biçimlere göre kuru maddede ve taze halde moringa bitkisinin (bütün) metabolik enerji içeriği ve nispi yem değeri

Hesaplanan Değer	Kuru Maddede				Taze Halde			
	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri	1. Biçim	2. Biçim	3. Biçim	P Değeri
ME _K (MJ/kg)	5.96 ±0.06 ^c	7.57 ±0.19 ^b	8.20 ±0.17 ^a	0.0000	1.37 ±0.01 ^c	1.84 ±0.05 ^b	1.93 ±0.04 ^a	0.0000
ME _K (kcal/kg)	1424.47 ±14.34 ^c	1809.27 ±45.41 ^b	1959.85 ±40.63 ^a	0.0000	327.44 ±2.39 ^c	439.77 ±11.95 ^b	461.28 ±9.56 ^a	0.0000
ME _R (MJ/kg)	9.17 ±0.03 ^c	10.75 ±0.15 ^b	11.21 ±0.09 ^a	0.0000	2.11 ±0.01 ^c	2.61 ±0.03 ^b	2.64 ±0.02 ^a	0.0000
ME _R (kcal/kg)	2192.86 ±7.83 ^c	2569.08 ±35.12 ^b	2678.12 ±20.60 ^a	0.0000	503.94 ±1.75 ^c	624.25 ±6.68 ^b	631.02 ±4.59 ^a	0.0000
SKM (%)	67.59 ±0.34 ^b	74.65 ±0.26 ^a	74.64 ±0.47 ^a	0.0000				
KMT (%)	3.46 ±0.06 ^c	5.40 ±0.08 ^a	5.03 ±0.15 ^b	0.0000				
NYD	180.99 ±3.66 ^c	312.34 ±4.76 ^a	290.89 ±8.41 ^b	0.0000				

ME_K: kanatlılar için metabolik enerji, ME_R: ruminantlar için metabolik enerji, SKM: sindirilebilir kuru madde, KMT: kuru madde tüketimi, NYD: nispi yem değeri, P olasılık değeri, ^{a-c}: aynı satırda farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir (P<0.05).

Standartlara göre bütün olarak moringa bitkisinin NYD tüm biçimlerde en iyi kalite sınıfında olmakla birlikte en iyi değer (312.34±4.76) 2. biçimde elde edilmiştir. Ardından sırasıyla 3. ve 1. biçimlerdeki değerler izlemiştir (sırasıyla 290.99±8.41 ve 180.99 ±3.66).

Çizelge 4.12 Kuru maddede ve taze halde moringa tohumunun metabolik enerji içeriği ve nispi yem değeri

Hesaplanan Değer	Kuru Maddede	Taze Halde
ME _K (MJ/kg)	17.16±0.10	16.58±0.10
ME _K (kcal/kg)	4101.34±23.90	3962.72±23.90
ME _R (MJ/kg)	14.95±0.08	14.45±0.07
ME _R (kcal/kg)	3574.26±18.02	3453.56±17.41
SKM (%)	61.77±0.26	
KMT (%)	3.19±0.08	
NYD	152.55±3.33	

ME_K: kanatlılar için metabolik enerji, ME_R: ruminantlar için metabolik enerji, SKM: sindirilebilir kuru madde, KMT: kuru madde tüketimi, NYD: nispi yem değeri.

Tüm çizelgeler beraber incelendiğinde en yüksek ME_K (4101.34 kcal/kg KM) ve ME_R (3574.26 kcal/kg KM) değerleri moringa tohumunda bulunmuştur. Ancak NYD (152.55±3.33) en iyi kalite sınıfında olmakla birlikte SKM (%61.77±0.26) ve KMT (%3.19±0.08) değerlerinin moringa yaprağından düşük olmasından dolayı bitkinin yaprak ve bütün bitki kısımlarına göre daha düşük bulunmuştur. Zira NYD standardı daha ziyade ruminantların beslenmesinde

kullanılan kaba yem kaynaklarının kalitelerinin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Moringa bitkisinin tohumu ise yüksek ham besin madde içeriği özellikle HP ve HY içeriği dikkate alındığında yoğun yem olarak değerlendirilebilecektir.

Diğer yandan en düşük SKM (54.65 ± 0.17) ve KMT (2.26 ± 0.01) değerleri moringa sapına ait değerler, en yüksek SKM ve KMT değerleri ise moringa yaprağına ait değerlerdir (sırasıyla 81.11 ± 0.33 ve 9.81 ± 0.45). Bu bağlamda moringa bitkisinin farklı kısımlarını, NYD açısında sıralamak gerekirse; en iyiden başlayarak: yaprak, bütün bitki, tohum ve sap şeklinde olacaktır.



5. TARTIŞMA

Bu bölümde, biçimlere göre moringa bitkisinin farklı kısımlarının ham besin madde içerikleri, hücre çeperi içerikleri, metabolik enerji (ME) içerikleri ve nispi yem değerleri (NYD) tartışılmıştır. Önceki çalışmalarda genelde tek bir hasada ait bulguların verilmesinden dolayı sonuçlar tartışılırken, literatüre uyumluluk biçimlere göre değil, kısımlara göre değerlendirilmiştir.

5.1. Moringa Bitkisinin Ham Besin Madde İçeriği

Bitkinin yaşı, KM ve besin madde içeriklerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre bütün olarak taze moringa bitkisinin KM içerikleri (%22.98-24.30) rakamsal olarak fazla değişmemişken sapta %18.26-26.14 arasında, yaprakta ise %17.98-30.92 arasında değişmiştir. Yapraktaki en yüksek KM değeri birinci biçimle elde edilmişken sap ve bütündekiler ikinci biçimde gözlenmiştir. Bu da yaprakların yaşı ilerledikçe HS içeriğinin artmasının bir sonucudur (Ramos et al., 2015).

Tüm kısımlar dâhil olmak üzere, moringa bitkisinin KM'de HP içeriklerinin en düşük değerleri 1. biçimde elde edilmiştir (Mabapa et al., 2017). Bitkinin HS içeriği değerlendirildiğinde en yüksek HS değerleri 1. biçimde elde edilirken, kısımlar arasında HS içeriğinin en yüksek değerleri bitkinin sapında saptanmıştır. Bu sonuçlar bitkinin yaşına bağlı olarak değerlendirildiğinde beklenen sonuçlardır. Zira 1. biçimde 5 ay yaşındaki moringa bitkisi hasat edilmişken 2. ve 3. biçimler birer ay aralıklarla yapılmıştır. Sebola et al. (2019), olgunlaşmış ve olgunlaşmamış moringa bitkisiyle yaptıkları araştırmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Literatürde çoğu araştırmacı tarafından bu çalışmadaki 1. ve 2. biçimlerde saptanan HP değerlerine (%20-35) benzeyen sonuçlar bildirilmektedir (Abbas, 2013; Foidl et al., 2001; Kwen Mokoboki et al., 2019; Laouali Manzo et al., 2016; Liu et al., 2018; Mabapa et al., 2017; Mendieta-Araica et al., 2013; Olson et al., 2016; Ramos et al., 2015; Sebola et al., 2019; Ziani et al., 2019). Üçüncü biçimde saptanan KM'de HP düzeyi (%39.30±0.18) ile ilgili saptanan değerler bazı çalışmalar ile benzerdir (Ndong et al., 2007; Dražbo et al., 2019). Nitekim Ndong et al. (2007) ve Dražbo et al. (2019) çalışmalarında sırasıyla %39.69 ve %39.51 değerlerini bulmuşlardır. Çalışmamızda 3. biçimde saptanan KM'de HP düzeyi bazı çalışmalarda bildirilen düzeylerden daha yüksektir (Kwen Mokoboki

et al., 2019; Laouali Manzo et al., 2016; Liu et al., 2018; Mabapa et al., 2017; Mendieta-Araica et al., 2013; Olson et al., 2016; Ramos et al., 2015; Sebola et al., 2019; Ziani et al., 2019). Bu da araştırmalarda genellikle daha yaşlı bitkilerle çalışılmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca *Moringa oleifera* varyetelerinin HP içeriğinde (%15-39) önemli farklılıklar olduğu bildirilmiştir (Dražbo et al., 2019; Hassanein, 2018).

Beklendiği gibi KM’de HP içeriğinin en yüksek değerleri, buna karşın HS içeriğinin en düşük değerleri 3. biçimde elde edilmiştir. Ancak Quintanilla-Medina et al. (2018) en yüksek HP içeriğini 1. biçimde saptamışlar ve biçim sırası ile HP içeriğinin düştüğünü bildirmişlerdir. Bu sonuçların, bitkinin farklı zaman aralıkları ve farklı mevsimlerde hasat edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kısımlar arasında HP içeriğinin en yüksek değerleri yaprakta, en düşük değerleri ise bitkinin sap kısmında saptanmıştır. Bu bulgular literatür ile uyumludur (Abbas, 2013; Foidl et al., 2001; Saint Sauveur and Broin, 2010).

Bitkinin kısımları arasında KM bazında en yüksek OM ve HY içerikleri tohumda, en yüksek NÖM ve HK içeriği ise yaprakta saptanmıştır. En düşük HK içeriği tohumda, en düşük HY içeriği ise sap kısmında gözlenmiştir. Tüm kısımlar dâhil olmak üzere en düşük NÖM içerikleri 3. biçimde elde edilmiştir. Bu bulguların daha önceki çalışmalara uyumlu olduğu görülmüştür (Abbas, 2013; Liang et al., 2019; Mendieta-Araica et al., 2013; Quintanilla-Medina et al., 2018; Sebola et al., 2019; Ziani et al., 2019).

Tüm biçimlerde ve tüm kısımlarda çok düşük düzeylerde nişasta saptanmıştır. En yüksek KM’de şeker içeriği biçimler arasında 2. biçimde, kısımlar arasında ise yaprakta saptanmıştır. Bu çalışmada taze halde yaprakta saptanan şeker içeriği Ziani et al. (2019)’nin bulduğu değerden (3.82 ± 0.09) daha yüksek bulunmuştur. Ancak araştırmacılar bitki yapraklarının hangi yaşta hasat edildiğini bildirmemişlerdir. Tarafımızca yapılan literatür taramasında sapın şeker içeriğini bildiren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Aynı şekilde moringa bitkisinin nişasta içeriğinin saptandığı hiçbir çalışma bulunamamıştır. Bu bileşimlerin belirlenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Moringa tohumunda bulunan OM (96.16 ± 0.12), HK (3.84 ± 0.10), HP (36.26 ± 0.37) değerleri literatürle uyumludur (Abdulkarim et al., 2005; Foidl et al., 2001; Liang et al., 2019). Ancak HY (31.83 ± 0.03) içeriği ile ilgili bulgular literatürde sunulan bazı çalışmalar ile uyumlu (Abdulkarim et al., 2005; Foidl et al., 2001; Ndong et al., 2007) bazı çalışmalardan daha düşük bulunmuştur (Abbas, 2013; Ayerza(h), 2012; Ogunsina et al., 2014; Özcan, 2018). Yaptığımız

çalışmada saptanan HY değerleri ile uyumlu sonuçların olduğu araştırmalarda HY içerikleri, çalışmamıza benzer olarak %30.8-33.59 arasında bulunurken, çalışmamızdan daha yüksek değerlerin elde edildiği araştırmalarda bu değerler %35-54 arasında bildirilmiştir. Bu farklılıkların çalışmalarda bitkilerin elde edildikleri tohumların farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Zira Ayerza(h) (2019; 2012), çalışmalarında farklı yerlerden gelen moringa tohumları arasında HY içeriği bakımından %12'ye varan fark bulmuştur.

Moringa bitkisi yem bitkisi olarak kullanılan diğer baklagil kaba yemleri arasında, en önemli besin unsurlarından HP açısından değerlendirildiğinde, öne çıkmaktadır. Canbolat ve Karaman (2009), Türkiye'de yem bitkisi olarak tarımı yapılan bazı baklagil kaba yemlerini inceledikleri çalışmada, HP içerikleri %14.89 ile %19.11 arasında değişmiştir. En yüksek ham protein %19.11 ile tüylü yoncada bulunmuştur. Benzer çalışmalarda en yüksek ham protein %19.75 ile %22.1 olarak yoncada bulunmuştur (Canbolat et al., 2006; Yavuz, 2005). Yürütülen bu çalışmada ise bütün olarak moringa bitkisinin HP içeriği %17.28 ile %32.39 arasında değişmiştir. Canbolat vd. (2006); Canbolat ve Karaman (2009) ve Yavuz (2005) tarafından yapılan çalışmalarda incelenen baklagil kaba yemleri (yonca, adi yonca, düğmeli yonca, tüylü yonca, sarı taş yoncası, ak taş yoncası, hint yoncası, kamışsı yumak, buğday samanı, soya fasulyesi kabuğu, korunga, tüylü fiğ ve gazal boynuzu) değerlendirildiğinde, moringa bitkisinin HK ve HY içerikleri bakımından da sözü edilen kaba yemlerden üstünlük gösterdiği anlaşılmaktadır.

5.2. Moringa Bitkisinin Hücre Çeperi İçeriği

Çalışmada elde edilen bulgulara göre yaprakta biçim sırasıyla NDF (%16.46'dan %12.25'e), hemiselüloz (%6.45'den %0.45'e) ve selüloz (%7.45'den %6.76'ya) içerikleri azalmışken ADF (%10.00'dan %11.80'e) ve ADL (%2.56'dan %5.03'e) içeriği artmıştır. Quintanilla-Medina et al. (2018) ADF ve hemiselüloz ile ilgili aynı eğilim, NDF ile ilgili ise ters eğilim bulmuşlardır. Ancak buldukları değerler bu çalışmada saptananlarla uyumludur. Araştırmacılar NDF değerlerini %13.55-18.00; ADF değerlerini %8.25-11.64; hemiselüloz değerlerini %4.01-6.98 olarak saptamışlardır. Diğer taraftan fazla olgun yapraklarla çalışmış bazı araştırmacılar daha yüksek değerler bulmuşlardır (Mendieta-Araica et al., 2013; Sebola et al., 2019).

Çalışmada elde edilen bulgulara göre saptaki hücre çeperi içeriği biçime göre fazla değişiklik göstermemiştir. Ancak beklendiği üzere yapraktaki değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Saptanan bu değerler, önceki çalışmalarda bildirilen değerler ile uyumludur (Abbas, 2013; Mendieta-Araica et al., 2013; Sebola et al., 2019).

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre moringa bitkisinin (bütün) tüm hücre çeperi unsurları ilk biçimde daha yüksek bulunmuş, ikinci ve üçüncü biçimlerde ise daha düşük ve birbirleriyle benzer değerler elde edilmiştir. Bu da birinci hasadın ileri yaşıta (5 ay) yapılmış olması ve ikinci ve üçüncü biçimlerin izleyen aylarda 1'er ay aralıkla yapılmış olmasından kaynaklanmaktadır. Kwen Mokoboki et al. (2019) ve Mendieta-Araica et al. (2013), bu çalışmada elde edilen değerlere benzer veriler bildirmişlerdir. Çoğu araştırmada bütün (yaprak + sap) olarak incelenmediği için sadece ayrı ayrı yaprak ve sap içerikleri ile ilgili veriler çoğunluktadır (Abbas, 2013; Foidl et al., 2001; Mendieta-Araica et al., 2013; Quintanilla-Medina et al., 2018; Sebola et al., 2019).

Genel bir değerlendirme yapıldığında bütün olarak moringa bitkisi hücre çeperi içerikleri açısından diğer kaba yemlerle karşılaştırıldığında öne çıkmaktadır. Nitekim literatürde incelenen baklagillerin (adi yonca, düğmeli yonca, tüylü yonca, sarı taş yoncası, ak taş yoncası, hint yoncası, korunga ve gazal boynuzu) NDF, ADF ve ADL içerikleri sırasıyla %38.27 ile %46.19, %28.36 ile %37.79 ve %8.03 ile %15.14 arasında değişmişken moringa bitkisinde sırasıyla %22.23 ile %34.74, %18.29 ile %27.36 ve %3.54 ile %4.87 arasında değişmiştir (Canbolat et al., 2006; Canbolat and Karaman, 2009; Kwen Mokoboki et al., 2019; Yavuz, 2005). Yonca, kamışsı yumak, buğday samanı ve soya fasulyesi kabuğu ile yürütülen başka bir çalışmada ise söz konusu hücre çeperi bileşenleri daha yüksek bulunmuştur (Yavuz, 2005).

5.3. Moringa Bitkisinin Metabolik Enerji İçeriği ve Nispi Yem Değeri

Bu çalışmada moringa bitki kısımlarının ME değerleri tespit edilmiş ve belirlenen değerler bulgular bölümünde sunulmuştur. Literatürde bu çalışmada kullanılan formüller kullanılarak ME değerinin tespit edildiği bir çalışma bulunamamıştır. Bazı çalışmalarda ise moringa bitkisinin brüt enerji (BE) değerlerinin verilmesi nedeniyle çalışmamızda da moringa yaprağının BE değeri $3796.70 \text{ kcal/kg KM}$ olarak hesaplanmıştır $[BE (\text{kcal/kg KM}) = 4 \times (\%ham \text{ protein} + \%karbonhidrat) + 9 \times (\%ham \text{ yağ})]$. Moringa yaprağının BE değeri

literatürde bildirilen bazı değerler (3200 ile 3760) ile uyumlu (Sebola et al., 2019; Ziani et al., 2019) bazı değerler (4600 Kcal/kg KM) ile uyumsuzdur (Abbas, 2013).

Çalışmamızda bütün olarak moringa bitkisinin ME değeri 2192.86 ile 2678.12 kcal/kg KM arasında değişmiştir. Canbolat ve Karaman (2009)'ın Gaz Üretim Tekniği kullanarak inceledikleri baklagil kuru otlarının (adi yonca, düğmeli yonca, tüylü yonca, sarı taş yoncası, ak taş yoncası, hint yoncası, korunga ve gazal boynuzu) ME içerikleri ise 2222.75 ile 2652.96 kcal/kg KM arasında bildirilmiştir. Kwena Mokoboki et al. (2019) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise moringa yapraklarının ME değeri 0.53 Mcal/kg olarak saptanmıştır [ME, Mcal/kg = $0.821 \times \text{SE (Mcal/kg, SE: sindirilebilir enerji)}$].

Önceki çalışmalarda buğdaygil kuru otlarının SKM'leri %44.4 ile %59.7 arasında, baklagil kuru otlarının SKM'leri ise %59.5 ile %66.8 arasında (Canbolat et al., 2006; Canbolat and Karaman, 2009; Kwena Mokoboki et al., 2019; Yavuz, 2005) saptanmışken moringa kuru otunun SKM değerleri %67.59 ile %74.64 arasında saptanmıştır. Diğer tarafta buğdaygil kuru otlarının KMT'leri 2.26 ile 2.28 arasında değişmişken moringa bitkisinininki 3.46 ile 5.03 arasında değişmiştir. Moringa bitkisinde ADF değerinin diğerlerinden daha düşük olması SKM'yi, NDF değerinin diğerlerinden daha düşük olması ise KMT'yi artırmıştır.

Yem kalitesinin belirlenmesinde yemin kimyasal, fiziksel ve biyolojik değerlerinden yararlanılmaktadır. Monogastrik hayvanlar kaba yemlerdeki yapısal karbonhidratları sindiremezken, ruminatlar selülitik mikroorganizmalar sayesinde yapısal karbonhidratları sindirebilmektedirler. Kaba yemlerde bulunan yapısal karbonhidratlar NDF (selüloz, hemiselüloz ve lignin) ve ADF (selüloz, hemiselüloz), ruminatlarda rumen sağlığının korunması ve yemden yararlanmanın artırılması açısından önemlidir. Yemin ADF ve NDF içerikleri kullanılarak geliştirilen NYD bu açıdan önem taşımaktadır. Daha önceki çalışmalarda baklagil kuru otlarının (adi yonca, düğmeli yonca, tüylü yonca, sarı taş yoncası, ak taş yoncası, hint yoncası, korunga ve gazal boynuzu) NYD 120.30 ile 159.90 arasında değişmişken (Canbolat and Karaman, 2009) bu çalışmada incelenen bütün olarak moringa bitkisinin NYD 180.99 ile 312.34 arasında değişmiştir. Moringanın NYD'nin daha yüksek saptanması, NDF ve ADF içeriklerinin düşük olması ve yem çeşidi farklılığından kaynaklanmaktadır.

Kwena Mokoboki et al. (2019) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise ME, KMT, SKM ve NYD açısından moringa bitkisinin yaygın olarak kullanılan

diğer kaba yem bitkilerinden (*M. azedarach*, *A. hebeclada*, *M. oleifera*, *L. leucocephala* and *S. lancea*) üstünlüğü bildirilmiştir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Moringa oleifera, yüksek besin değerine ek olarak sunduğu önemli tıbbi faydalar nedeniyle dünyanın birçok yerinde yaygınlaşmaktadır. Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, bu bitkinin kalp hastalıkları, ateş, iltihap, sindirim bozuklukları, baş ağrısı, astım, bağırsak rahatsızlıkları ve romatizma gibi çeşitli hastalıklara karşı etkili olduğunu doğrulamıştır.

Özet olarak bu çalışmada moringa bitkisi; 3 farklı biçimde yaprak, sap ve bütün olmak üzere 3 grupta incelenmiştir. Sonuç olarak tüm biçimler bir arada değerlendirildiğinde moringa bitkisinin yaprağında ham besin madde içeriği ortalama olarak (%) OM 89.52±0.37, HK 10.48±0.25, HP 30.46±6.98, HY 5.43±0.44, HS 7.02±1.39, NÖM 46.61±5.80 olarak bulunmuştur. Aynı grubun hücre çeperi içerikleri NDF 14.80±1.95, ADF 10.75±0.89, ADL 3.38±1.23, hemiselüloz 4.05±2.76, selüloz 7.36±0.57 olarak bulunmuştur. Bitkinin bu kısmı en iyi kalite (NYD>151) sınıfında olup ME_R 2964.44 kcal/kg KM, ME_K ise 2103.25 kcal/kg KM olarak saptanmıştır.

Moringa bitkisinin sapında ham besin madde içeriği ortalama olarak (%) OM 90.09±0.48, HK 9.91±0.35, HP 11.48±1.50, HY 1.97±0.15, HS 34.72±1.67, NÖM 41.93±2.37 olarak bulunmuştur. Aynı kısmın hücre çeperi içerikleri NDF 51.17±2.57, ADF 42.01±1.93, ADL 7.68±0.55, hemiselüloz 9.16±1.27, selüloz 34.32±1.47 bulunmuştur. Bitkinin bu kısmı 2. ve 3. kalite (95<NYD<117) sınıflarında olup ME_R 1656.95 kcal/kg KM, ME_K ise 889.10 kcal/kg KM olarak saptanmıştır.

Bütün olarak (yaprak + sap) moringa bitkisinde ham besin madde içeriği ortalama (%) OM 89.96±0.56, HK 10.04±0.36, HP 24.59±6.40, HY 3.97±0.65, HS 17.44±4.42, NÖM 43.96±4.02 olarak bulunmuştur. Aynı grubun hücre çeperi içerikleri NDF 26.95±5.77, ADF 21.32±4.44, ADL 4.16±0.61, hemiselüloz 5.63±1.62, selüloz 17.16±3.93 olarak bulunmuştur. Bu yem grubu en iyi kalite (NYD>151) sınıfında olup ME_R 2480.02 kcal/kg KM, ME_K ise 1732.79 kcal/kg KM olarak saptanmıştır.

Moringa tohumunda ham besin madde içeriği ise ortalama olarak (%) OM 96.16±0.12, HK 3.84±0.10, HP 36.26±0.37, HY 31.83±0.03, HS 20.93±0.49, NÖM 7.15±0.76 olarak bulunmuştur. Aynı kısmın hücre çeperi içerikleri NDF 37.67±0.93, ADF 34.83±0.33, ADL 25.30±0.29, hemiselüloz 2.84±1.17, selüloz 9.53±0.57 olarak bulunmuştur. Bitkinin bu kısmı en iyi kalite ve 1. kalite

(147<NYD<156) sınıfları arasında olup ME_R 3574.26 kcal/kg KM, ME_K ise 4101.34 kcal/kg KM olarak saptanmıştır.

Moringa bitkisi erken hasat edildiğinde HP ve KM içerikleri düşük, geç hasat edildiğinde KM ve HS içerikleri yüksek bulunmaktadır. Birinci durumda NYD yüksek, ikinci durumda ise NYD düşmektedir. Bu nedenle bitkinin yetiştirilmesi ile ilgili teknik koşullara bağlı olarak hem daha fazla verim hem de daha yüksek NYD elde etmek için uygun hasat zamanını seçmek gerekmektedir. Bu bağlamda entansif işletmelerde (yüksek dikim yoğunluğu) 35 ile 45 gün arasında hasat aralığı, yarı entansif işletmelerde (orta dikim yoğunluğu) 50 ile 60 gün arasında hasat aralığı önerilmektedir.

Önceki çalışmalar ve bu çalışmadan elde edilen sonuçların ışığında; hayvanların beslenme fizyolojileri göz önünde bulundurularak ve bilimsel araştırmalarda saptanan maksimum ilave düzeyleri dikkate alınarak; moringa bitkisinin alternatif yem kaynağı olarak kullanılabilmesi için aşağıdaki öneriler yapılabilir:

- Moringa bitkisi yaprak ve sap kısımları ile bütün olarak taze ve kuru halde ruminant hayvanlar için uygun bir yem kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Ruminant hayvanlar için hazırlanan silajların değerini iyileştirmek üzere moringa yaprakları kullanılabilir. Bitkinin sapları ise TMR (total mixed ration, tüm rasyon, tam yemleme) yemleme yönteminde bu hayvanlar için ham selüloz kaynağı olarak kullanılabilir. Böylelikle kanatlıların değerlendiremedikleri saplar ruminantların beslenmesinde değerlendirilebilir. Özellikle saman gibi yem değeri düşük olan yemler kullanılıyorsa moringa kuru otu kaliteli bir ek yem kaynağı olarak tavsiye edilebilir.
- Kanatlı hayvanlar için protein kaynağı olarak moringa yaprağı önerilebilir. Bilindiği gibi bazı kanatlılar selülozdan yeterli düzeyde faydalanamazlar. Yapraklarda selüloz düzeyi düşük, protein düzeyi yüksektir ve özellikle hızlı büyüyen hatların yüksek besin maddesi ihtiyaçlarının önemli bir kısmı genç yapraklardan karşılanabilir. Genellikle modern tavukçuluk işletmelerinde öğütülmüş yemlerin kullanılması taşlık gelişimini olumsuz etkileyerek yemden yararlanma düzeyini düşürmektedir. Moringa bitkisi, selüloz içeriği nedeniyle taşlık gelişmesini teşvik ederek yemden daha iyi yararlanmak, hastalıklara karşı direnci artırmak ve daha ekonomik bir üretim sağlamak için de kullanılabilir. Ayrıca lignin kanatlılarda salmonella önleyici olarak kullanılmaktadır. Olgunlaşmış moringa bitkisi

zengin lignin içeriği ile salmonellaya karşı kullanılan kimyasal ilaçlar yerine doğal katkı maddesi olarak kullanılarak doğaya dost bir üretim sağlanmış olmaktadır. Ayrıca örneğin hindilerin beslenmesinde kaba yem kullanımı önemlidir ve ırklara göre değişmekle birlikte palazlar ilk haftalarda %28-29 düzeylerinde HP'e ihtiyaç duymaktadırlar. Moringa yaprağı kullanılarak hem kaba yem hem de yüksek HP ihtiyaçları kolayca karşılanmış olacaktır.

- Tavşanlar ise sindirim olaylarında körbağırsaklarda gerçekleşen fermentasyon ile selülozdan yararlanabilme avantajları nedeniyle bitkinin sap kısmını rahatlıkla değerlendirebilirler. Yine bitkinin yaprak kısmı da iyi bir protein kaynağı olacaktır. Aynı zamanda acımsı olan otları rahatlıkla tüketebilmeleri nedeniyle tavşanların beslenmesinde taze yeşil yem olarak moringa bitkisi kullanılabilir.
- Serbest dolaşimli (free range) yetiştiricilik sisteminde otlaklarda kullanılan yem kaynaklarının yem değeri, hem hayvansal ürün (et, yumurta, süt) kalitesi hem de kârlılık konusunda büyük önem taşımaktadır. Protein içeriği bakımından, moringa bitkisi bu sistemlerde kullanılan en önemli protein kaynakları olan yonca ve üçgülden üstündür. Bu bağlamda serbest dolaşimli sistemde moringa bitkisi yetiştirilerek otlatma alanlarının yem değeri artırılmakla beraber bitkinin gelişmeyi teşvik edici özelliklerinden de faydalanılabilir.

Bu çalışma, ilk biçimden sonra yapılan biçimlerde de moringa bitkisinin yem değerini koruyabildiğini göstermiştir. Önümüzdeki dönemlerde yapılacak çalışmalarda optimum KM verimi ve NYD açısından en uygun biçim aralığını saptamak amacıyla farklı zaman aralıklarında daha fazla biçim yapılarak moringanın besin maddesi içerikleri bakımından incelenmesi önerilmektedir. Ayrıca farklı çiftlik hayvanlarında bu yem bitkisinin biyolojik değerini saptamak üzere hayvan denemelerinin yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abasse, T., Maigachi, I., Habba, W., Diallo, D.,** 2017, Effet de la supplémentation de la farine des feuilles de *Moringa oleifera* (Lam.) dans la production des poulets de chair au Niger, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11, 722–729.
- Abbas, T.E.,** 2013, The use of *Moringa oleifera* in poultry diets, *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, 37, 492–496.
- Abd El-Hack, M., Alagawany, M., Elrys, A., Desoky, E.-S., Tolba, H., Elnahal, A., Elnesr, S., Swelum, A.,** 2018, Effect of forage *Moringa oleifera* L. (moringa) on animal health and nutrition and its beneficial applications in soil, plants and water purification, *Agriculture*, 8, 145.
- Abdulkarim, S.M., Long, K., Lai, O.M., Muhammad, S.K.S., Ghazali, H.M.,** 2005, Some physico-chemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods, *Food Chem.*, 93, 253–263.
- Abdull Razis, A.F., Ibrahim, M.D., Kntayya, S.B.,** 2014, Health benefits of *Moringa oleifera*, *Asian Pacific J. Cancer Prev.*, 15, 8571–8576.
- Adebayo, A.G., Akintoye, H.A., Shokalu, A.O., Olatunji, M.T.,** 2017, Soil chemical properties and growth response of *Moringa oleifera* to different sources and rates of organic and NPK fertilizers, *Int. J. Recycl. Org. Waste Agric.*, 6, 281–287.
- Adu-Dapaah, H., Osei-Bonsu, I., Oduro, I., Asiedu, J.,** 2017, Recent advances in production, processing and utilization of *Moringa oleifera* in Ghana, in: *Acta Horticulturae*,. International Society for Horticultural Science, pp. 179–186.
- Afuang, W., Siddhuraju, P., Becker, K.,** 2003, Comparative nutritional evaluation of raw, methanol extracted residues and methanol extracts of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves on growth performance and feed utilization in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.), *Aquac. Res.*, 34, 1147–1159.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Agoyi, E.E., Assogbadjo, A.E., Gouwakinnou, G., Okou, F.A.Y., Sinsin, B.,** 2014, Ethnobotanical assessment of *Moringa oleifera* Lam. in Southern Benin (West Africa), *Ethnobot. Res. Appl.*, 551–560.
- Amet, T.,** 2017, Çiçeklenme sonrası hasat edilen arıotu (*Phacelia tanacetifolia* Bentham)'nın silolanma olanakları,. Ege Üniversitesi.
- Anonim,** 2017, Moringa bitkisi Türkiye’de ilk kez Gaziantep’te yetiştirilecek! İş-Yaşam Haberleri [WWW Document]. URL <https://www.haberturk.com/ekonomi/is-yasam/haber/1556571-moringa-bitkisi-turkiye-de-ilk-kez-gaziantep-te-yetisecek> (accessed 9.11.19).
- Anonymous,** 2013, Note conceptuelle pour l’adoption d’un programme national de culture et d’utilisation du *Moringa oleifera*,. Port au Prince.
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., Gilani, A.H.,** 2007, *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses, *Phyther. Res.*, 21, 17–25.
- AOAC,** 1990, Official methods of analysis,. Virginia 22201 USA.
- Ayasan, T.,** 2015, *Moringa* (*Moringa oleifera*)’nın kanatlı ve ruminant hayvan beslemede kullanılması, *Turkish J. Agric. - Food Sci. Technol.*, 3, 425–429.
- Ayerza(h), R.,** 2019, Seed characteristics, oil content and fatty acid composition of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) seeds from three arid land locations in Ecuador, *Ind. Crops Prod.*, 140.
- Ayerza(h), R.,** 2012, Seed and oil yields of *Moringa oleifera* variety Periyakalum-1 introduced for oil production in four ecosystems of South America, *Ind. Crops Prod.*, 36, 70–73.
- Ayerza, R.,** 2011, Seed yield components, oil content, and fatty acid composition of two cultivars of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) growing in the Arid Chaco of Argentina, *Ind. Crops Prod.*, 33, 389–394.
- Ayssiweide, S.B., Zanmenou, J.C., Issa, Y., Hane, M.B., Dieng, A., Chrysostome, C.A.A.M., Houinato, M.R., Hornick, J.L., Missohou, A.,** 2011, Nutrient composition of some unconventional and local feed resources available in Senegal and recoverable in indigenous chickens or animal feeding, *Pakistan J. Nutr.*, 10, 707–717.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bello, H.**, 2010, Essai d'incorporation de la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans l'alimentation chez les poulets indigènes du Sénégal: Effets sur les performances de croissance, les caractéristiques de la carcasse et le résultat économique,. Université Cheik Anta Diop de Dakar.
- Canbolat, O., Kamalak, A., Ozkan, C.O., Erol, A., Sahin, M., Karakas, E., Ozkose, E.**, 2006, Prediction of relative feed value of alfalfa hays harvested at different maturity stages using in vitro gas production, *Livest. Res. Rural Dev.*, 18.
- Canbolat, Ö., Karaman, Ş.**, 2009, Bazı Baklagil Kaba Yemlerinin in Vitro Gaz Üretimi, Organik Madde Sindirimi, Nispi Yem Değeri ve Metabolik Enerji İçeriklerinin Karşılaştırılması, *Tarım Bilim. Derg.*, 15, 188–195.
- Chodur, G.M., Olson, M.E., Wade, K.L., Stephenson, K.K., Nouman, W., Garima, Fahey, J.W.**, 2018, Wild and domesticated *Moringa oleifera* differ in taste, glucosinolate composition, and antioxidant potential, but not myrosinase activity or protein content, *Sci. Rep.*, 8, 7995.
- Dahouda, M., Toléba, S.S., Senou, M., Youssao, A.K.I., Hambuckers, A., Hornick, J.L.**, 2009, Les ressources alimentaires non-conventionnelles utilisables pour la production aviaire en Afrique: Valeurs nutritionnelles et contraintes, *Ann. Med. Vet.*, 153, 5–21.
- Dania, S.O., Akpansubi, P., Eghagara, O.O.**, 2014, Comparative effects of different fertilizer Sources on the growth and nutrient Content of *Moringa oleifera* seedling in a greenhouse trial, *Adv. Agric.*, 2014, 1–6.
- Das, S.C., Yahya, M., Hasan, M.S., Hossain, M.A., Akter, T., Sultana, M.**, 2018, Growth performance of white, black and bronze color heritage turkeys under semi-intensive system, *J. Bangladesh Agric. Univ.*, 16, 471–477.
- Djermoune, S., Henoune, N., Zaidi, F.**, 2015, Composition chimique et teneur en composés phénoliques des graines de *Moringa oleifera*.
- Dražbo, A., Kozłowski, K., Ognik, K., Zaworska, A., Jankowski, J.**, 2019, The effect of raw and fermented rapeseed cake on growth performance, carcass traits, and breast meat quality in turkey, *Poult. Sci.*, 98, 6161–6169.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- du Toit, E.S., Sithole, J., Vorster, J.**, 2019, Leaf harvesting severity affects total phenolic and tannin content of fresh and dry leaves of *Moringa oleifera* Lam. trees growing in Gauteng, South Africa, *South African J. Bot.*
- El-Massry, F.H.M., Mossa, M.E.M., Youssef, S.M.**, 2013, *Moringa oleifera* plant "value and utilization in food processing ", *Egypt. J. Agric. Res*, 91, 1597–1609.
- Emmanuel, S.A., Emmanuel, B.S., Zaku, S.G., Thomas, S.**, 2011, Biodiversity and agricultural productivity enhancement in Nigeria: application of processed *Moringa oleifera* seeds for improved organic farming, *Agric. Biol. J. North Am.*, 2, 867–871.
- Foidl, N., Makkar, H.P.S., Becker, K.**, 2001, Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie, Potentiel de développement des produits du *Moringa* Dar es Salaam, Tanzanie., Tanzanie.
- Fuglie, L.**, 1999, The miracle tree: *Moringa oleifera*, natural nutrition for the tropics.
- Gadzirayi, C.T., Kubiku, F., Mupangwa, J., Masamha, B., Mujuru, L.**, 2019, The effect of provenance, plant spacing and cutting interval on leaf biomass yield of *Moringa Oleifera* Lam., *East African Agric. For. J.*, 83, 25–33.
- Gebregiorgis, F., Negesse, T., Nurfeta, A.**, 2012, Feed intake and utilization in sheep fed graded levels of dried moringa (*Moringa stenopetala*) leaf as a supplement to Rhodes grass hay, *Trop. Anim. Health Prod.*, 44, 511–517.
- Goering, H.K., Van Soest, P.J.**, 1970, Forage fiber analyses, Agriculture Handbook, No: 379 , Washington D.C., USA, .
- Gothai, S., Muniandy, K., Zarin, M., Sean, T., Kumar, Ss., Munusamy, M., Fakurazi, S., Arulselvan, P.**, 2017, Chemical composition of *Moringa oleifera* ethyl acetate fraction and its biological activity in diabetic human dermal fibroblasts, *Pharmacogn. Mag.*, 13, 462–9.
- Haouvang, L.C., Albert, N., Martin, Y., Mbaiguinam, M.**, 2017, Growth response of *Moringa oleifera* Lam. as affected by various amounts of compost under greenhouse conditions, *Ann. Agric. Sci.*, 62, 221–226.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hassanein, A.M.A.**, 2018, Nutritional, chemical and molecular characterisation of *Moringa oleifera* Lam. and *Moringa peregrina* (Forssk.) Fiori genotypes, *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, 93, 500–509.
- He, L., Zhou, W., Xing, Y., Pian, R., Chen, X., Zhang, Q.**, 2020, Improving the quality of rice straw silage with *Moringa oleifera* leaves and propionic acid: Fermentation, nutrition, aerobic stability and microbial communities, *Bioresour. Technol.*, 299.
- Işık, Ö., Kırkpınar, F.**, 2016, Etlik Piliçlerin Beslenmesinde Alternatif Protein Kaynağı Olarak Un Kurdu (*Tenebrio molitor* L.)’nun Kullanımı, *Hayvansal Üretim*, 57, 15–21.
- Jayawardana, B.C., Liyanage, R., Lalantha, N., Iddamalgoda, S., Weththasinghe, P.**, 2015, Antioxidant and antimicrobial activity of drumstick (*Moringa oleifera*) leaves in herbal chicken sausages, *LWT - Food Sci. Technol.*, 64, 1204–1208.
- Kshirsagar, R.B., Sawate, A.R., Sadawate, S.K., Patil, B.M., Zaker, M.A.**, 2017, Effect of blanching and drying treatment on the proximate composition of *Moringa oleifera* leaves, *Int. J. Agric. Eng.*, 10, 10–15.
- Kwena Mokoboki, H., Nthabiseng Sebola, A., Emmanuel Ravhuhali, K., Nhlane, L.**, 2019, Chemical composition, in vitro ruminal dry matter degradability and dry matter intake of some selected browse plants, *Anim. Husb. Vet. Sci.*, 5: 1587811, 1–10.
- Laouali Manzo, M., Halidou, D., Hallarou, M., Illo, A., Rabani, A., Donnen, P., Dramaix, M.**, 2016, Composition de la poudre des feuilles sèches de *Moringa oleifera* dans trois régions du Niger, *African J. Food, Agric. Nutr. Dev.*, 16, 11432–11442.
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., Bertoli, S.**, 2015, Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview, *Int. J. Mol. Sci.*
- Liang, L., Wang, C., Li, S., Chu, X., Sun, K.**, 2019, Nutritional compositions of Indian *Moringa oleifera* seed and antioxidant activity of its polypeptides, *Food Sci. Nutr.*, 7, 1754–1760.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lin, H., Zhu, H., Tan, J., Wang, H., Wang, Z., Li, P., Zhao, C., Liu, J.,** 2019, Comparative analysis of chemical constituents of *Moringa oleifera* leaves from china and india by ultra-performance liquid chromatography coupled with quadrupole-time-of-flight mass spectrometry, *Molecules*, 24, 25.
- Lins, T.O.J.D., Terry, S.A., Silva, R.R., Pereira, L.G.R., Jancewicz, L.J., He, M.L., Wang, Y., McAllister, T.A., Chaves, A. V.,** 2019, Effects of the inclusion of *Moringa oleifera* seed on rumen fermentation and methane production in a beef cattle diet using the rumen simulation technique (Rusitec), *Animal*, 13, 283–291.
- Liu, Y., Wang, X., Wei, X., Gao, Z., Han, J.,** 2018, Values, properties and utility of different parts of *Moringa oleifera*: An overview, *Chinese Herb. Med.*, 10, 371–378.
- Mabapa, M.P., Ayisi, K.K., Mariga, I.K.,** 2017, Effect of planting density and harvest interval on the leaf yield and quality of moringa (*Moringa oleifera*) under diverse agroecological conditions of northern South Africa, *Int. J. Agron.*, 2017, 1–9.
- Makkar, H., Becker, K.,** 1997, Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree, *J. Agric.*, 128, 311–322.
- Makkar, H.P.S., Becker, K.,** 1996, Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves, *Anim. Feed Sci. Technol.*, 63, 211–228.
- Manadi, O., Messouaf, S., Boudjou, S.,** 2018, Potentiel prébiotique de la poudre des feuilles de *Moringa oleifera*,. Université A. MIRA - Bejaïa.
- Mendieta-Araica, B., Spörndly, E., Reyes-Sánchez, N., Salmerón-Miranda, F., Halling, M.,** 2013, Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different planting densities and levels of nitrogen fertilization, *Agrofor. Syst.*, 87, 81–92.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (MGM),** 2020, İllere ait Mevsim Normalleri (1981-2010) [WWW Document], *T.C. Tarım ve Orman Bakanl. Meteoroloji Genel Müdürlüğü*. URL <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR#> (accessed 2.6.20).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mirhashemi, M.S., Mohseni, S., Hasanzadeh, M., Pishvae, M.S.,** 2018, Moringa oleifera biomass-to-biodiesel supply chain design: An opportunity to combat desertification in Iran, *J. Clean. Prod.*, 203, 313–327.
- Moreki, J.C., Gabanakgosi, K.,** 2014, Potential use of Moringa oleifera in poultry diets, *Glob. J. Anim. Sci. Res.*, 2.
- Morgan, C.R., Opio, C., Migabo, S.,** 2019, Chemical composition of Moringa (Moringa oleifera) root powder solution and effects of Moringa root powder on E. coli growth in contaminated water, *South African J. Bot.*
- Mudyiwa, S., Gadzirayi, C., Mupangwa, J., Gotosa, J., Nyamugure, T.,** 2013, Constraints and opportunities for cultivation of Moringa oleifera in the Zimbabwean smallholder growers, *Int. J. Agric. Res. Innov. Technol.*, 3, 12–19.
- Naumann, C., Bassler, R.,** 1993, Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, Methodenbuch, Band III, VDLUFA-Verlag, Frankfurt.
- Ndong, M., Wade, S., Dossou, N., Guiro, A.T., Diagne Gning, R.,** 2007, Valeur nutritionnelle du Moringa oleifera, étude de la biodisponibilité du fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels senegalais avec la poudre des feuilles, *African J. Food, Agric. Nutr. Dev.*, 7, 17.
- Nuhu, F.,** 2010, Effect of moringa leaf meal (MOLM) on nutrient digestibility, growth, carcass and blood indices of weaner rabbits,. Kwame Nkrumah University of Science and Technology.
- Ogunsina, B.S., Indira, T.N., Bhatnagar, A.S., Radha, C., Debnath, S., Gopala Krishna, A.G.,** 2014, Quality characteristics and stability of Moringa oleifera seed oil of Indian origin, *J. Food Sci. Technol.*, 51, 503–510.
- Olson, M.E., Sankaran, R.P., Fahey, J.W., Grusak, M.A., Odee, D., Nouman, W.,** 2016, Leaf protein and mineral concentrations across the “Miracle tree” genus moringa, *PLoS One*, 11.
- Olugbemi, T.S., Mutayoba, S.K., Lekule, F.P.,** 2010, Evaluation of Moringa oleifera leaf meal inclusion in cassava chip based diets fed to laying birds, *Livest. Res. Rural Dev.*, 22.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Onu, P.N., Aniebo, A.O.**, 2011, Influence of Moringa oleifera leaf meal on the performance and blood chemistry of starter broilers, *Int. J. Food, Agric. Vet. Sci.*, 1, 38–44.
- Oyeyinka, A.T., Oyeyinka, S.A.**, 2018, Moringa oleifera as a food fortificant: Recent trends and prospects, *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*, 17, 127–136.
- Özcan, M.M.**, 2018, Moringa spp: Composition and bioactive properties, *South African J. Bot.*
- Ozyazici, M.A., Açıkbaş, S.**, 2019, Türkiye 'de Yem Bitkisi Olarak Değerlendirilebilecek Alternatif Bitkiler, in: EJONS VI - International Conference on Mathematics Engineering Natural & Medical Sciences,. Adana, pp. 412–423.
- Padayachee, B., Baijnath, H.**, 2019, An updated comprehensive review of the medicinal, phytochemical and pharmacological properties of Moringa oleifera, *South African J. Bot.*
- Paguia, H.M., Paguia, R.Q., Balba, C., Flores, R.C.**, 2014, Utilization and evaluation of Moringa oleifera L. as poultry feeds, *APCBEE Procedia*, 8, 343–347.
- Price, M.L.**, 2007, Le Moringa, *Echo*, 22.
- Quintanilla-Medina, J.J., López-Aguirre, D., Joaquín-Cancino, S., Vázquez-Armijo, J.F., López-Villalobos, N., Limas-Martínez, A.G., Estrada-Drouaillet, B., Martínez-González, J.C., Hernández-Meléndez, J.**, 2018, Moringa oleifera Lam. leaf meal as a protein supplement for small ruminants in tropical conditions: nutrient content at different harvest dates during the year, *Agrofor. Syst.*, 6.
- Qwele, K., Hugo, A., Oyedemi, S.O., Moyo, B., Masika, P.J., Muchenje, V.**, 2013, Chemical composition, fatty acid content and antioxidant potential of meat from goats supplemented with Moringa (Moringa oleifera) leaves, sunflower cake and grass hay, *Meat Sci.*, 93, 455–462.
- Ramos, O., Castillo, J., Sandoval, J.**, 2015, Effect of cutting intervals and heights in forage productivity of Moringa oleifera, *Rev. Bio-Ciencias*, 52, 187–194.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rohweder, D.A., Barnes, R.F., Jorgensen, N.**, 1978, Proposed Hay Grading Standards Based on Laboratory Analyses for Evaluating Quality, *J. Anim. Sci.*, 47, 747–759.
- Sagona, W.C.J., Chirwa, P.W., Sajidu, S.M.**, 2019, The miracle mix of Moringa: Status of Moringa research and development in Malawi, *South African J. Bot.*, 8.
- Saint Sauveur, A., Broin, M.**, 2010, Produire et transformer les feuilles de moringa.
- Sebola, N.A., Mlambo, V., Mokoboki, H.K.**, 2019, Chemical characterisation of Moringa oleifera (MO) leaves and the apparent digestibility of MO leaf meal-based diets offered to three chicken strains, *Agrofor. Syst.*, 93, 149–160.
- Sellah, L., Moussous, Y., Hassissene, N.**, 2017, Enrichissement des pâtes alimentaires par la poudre de feuilles de Moringa oleifera.
- SPSS**, 2003, SPSS for Windows advanced statistics release.
- Sultana, N., Alimon, A.R., Huque, K.S., Baba, M., Hossain, J.**, 2015, Evaluation of Moringa foliage (Moringa oleifera) as goat feed., *Iran. J. Appl. Anim. Sci.*, 5, 865–871.
- Swaran, F.J.S., Vidhu, P.**, 2011, Moringa (Moringa oleifera) seed extract and the prevention of oxidative stress, in: Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention., Elsevier Inc., Gwalior, India, pp. 775–785.
- TSE**, 2004, Hayvan yemleri-metabolik (çevrilebilir) enerji tayini (kimyasal metod),. Ankara.
- Tshabalala, T., Ndhlala, A.R., Ncube, B., Abdelgadir, H.A., Van Staden, J.**, 2019, Potential substitution of the root with the leaf in the use of Moringa oleifera for antimicrobial, antidiabetic and antioxidant properties, *South African J. Bot.*
- Valdivié, M., Mesa, O., Rodríguez, B.**, 2016, Use of diets with Moringa oleifera (stems + leaves) meals in laying hens, *Cuba. J. Agric. Sci.*, 50, 445–454.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Wang, L., Chen, X., Wu, A.**, 2016, Mini review on antimicrobial activity and bioactive compounds of *Moringa oleifera*, *Med. Chem. (Los. Angeles)*, 6, 578–582.
- Wasonowati, C., Sulistyaningsih, E., Indradewa, D., Kurniasih, B.**, 2019, Morphophysiology and the yield of two types of moringa (*Moringa oleifera* Lamk) cultivated in two different regions in Madura, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 250, 012004.
- Yavuz, M.**, 2005, Bazı Ruminant Yemlerinin Nispi Yem Değeri ve İn vitro Sindirim Değerlerinin Belirlenmesi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*, 22, 97–101.
- Zhao, B., Li, H., Lan, T., Wu, D., Chen, Z.**, 2019, Characterization of the Chemical composition of Chinese *Moringa oleifera* seed oil, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 96, 523–533.
- Zheng, Y., Sun, H., Zhang, Y., Wu, J.**, 2019, Evaluation of the adaptability, productivity, and leaf powder quality of eight *Moringa oleifera* cultivars introduced to a dry-hot climate of Southwest China, *Ind. Crops Prod.*, 128, 199–205.
- Zheng, Y., Zhang, Y., Wu, J.**, 2016, Yield and quality of *Moringa oleifera* under different planting densities and cutting heights in southwest China, *Ind. Crops Prod.*, 91, 88–96.
- Ziani, B.E.C., Rached, W., Bachari, K., Alves, M.J., Calhella, R.C., Barros, L., Ferreira, I.C.F.R.**, 2019, Detailed chemical composition and functional properties of *Ammodaucus leucotrichus* Cross. & Dur. and *Moringa oleifera* Lamarck, *J. Funct. Foods*, 53, 237–247.
- Zubuko, N.S., Olaleye, A.O., Edje, O.T.**, 2019, Effects and rates of broiler and layer manures on the leaf yield and tissue nutrient contents of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) in Swaziland, *J. Plant Nutr.*, 42, 2323–2336.
- Zungu, N., van Onselen, A., Kolanisi, U., Siwela, M.**, 2019, Assessing the nutritional composition and consumer acceptability of *Moringa oleifera* leaf powder (MOLP)-based snacks for improving food and nutrition security of children, *South African J. Bot.*

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya herhangi bir şekilde katkıda bulunan herkese derin şükranlarımı sunarım. Özellikle aşağıdaki kuruluş ve şahıslara en içten teşekkürlerimi ifade ediyorum:

- Türkiye’de eğitim görmek için bana fırsat veren Yurtdışı Türkler ve Akraba Toplulukları Başkanlığı’na (YTB);
- Bu çalışmayı yapabilmek için maddi destek sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü’ne;
- Enstitüye girdiğim günden itibaren benden tavsiyeleri ve desteklerini esirgemeyen, bu tezin danışmanlığını yapan saygıdeğer Prof. Dr. Figen KIRKPINAR hocama;
- Çalışma bitki materyalini yetiştirme sürecinde teknik ve bilimsel destekleri ve sabırla bana ilgi gösterdiği için Prof. Dr. Hakan GEREN hocama;
- Bu çalışmaya sağladığı katkılar ve kıymetli görüşlerinden yararlandığım için Arş. Gör. Dr. Selim MERT hocama
- Laboratuvar analizleri boyunca bana yardım ettiği için Zir. Müh. Gökhan ŞENEL’e;
- Yemler ve Hayvan Besleme Bölümü’nde olup isimlerini sayamadığım tüm öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine.

22/06/2020

Foudelou ISSAKA IBRAHIMA

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı soyadı: Foudelou ISSAKA IBRAHIMA

Doğum yeri ve tarihi: Djougou (Benin) 20/03/1992

Cep telefon: 0538 856 90 03

E-mail: ifoudelou@hotmail.fr

Adres: Rafet Paşa Mah. 5145 Sok. No. 24/1 Bornova, İzmir

Eğitim Bilgileri

2018 - 2020: Tezli Yüksek Lisans (EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni)

2017 - 2018: Ege Üniversitesi, Türk Dünyası Araştırmaları Enstitüsü (Dil Hazırlığı)

2012 - 2015: Lisans (Université d'Abomey-Calavi, Ziraat Fakültesi, Zootečni)

2009 - 2012: Lise (CEG 1 Djougou-Benin, Fen bilimleri-Matematik ve Biyoloji)

2005 - 2009: Ortaokul (EPP Sero-Tago 3, Djougou-Benin)

Yayın/Bildirim

Ibrahima, F.I., Kirkpınar, F. (2019). Moringa (*Moringa oleifera*) Bitkisinin Özellikleri ve Hayvan Beslemede Kullanımı. 5. Uluslararası Öğrenci Sempozyumu 6-8 Aralık 2019, Trakya Üniversitesi Edirne, Türkiye.

Ibrahima, F.I., Kirkpınar, F. (2019). Benin'de Kanatlı Hayvan Eti Üretiminde Girişimcilik Fırsatları. 3.Uluslararası Öğrenciler Fen Bilimleri Kongresi 3-4 Mayıs 2019, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi. İzmir, Türkiye.

Ibrahima, F.I., (2019). Benin'de Yeni Doğan "Özel Banamè Katolik Kilisesi"nin Tarihçesi. Uluslararası Öğrenciler Sosyal Bilimler Çalıştayı 25 Nisan 2019, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi. İzmir, Türkiye.

Yabancı Dil

Fransızca: C2 Düzeyi

İngilizce: B1 Düzeyi

Arapça: B2 Düzeyi

Yetkinlikler

Bilgisayar: Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)

Hobi: Spor (Koşma ve Yüzme), Okuma, Zekâ ve Bilgisayar Oyunları

EKLER

Çizelge A.1 Moringa kuru otunun hücre çeperi içeriği

Çizelge A.2 Moringa kuru otunun ham besin madde içeriği



EKLER

Çizelge A.1 Moringa kuru otunun ham besin madde içeriği

Bitkinin Kısmı	Biçim	TH'de KM	KM	OM	HK	HY	HS	HP	NÖM
Yaprak	1. Biçim	30.92	92.21	82.42	9.79	5.12	8.08	21.15	48.07
		±1.01	±0.65	±0.71	±0.08	±0.15	±0.25	±0.37	±1.30
	2. Biçim	17.98	90.95	81.26	9.68	4.48	6.00	26.85	43.93
		±0.08	±1.34	±1.44	±0.33	±0.16	±0.38	±0.22	±1.44
	3. Biçim	23.82	91.96	82.49	9.47	5.33	5.22	36.17	35.77
		±0.18	±0.13	±0.19	±0.11	±0.16	±0.15	±0.20	±0.38
	Ortalama	24.24	91.70	82.06	9.65	4.98	6.43	28.06	42.59
		±5.50	±0.98	±1.04	±0.23	±0.40	±1.27	±6.41	±5.39
	1. Biçim	22.71	93.57	84.69	8.89	1.68	33.29	9.13	40.59
		±0.07	±0.26	±0.23	±0.07	±0.02	±0.85	±0.15	±0.57
Sap	2. Biçim	26.14	91.44	82.02	9.42	1.93	29.91	10.42	39.76
		±0.26	±0.50	±0.53	±0.04	±0.07	±0.53	±0.12	±0.52
	3. Biçim	18.26	92.06	82.93	9.14	1.84	33.12	12.01	35.95
		±0.28	±0.05	±0.11	±0.09	±0.04	±1.09	±0.56	±0.99
	Ortalama	22.37	92.36	83.21	9.15	1.82	32.11	10.52	38.77
		±3.35	±0.98	±1.19	±0.24	±0.12	±1.80	±1.26	±2.20
	1. Biçim	22.98	92.12	83.13	8.99	3.13	21.41	15.92	42.68
		±0.02	±0.40	±0.37	±0.08	±0.08	±0.98	±0.28	±0.78
	2. Biçim	24.30	91.84	82.39	9.45	3.16	13.52	22.28	43.42
		±0.28	±0.98	±1.12	±0.46	±0.53	±0.60	±0.59	±1.07
Bütün	3. Biçim	23.56	92.00	82.76	9.24	4.44	13.03	29.80	35.50
		0.22	±0.06	0.07	±0.06	±0.14	±0.43	±0.18	±0.67
	Ortalama	23.61	91.99	82.76	9.23	3.58	15.99	22.67	40.53
		±0.59	±0.58	±0.70	±0.32	±0.70	±4.03	±5.89	±3.78

Çizelge A.2 Moringa kuru otunun hücre çeperi içeriği

Bitkinin Kısmı	Biçim	NDF	ADF	ADL	Hemi- Selüloz	Selüloz
Yaprak	1. Biçim	13.82	9.22	2.28	4.61	6.94
		±1.87	±0.39	±0.35	±1.87	±0.26
	2. Biçim	12.48	8.67	2.13	3.81	6.54
		±2.62	±0.93	±0.44	±2.33	±0.70
	3. Biçim	10.06	11.17	4.77	-1.10	6.40
		±0.91	±0.99	±0.39	±1.58	±0.94
	Ortalama	12.12	9.69	3.06	2.44	6.63
		±2.41	±1.34	±1.31	±3.18	±0.68
	1. Biçim	49.69	41.70	7.34	7.99	34.36
		±0.28	±4.74	±0.46	±4.72	±4.31
Sap	2. Biçim	43.63	36.92	6.85	6.70	30.07
		±0.51	±1.72	±0.96	±1.39	±0.97
	3. Biçim	48.51	40.48	7.41	8.02	33.07
		±0.48	±0.20	±0.40	±0.50	±0.34
	Ortalama	47.28	39.70	7.20	7.57	32.50
		±2.75	±3.42	±0.66	±2.72	±3.01
	1. Biçim	32.00	25.20	4.49	6.80	20.72
		±0.58	±0.41	±0.23	±0.58	±0.31
	2. Biçim	20.35	16.73	3.25	3.61	13.49
		±0.29	±0.30	±0.55	±0.35	±0.25
Bütün	3. Biçim	23.37	16.84	3.75	6.53	13.09
		±2.56	±0.55	±0.39	±2.89	±0.86
	Ortalama	25.24	19.59	3.83	5.64	15.76
		±5.30	±4.12	±0.65	±2.18	±3.66