



**KÜÇÜK KAPASİTELİ YATAY VE DİKEY
HELEZONLU YEM KARMA
MAKİNELERİNDE KARIŞTIRMA SÜRESİ VE
ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ**

Görkem UZUNOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

**Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Fulya TAN
2021**

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KÜÇÜK KAPASİTELİ YATAY VE DİKEY HELEZONLU YEM
KARMA MAKİNELERİNDE KARIŞTIRMA SÜRESİ VE
ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ**

Görkem UZUNOĞLU

BIYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Fulya TAN

TEKİRDAĞ-2021

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KÜÇÜK KAPASİTELİ YATAY VE DİKEY HELEZONLU YEM KARMA MAKİNELERİNDE KARIŞTIRMA SÜRESİ VE ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ

Görkem UZUNOĞLU

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fulya TAN

Hayvancılık işletmelerinde maliyetin önemli bir kısmını oluşturan yem maddelerinin temini, işletme gelirlerini önemli ölçüde etkilemektedir. İşletmelerin maliyelerini azaltmak ve üretim devamlılığını sürdürebilmek için kaliteli yem kullanımı ve hazırlığı önemli bir etkidir. Hayvancılık işletmelerinde iyi bir rasyonun oluşturulabilmesi için yem hammaddelerinin etkin bir karışıma sahip olması istenmektedir. Yem karma makineleri TMR oluşturma, kısa sürede etkin parça boyu sağlama ve karışımda homojenliğin sağlanmasında oldukça önemlidir. Bu çalışmada küçük hacimli 3 yem karma makinesinde (YKM1, YKM2, YKM3) çalışmalar yürütülmüştür. Saman ve silaj materyaller 5, 10, 15 ve 20 dakikalık karışım sürelerinde karıştırılarak, yem vagonlarından numuneler alınmış ve tüm örneklerde yem materyallerinin parça boyutları ölçülmüştür. Örneklerde parça boyu dağılım oranları ve frekans dağılımları belirlenmiştir. Karışım sonrası TMR yemlerde (saman+silaj+karma yem) homojenlik oranı incelenmiştir. Denemelerde ele alınan yem karma makinelerinin çeşitlerinin ve uygulanan karıştırma sürelerinin elde edilen parça boyu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir. İncelenen karıştırma süreleri de istatistiki açıdan önemli bulunmuş ($P<0.05$) ve her biri ayrı gruplarda yer almıştır. En yüksek homojenlik oranı sırasıyla YKM1' de %95,08, YKM2' de %82,88, YKM3' de %63,42 olmuştur.

Anahtar kelimeler: Yem karma makinesi, Kaba yem, TMR, Homojenlik, Parça boyu

2021, 80 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

INVESTIGATION OF MIXING TIME AND EFFICIENCY IN HORIZONTAL AND
VERTICAL SCREW TYPE FEED MIXING MACHINES WITH SMALL CAPACITY

Görkem UZUNOĞLU

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biosystem Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Fulya TAN

The supply of feed materials, which constitutes a significant part of the cost in livestock enterprises, significantly affects the income of the enterprise. The use and preparation of quality feed is an important factor in reducing the costs of the enterprises and maintaining the continuity of production. In order to create a good ration in livestock enterprises, it is required that the feed raw materials have an effective mixture. Feed mixing machines are very important in creating TMR, providing effective piece size in a short time and ensuring homogeneity in the mixture. In this study, studies were carried out on 3 small volume feed mixers (YKM1, YKM2, YKM3). Straw and silage materials were mixed at mixing times of 5, 10, 15 and 20 minutes, samples were taken from the feed wagons and the particle sizes of the feed materials were measured in all samples. Particle size distribution ratios and frequency distributions were determined in the samples. After mixing, homogeneity ratio of TMR feeds (straw + silage + mixed feed) was investigated. It was determined that the types of feed mixers and the mixing times applied in the trials had a significant effect on the particle size obtained ($P<0.05$). The mixing times examined were also found to be statistically significant ($P<0.05$) and each of them took place in separate groups. The highest homogeneity rate was 95,08% in YKM1, 82,88% in YKM2 and 63,42% in YKM3, respectively.

Key words: Feed mixing machines, Roughage, TMR, Homogeneity, Piece size

2021, 80 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ.....	v
ŞEKİL DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
TEŞEKKÜR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Genel.....	1
1.2. Yemler	5
1.3. Yem Karma Makineleri	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1. Materyal.....	24
3.1.1. Denemelerde Kullanılan Yem Karma ve Dağıtma Makineleri	24
3.1.1.1.YKMI 5 m ³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesi.....	24
3.1.1.2.YKM2 2 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi.....	26
3.1.1.3.YKM3 3 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi.....	28
3.1.2. Denemelerde Kullanılan Yemler	30
3.1.2.1.Denemelerde kullanılan silaj	30
3.1.2.2.Denemelerde kullanılan saman.....	32
3.1.2.3.Denemelerde kullanılan yem miktar ve oranları	32
3.2. Yöntem	34
3.2.1. Denemelerin Yürütülmesi.....	34
3.2.2. Denemelerin Yürütülmesi.....	35
3.2.2.1.Karıştırma işleminin yürütülmesi	36
3.2.3. Homojenlik Testlerine İlişkin Çalışmalar.....	40
3.2.4. Parça Boyutunun Belirlenmesi	42
3.2.4.1.Saman örneklerinin boyutlarının ölçülmesi.....	42
3.2.4.2.Silaj örneklerinin boyutlarının ölçülmesi	43
3.2.5. Nem ve Kuru Madde İçeriğinin Belirlenmesi	44

3.2.5.1.Nem İçeriğinin Saptanması	44
3.2.5.2.Kuru madde içeriğinin saptanması	46
3.2.6. İstatistiksel Analizler	46
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	47
4.1. Parça Boyutuna İlişkin Araştırma Sonuçları	47
4.1.1. Saman materyaline ilişkin sonuçlar	47
4.1.1.1.YKM1- 5 m ³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesine ilişkin sonuçlar	47
4.1.1.2.YKM2- 2 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi.....	48
4.1.1.3.YKM3- 3 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi.....	50
4.1.2. Silaj materyaline ilişkin sonuçlar.....	51
4.1.2.1.YKM1- 5 m ³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesine ilişkin sonuçlar	51
4.1.2.2.YKM2- 2 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi.....	53
4.1.2.3.YKM3- 3 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi.....	54
4.2. Homojenlik Testine İlişkin Araştırma Sonuçları	59
4.2.1. Saman materyaline ilişkin sonuçlar	59
4.2.2. Silaj materyaline ilişkin sonuçlar.....	59
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
KAYNAKLAR.....	66
ÖZGEÇMİŐ	71

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 1.1. Yıllar itibariyle büyükbaş hayvan sayıları	2
Çizelge 1.2. Yem bitkileri ekiliş alanları	3
Çizelge 1.3. Yıllar itibariyle Türkiye’de mera alanlarının değişim miktarı (ha).....	4
Çizelge 1.4. Türkiye’de yıllara göre yem hazırlama makineleri ve dağıtıcı römorklar	8
Çizelge 2.1. Karıştırıcı performans sonuçları	19
Çizelge 3.1. İşletmelerde deneme tarihleri	23
Çizelge 3.2. İşletmelerin genel özellikleri	23
Çizelge 3.3. YKM1- A işletmesinde kullanılan 5 m ³ hacimli yatay helezonlu yem karma ve dağıtma makinesine ilişkin teknik özellikler	26
Çizelge 3.4. YKM2- B işletmesinde kullanılan 2 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma ve dağıtma makinesine ilişkin teknik özellikler	28
Çizelge 3.5. YKM3- C işletmesinde kullanılan 3 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma ve dağıtma makinesine ilişkin teknik özellikler	30
Çizelge 3.6. Denemelerde kullanılan paket silajların içeriği	31
Çizelge 3.7. Denemelerde kullanılan yem miktarları ve oranları	33
Çizelge 3.8. A, B ve C işletmelerinde hazırlanan TMR yem bileşimleri	33
Çizelge 3.9. Deneme planı.....	34
Çizelge 4.1. Karıştırma sürelerinde makinelere ilişkin saman materyalinde ortalama parça boyu analizi	57
Çizelge 4.2. Karıştırma sürelerinde makinelere ilişkin silaj materyalinde ortalama parça boyu analizi	58
Çizelge 4.3. YKM1, YKM2 ve YKM3 ' de saman materyalinde farklı karıştırma sürelerinde ortalama parça boyu.....	62
Çizelge 4.4. YKM1, YKM2 ve YKM3 ' de silaj materyalinde farklı karıştırma sürelerinde ortalama parça boyu.....	63

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.1. Yatay helezonlu yem karma makinesi.....	9
Şekil 1.2. Dikey helezonlu yem karma makinesi	9
Şekil 1.3. Kendi yürür yem karma makinesi	9
Şekil 1.4. Kuyruk mili ile çalışan yem karma makinesi.....	10
Şekil 1.5. Elektrik motorlu yem karma makinesi	10
Şekil 1.6. Sabit yem karma makinesi	10
Şekil 1.7. Çift dikey helezonlu yem karma makinesi.....	10
Şekil 2.1. a.Dikey helezonda oluşan deformasyon, b. Deformasyon	16
Şekil 3.1. YKM1- A işletmesinde kullanılan 5 m ³ hacimli yatay helezonlu yem karma ve dağıtma makinesi; a) Genel görünüm, b) Arka yükleme bölmesi, c) Traktöre bağlantı konumu, d) Yatay helezonlar.....	25
Şekil 3.2. a YKM2- A işletmesinde kullanılan 2 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma ve dağıtma makinesi; a) Genel görünüm, b) Arka yükleme bölmesi, c) Traktöre bağlantı konumu, d) Dikey helezon.....	27
Şekil 3.3. YKM3- C işletmesinde kullanılan 3 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma ve dağıtma makinesi; a) Genel görünüm, b) Arka yükleme bölmesi, c) Traktöre bağlantı konumu, d) Dikey helezon.....	29
Şekil 3.4. A ve B işletmesinde kullanılan paket silajlar	31
Şekil 3.5. C işletmesinde kullanılan mısır silajı	32
Şekil 3.6. Denemelerde kullanılan saman balyaları	32
Şekil 3.7. Karışım öncesinde temizlenen yem karma haznelerinden örnekler	35
Şekil 3.8. Yem karma ve dağıtma makinesinin kuyruk miline bağlanması	36
Şekil 3.9. YKM1 tip makinesinde saman karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek	37
Şekil 3.10. YKM2 tip makinesinde saman karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek	37
Şekil 3.11. YKM3 tip makinesinde saman karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek	38
Şekil 3.12. Haznedeki saman boşaltma işlemi	38
Şekil 3.13. YKM1 tip makinesinde silaj karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek	39
Şekil 3.14. YKM2 tip makinesinde silaj karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek	39
Şekil 3.15. YKM3 tip makinesinde silaj karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek	39
Şekil 3.16. İşletmelerden alınan TMR yem örnekleri	40
Şekil 3.17. homojenlik testleri için TMR yem bileşenlerine ayırma işlemlerinden örnekler	41
Şekil 3.18. A, B ve C işletmelerinde karışım sürelerine göre sıraya dizilen saman örnekleri	43
Şekil 3.19. Saman örneklerinin parça boyutlarının ölçülmesi.....	43

Şekil 3.20. A, B ve C işetmelerinde karışım sũrelerine gũre sıraya dizilen silaj ۆrnekleri	44
Şekil 3.21. Silaj ۆrneklerinin parça boyutlarının ۆlçũlmesi	44
Şekil 3.22. Hassas terazisi	45
Şekil 3.23. Kuru madde analizi	45
Şekil 4.1. YKM1' de karıştırma sũrelerine gũre ortalama saman parça boyutları.....	47
Şekil 4.2. YKM1' de karıştırma sũrelerine gũre ortalama saman parça boyutundaki değişim	48
Şekil 4.3. YKM2' de karıştırma sũrelerine gũre ortalama saman parça boyutları.....	49
Şekil 4.4. YKM2' de karıştırma sũrelerine gũre ortalama saman parça boyutundaki değişim	49
Şekil 4.5. YKM3' de karıştırma sũrelerine gũre ortalama saman parça boyutları.....	50
Şekil 4.6. YKM3' de karıştırma sũrelerine gũre ortalama saman parça boyutundaki değişim	51
Şekil 4.7. YKM1' de karıştırma sũrelerine gũre ortalama silaj parça boyutları	52
Şekil 4.8. YKM1' de karıştırma sũrelerine gũre ortalama silaj parça boyutundaki değişim	52
Şekil 4.9. YKM2' de karıştırma sũrelerinde ortalama silaj parça boyutları	53
Şekil 4.10. YKM2' de karıştırma sũrelerine gũre ortalama silaj parça boyutundaki değişim ..	54
Şekil 4.11. YKM3' de karıştırma sũrelerine gũre ortalama silaj parça boyutları	54
Şekil 4.12. YKM3' de karıştırma sũrelerine gũre ortalama silaj parça boyutundaki değişim ..	55
Şekil 4.13. Yem karma makinelerinde 20 dakika karışım sonrası saman parça boyu frekans dağılımı.....	56
Şekil 4.14. Yem karma makinelerinde 20 dakika karışım sonrası silaj parça boyu frekans dağılımı.....	56
Şekil 4.15. Karışım sonrası saman iğeriği	59
Şekil 4.16. Karışım sonrası silaj iğeriği.....	60
Şekil 4.17. Yem karma makinelerinde TMR karışımlarda saman, silaj ve karma yem dağılımına ilişkin homojenlik oranları.....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
gr	: Gram
ha	: Hektar
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
kg	: Kilogram
TMR	: Total Mixed-Ration
mm	: Milimetre
ASAE	: American society of association executives
kW	: Kilowatt
m ³	: Metreküp
MPa	: Mega Pascal
VK	: Varyasyon katsayısı
rpm	: Revolutions Per Minute(dakikada devir sayısı)
kJ	: KiloJoule
NDF	: Nötral deterjanda çözülmeyen lif
CP	: Crude protein(Ham protein)
DM	: Dry matter(Kuru madde)
P	: Önem derecesi
EE	: Eter ekstresi
YKM1	: 5 m ³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesi
YKM2	: 2 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi
YKM3	: 3 m ³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi
KM	: Kuru madde
°C	: Santigrat Derece

TEŞEKKÜR

Tüm çalışmalarım süresince yanımda olan, her türlü sabrı göstermiş, yardım ve desteklerini hiç esirgememiş sevgili danışman hocam Doç. Dr. Fulya TAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımnda her türlü desteği sağlayan, beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan ve varlıkları en büyük şansım olan annem Selma Uzunoğlu ve babam Ekrem Uzunoğlu'na sonsuz sevgilerimi sunarım.

Denemeler süresince bana her türlü hoşgörüyü göstermiş olan başta işletme sahipleri Mehmet Kundak, Osman Demirci, Cemal Palabıyık, Ergun Kelle'ye, misafirperverlikleri için İbrahim Ağa Çiftliğine, yardımlarını hiçbir zaman esirgememiş Efkan Bağış, Ali Arıcı'ya ve emeği geçen herkese teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2021

Görkem UZUNOĞLU
Biyosistem Mühendisi

1. GİRİŞ

1.1. Genel

Hayvansal ürünler, insan beslenmesinde olması gereken en önemli gıda ürünleridir. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization - WHO) verilerine göre sağlıklı bir insanın vücut ağırlığının her kilogramı için günde 1 gr protein tüketmesi ve bunun da %42' sinin hayvansal kökenli olması önerilmektedir (Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü. [TİGEM], 2018).Gelişmiş ülkelerde, gelişmekte olan ülkelere göre kişi başına günlük protein tüketim miktarı artarken, bu proteinlerin hayvansal ürünlerden karşılanma oranları gelişmiş ülkelerde %65, gelişmekte olan ülkelere ise bu oran %20 civarında kalmaktadır. Hayvansal besinlerin içerdiği protein miktarları kırmızı ette % 15–20, yumurtada %12, sütte %3-4, peynirde ise % 15-25'dir. Sağlıklı beslenme için kırmızı et, beyaz et, süt, yumurta gibi hayvansal ürünlerin tüketilmesi gerekmektedir. Bu, hayvansal üretimin insan beslenmesinde ne denli önemli olduğunun da net bir göstergesidir.

Hayvansal ürünlerin uygun fiyatlarda ve yeterli miktarlarda ulaşılabilir seviyeye gelmesi için hayvancılık işletmelerinde maliyetlerin en aza indirgenmesi ve üretimin artması gerekmektedir. Günümüzde giderek hızla artan nüfus, hayvansal üretiminin önemini arttırmakla birlikte, hayvancılık işletmelerinin sürdürülebilir olması da önem kazanmaktadır.

Hayvancılık işletmelerine bakıldığında, en büyük problemin yem kaynaklı sorunları olduğu görülmektedir. Yem kaynaklarının ucuza indirgenebilmesi amacıyla hayvancılık işletmelerinin öncelikle kaliteli kaba yem üretmesi ve/veya temin etmesi gerekmektedir. Kaliteli yemin yetersizliği, yemlere ulaşım, yem tedariki, yemin hazırlanması bu anlamda harcanan işçilik, zaman ve maliyet başlıca sorunlar arasında yer almaktadır. Bu anlamda hayvancılık işletmelerine büyük iş yükü ve maliyet getiren yem problemlerinin çözümünü zorunlu hale getirmektedir.

Ülkemiz mevcut hayvan sayıları ve yem üretim miktarları incelendiğinde, mevcut üretimin hayvancılığın ihtiyacını karşılamaktan çok uzak olduğu da görülmektedir. Çizelge 1.1' de ülkemiz hayvan sayıları yıllara göre verilmiştir. Çizelge 1.1' den de görüldüğü gibi yıllar itibari ile Hayvan sayıları düzenli olarak artış göstermiştir. 2019 yılında toplam büyükbaş hayvan sayısı 17.872.331 olarak ifade edilmektedir.

Çizelge 1.1. Yıllar itibariyle büyükbaş hayvan sayıları (T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020a)

Yıl	Sığır	Manda	Toplam
2002	9.803.498	121.077	9.924.575
2003	9.788.102	113.356	9.901.458
2004	10.069.346	103.900	10.173.246
2005	10.526.440	104.965	10.631.405
2006	10.871.364	100.516	10.971.880
2007	11.036.753	84.705	11.121.458
2008	10.859.942	86.297	10.946.239
2009	10.723.958	87.207	10.811.165
2010	11.369.800	84.726	11.454.526
2011	12.386.337	97.632	12.483.969
2012	13.914.912	107.435	14.022.347
2013	14.415.257	117.591	14.532.848
2014	14.223.109	122.114	14.345.223
2015	13.994.071	133.766	14.127.837
2016	14.080.155	142.073	14.222.228
2017	15.943.586	161.439	16.105.025
2018	17.042.506	178.397	17.220.903
2019	17.688.139	184.192	17.872.331

Hayvanların ihtiyaç duyduğu kaba yemlerin karşılandığı başlıca alanlar yem bitkileri (yonca, korunga, fiğ, yem bezelye, sorgum, sudan otu, silajlık mısır ve alternatif ürünler), çayır ve meralar, tahıl hasadı sonrası tarlada kalan sap saman atıkları ile yeşil ve su yüzdesi yüksek olan posalardır.

Ülkemizde üretilen kaba yem miktarı hayvanların ihtiyaçlarını karşılamaktan oldukça uzaktır; Bu durumun nedenleri arasında doğal çayır ve mera alanlarının yetersiz olması, mera ıslahının olmaması, mera kanunları, vejetasyon döneminin kısa olması, birim alanda bulunan ot miktarının düşük olması, yem bitkilerinin ekiminin az olması, hasat ve sonrası ürün kayıplarının yüksek olması şeklinde ifade edilebilir (Güngör, Başalan ve Aydoğan, 2008).

Çizelge 1.2' de yem bitkileri ekiliş alanları verilmiştir. Yem bitkileri ekiliş alanları yıldan yıla artış göstermiş olup, 2007 yılında ülkemizdeki yem bitkileri ekiliş alanı 1.601.020

ha iken; 2020 yılında ekiliş alanı yaklaşık yüzde %41 artış göstererek 2.268.661 ha alana ulaşmıştır. Yonca ve korunga gibi yem bitkilerinin üretiminde yıllar itibari ile belirgin bir artış görülmez iken; mısır ekilişinde 2007-2020 yılları arasında da %95 oranında artış görülmektedir. Fiğ üretiminde ise belirgin bir azalış görülmektedir.

Çizelge 1.2. Yem bitkileri ekiliş alanları (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2020)

Yem bitkileri ekiliş alanları (ha)						
Yıllar	Yonca	Korunga	Fiğ	Mısır	Diğer	Toplam
2007	534.896	129.895	639.177	269.013	28.039	1.601.020
2008	555.721	140.129	579.684	288.882	24.328	1.588.744
2009	569.295	150.892	469.552	274.003	19.782	1.483.524
2010	568.810	157.081	428.840	293.733	12.988	1.461.542
2011	558.552	153.644	475.475	312.794	9.874	1.510.339
2012	674.183	196.334	569.425	354.088	162.422	1.956.452
2013	628.641	191.439	499.043	402.716	153.431	1.875.270
2014	692.305	194.908	426.934	414.952	155.368	1.884.467
2015	662.045	191.403	436.518	423.123	149.666	1.862.755
2016	650.110	193.694	442.837	425.775	154.784	1.867.200
2017	659.413	196.180	445.625	447.735	205.623	1.954.576
2018	635.105	181.733	386.946	472.642	322.831	1.999.257
2019	641.212	175.276	391.498	507.412	381.981	2.097.379
2020	662.888	174.494	375.943	526.261	529.075	2.268.661
2007 -2020 Değişim (%)	23%	34%	-70%	95%	1786%	41%

Silajlık mısır, yüksek karbonhidrat içeriğinden dolayı çok kolay silolanabilen bir ürün olmasından dolayı (DLG, 1987; Mc Donald, 1981) ülkemizde de silaj yapımında yaygın olarak kullanılmakta ve yıllar itibari ile ekiliş alanında hızlı bir artış görülmektedir. Mısır silajındaki organik maddelerin sindirilme derecesinin yüksek olması, birim ürün veriminin yüksek olması ve kalite sınıfı yüksek bir kaba yem olması ile de tercih edilmektedir (Alçıçek ve Özdoğan, 1997; Alçıçek, Tarhan, Özkan ve Adışen, 1999).

Diğer bir kaba yem kaynağımız ise çayır-meralardır. Ancak, ülkemizde bulunan doğal yem alanlarının yıllar boyunca plansız ve aşırı otlatılması sonucu bu alanlarda bozulmalar meydana gelmiştir (Demiroğlu Topçu ve Özkan, 2017). Kaba yem açığını kapatmak için doğal yem alanlarımızı ıslah edebilmek, ıslah edilen alanlarımızın kısa süre içerisinde tekrar bozulmasını önlemek ve hayvansal üretim yapan işletmelerimizin üretim maliyetlerini düşürmek amacıyla yem bitkisi üretimini arttırmamız zorunlu hale gelmiştir (Özaslan Parlak ve Sevimay, 2007). Kaba yem kaynaklarının azalmasında birçok etken önemli rol oynamaktadır. Çizelge 1.3’de, mera alanlarımızın değişimi ve bölgelere göre kuru ot verimi gösterilmiştir (T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020b).

Çizelge 1.3. Yıllar itibariyle Türkiye’de mera alanlarının değişim miktarı(ha) (T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020b)

	1970 Köy Hizmetleri	1991 Tarım Sayımı	2001 TUIK SAYIMI	1998-2019	
Bölgeler	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Kuru Ot Verimi (Kg/ha)
Ege	1.027.900	615.900	802.879	276.924	600
Marmara	463.600	564.100	552.662	283.743	600
Akdeniz	1.002.400	434.300	659.334	580.406	500
İç Anadolu	5.884.200	3.890.300	4.570.182	4.166.634	450
Karadeniz	1.993.100	1.556.000	1.533.605	1.263.469	1.000
Doğu Anadolu	9.162.100	4.573.400	5.485.449	4.337.580	900
G.doğu Anadolu	2.165.100	743.600	1.012.576	787.739	450
TOPLAM	21.698.400	12.377.600	14.616.687	11.696.494	

Çizelge 1.3’ den de görüldüğü gibi 2019 yılı verilerine bakıldığında tüm bölgelerde benzer şekilde azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Hem kaba yem açığımızı kapatmak ve hem de meralar üzerindeki otlatma baskısını biraz düşürebilmek için tarım alanlarımızda yem bitkilerine ayrılan payın artırılması zorunluluk haline gelmiştir. Bu amaçla Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, yem bitkileri yetiştiriciliğini 2000 yılından itibaren 2000/467 sayılı kararnamesi ile (Hayvancılığın Desteklenmesi Hakkında Karar) desteklemeye başlamıştır (Turan ve Altuner, 2014).

1.2. Yemler

Hayvan beslemede yemlerin etkili bir şekilde karışım haline getirebilmek gerekmektedir. Hayvanlar için günlük olarak hazırlanan yem materyallerinin bileşimi rasyon olarak ifade edilmektedir (Gülsün ve Miç, 2018).

Rasyon hazırlamada kullanılan yemler, genel olarak kesif yemler ve kaba yemlerdir. Kesif yemler (konsantre yemler); enerji ve protein içeriği bakımından zengin, lif içeriği bakımından ise fakir olan yemlerdir (Gülsün ve Miç, 2018). Bu yemlere fabrikasyon yem de denmektedir.

Yüksek miktarda kesif yemle beslenen sığırlar daha az yeme karşılık yüksek ağırlık artışı sağladıkları için yemden yararlanmaları daha iyi olduğu gözlenmiştir. Kesif yem oranı arttıkça yemden faydalanmanın iyileşmesi artan kesif yem oranıyla yemin sindirebilirliğinin artması ile açıklanmaktadır (Köknaroğlu, Yılmaz ve Demircan, 2006). Bunun yanında rasyonlarda kesif yemlerin yüksek oranda bulunması yem maliyetlerinin artmasında bir etkidir. Bu açıdan rasyonlarda kaba yem oranının daha fazla olması tercih edilmektedir.

Kesif yemler buğday, arpa, yulaf, çavdar, mısır gibi taneli ürünlerin kırılması, öğütülmesi veya ezilmesi ile elde edilen işlenmiş ürünleri ifade etmektedir. Öğütülmüş materyaller oldukları için yem karma makinelerinde kesif yemlerin homojen karıştırılması önem taşır.

Kesif yemler hayvanların günlük enerji ve protein ihtiyacını karşılamak için verilirken, hayvan sağlığı ile et-süt veriminin artırılması için hayvansal üretimde vazgeçilemez öneme sahip yem grubu kaba yemlerdir (Yavuz ve Ceylan, 2005). Kaba yemler;

- Su içeriği bakımından yüksek yeşil yemler,
- Soldurulmuş yemler,
- Yaklaşık %20 nem seviyesine kadar kurutularak balya halinde kullanılan yem bitkisi balyaları,
- Silaj yemler,
- Posa ve küspeler ile
- Tahıl hasadından sonra tarlada kalan sap ve saman atıkları' dır.

Tahıl hasadından sonra tarlada kalan sap ve saman atıkları, yem değeri düşük olan kaba yem kaynaklarıdır. Bu yemler; ham selüloz, lignin ve hemiselüloz oranları yüksek, enerji içerikleri, ham protein ve sindirilebilir organik madde düzeylerinin düşük olan yemlerdir (Akyıldız, 1984; Jeroch, Flachowsky ve Weißbach, 1993). Yem değeri düşük olan sap, saman materyalleri zor sindirildiğinden sindirim sisteminde uzun süre kalmakta ve hayvanlara tokluk hissi vermektedir. Özellikle de geniş getiren hayvanların beslemesinde kaba yem kaynağı olarak yoğun kullanılmaktadır (Alçıçek ve Karaayvaz, 2002; Kılıç, 1984).

Hayvan beslemede en çok kullanılan kaba yemler yonca kuru otu ve silaj yemlerdir. Hayvan beslemede yaşama payı enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında silaj, ham protein ihtiyaçlarının karşılanmasında ise yonca kuru otu önemli görevler üstlenmektedir (Açıkgöz, 2001; Alçıçek ve Özdoğan, 1997; Alçıçek ve Karayvaz, 2002). Bu nedenle rasyonlarda kuru ot, saman ve silaj bulunmaktadır. Silaj ve yonca kuru otu gibi ürünlerin rasyonlarda büyük oranlarda bulunması yem maliyetlerinin düşürülmesi amacı ile de tercih edilmektedir.

Yonca, korunga, fiğ gibi yem bitkilerinden balya yaparak ürünün değerlendirilmesinde, bitki biçildikten sonra yaklaşık %20 nem seviyesine gelene kadar tarlada kurutulmaktadır. Uygun nem seviyesine gelen ürün balya makinesi ile toplanarak balyalanmaktadır. Dolayısı ile balyalanmış kuru ot balyasında materyallerin parça boyutu uzundur. Yonca gibi yem bitkilerinin sulanması durumunda ortalama 1,5 metre boy yaptığı düşünüldüğünde, (eğer haşbay sistemi olmayan balya makinesinde toplanmış ise) daha uzun saplara sahiptir. Aynı sorun saman balyaları için de söz konusudur. Tarlada dane hasadından sonra tarlada kalan sapsar toplanarak balyalanmaktadır. Ancak, rasyonlarda istenen parça boyutu aralığının daha küçük olması istenmektedir. Bu nedenle uzun parça boyuna sahip otların ve saman yemlerinin rasyon hazırlığı aşamasında kıyılması gereklidir. Bu, ürün nemine bağlı olmakla birlikte yemin kıyılması işlemi amacıyla kullanılan yem karma makineleri ile yapılmaktadır. Bu nedenle yem karma makineleri hayvancılık işletmelerinin en çok kullanılan ekipmanları arasında yer almaktadır.

Kaba yemlere baktığımızda yem karma makinelerinde silaj yemler için homojen karışımın sağlanması özelliği öne çıkarken, yeşil yemler, soldurulmuş yemler, yem balyaları, sap ve saman için parça boyutunun eşit ve istenen uzunluklarda kıyılması özelliği öne çıkmaktadır.

1.3. Yem karma makineleri

Hayvancılık işletmelerinde iş yükü ve maliyet açısından en büyük payı yem hazırlama ve temin edilmesi işlem aşamaları oluşturmaktadır. Bu, işletmeler için büyük bir sorun olmaktadır. Hayvancılık işletmelerinde yem hazırlama işlemleri her gün yapılması gereken temel işler arasında yer almaktadır. Bu nedenle zamansal olarak yapılan işler arasında büyük bir zaman dilimini kapsamaktadır. En çok uğraş verilen, sürekli yapılan, zaman alan bir uygulama olup, hazırlanan yemlerin homojen ve istenen niteliklere uygun olarak hazırlanması da önemlidir.

Hayvancılık işletmelerinde yem hazırlamada en etkin kullanılan ekipmanlar yem karıştırma ve dağıtma vagonlarıdır. Yem karıştırma ve dağıtma vagonları her gün kullanılan ekipmanlar olup, işletmelerin büyük iş gücünü kaplar. Kaba yemlerin, taneli ürünlerin, yem katkı maddelerinin, vitamin vb. maddeleri belirli oranlarda homojen olarak karıştırmak yem karıştırma makinelerinin başlıca görevleridir. Vagona atılarak hazırlanan karışımın istenen boyutlara sahip olması ve homojen olarak dağıtılması, başarılı rasyonun hazırlanmasının temel ilkesini oluşturmaktadır. Özellikle rasyonların önemli bileşimi olan kaba yemlerden saman ve yonca otunun benzer boyutlarda parçalanması, bu yemlerin ideal parça boyutuna ulaşabilmesi için makinede harcanan karışım süresilerinin değişkenlik göstermesi, elde edilen karışımın niteliğini etkilemektedir.

Ülkemizde üretimi yapılan yem karma makineleri genellikle römork tarzındadır. Dolayısıyla bir güç aktarımına yani bir traktöre ihtiyaç duymaktadır. Römork tipli yem karma makineleri, yüksek satın alma ve işletme maliyetine sahip traktörlerin çeki ve kuyruk milinden faydalanmaktadır. Bu durum yem karma ve dağıtma işlemini özellikle küçük işletmeler için maliyetini arttırmaktadır.

Karıştırma işleminde; karıştırma süresi, yemin özellikleri, partikül büyüklüğü etkili olmakla birlikte en önemli faktörün karıştırıcı tipi olduğu belirtilmiştir. Karıştırıcıda istenen özelliklerin başında yemin genel yapısını bozmadan bir karıştırma işlemi yapılabilmesi, kısa süre karıştırma işlemini tamamlayabilmesi, yemi tam boşaltabilmesi, bakım ve tamirin kolay olması ve harcanan enerjiden optimum verim alınabilmesi olarak açıklanabilir. Tüm bu faktörler altında yem karma ve dağıtma makinesi seçimi oldukça önemli olmaktadır (Akbay ve Ak,

2018). Çizelge 1.4' de Türkiye'de yıllara göre yem hazırlama makineleri ve dağıtıcı römorkların sayıları verilmiştir.

Çizelge 1.4. Türkiye'de yıllara göre yem hazırlama makineleri ve dağıtıcı römorklar (TÜİK, 2019)

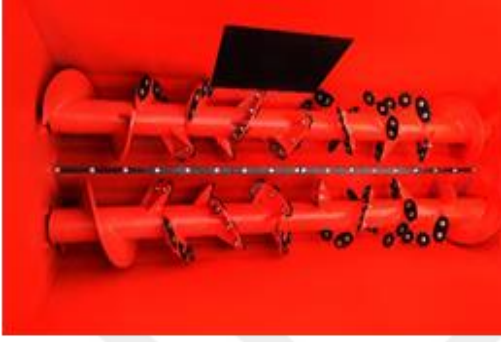
Yıllar	Yem Hazırlama Makinesi	Yem Dağıtıcı Römork
2004	18.604	508
2005	18.753	545
2006	19.957	463
2007	21.435	605
2008	21.419	849
2009	21.497	1.219
2010	22.140	1.483
2011	23.397	1.711
2012	24.478	1.844
2013	25.891	2.052
2014	26.924	2.484
2015	27.747	2.874
2016	28.979	3.356
2017	31.962	4.066
2018	35.957	4.894
2019	37.851	5.555

Ülkemizde 2004 yılında 18.604 adet olan yem hazırlama makinesi 2019 verilerine göre ortalama iki katına çıkarak 37.851 adet olmuştur. Mevcut yem dağıtma römorkları 2004 yılında 508 iken 2019 verilerine göre 5.555 adet olarak Çizelge 1.4'de, (TÜİK 2019) gösterilmiştir. Bu da yem hazırlamada kullanılan makine sayısının gün geçtikçe arttığı ve hayvansal mekanizasyona verilen önemi göstermektedir.

Yem karma makinelerinde yapılan karıştırma işlemlerinin başarılı sayılabilmesi için; elde edilen karışımdaki materyallerin homojenliğinin yüksek olmalı, karıştırma süresi kısa olmalı, işçilik ve güç gereksiniminin az olması ve birim karışım başına düşen masraf az olmalıdır. Yem karma makineleri; karıştırma odası, karıştırıcı ve güç kaynağı olmak üzere 3 ana kısımdan oluşmaktadır.

Yem karıştırma makinelerinin farklı tipleri bulunmakla birlikte en çok helezon tiplerine göre sınıflandırılmaktadır. Helezonlu karıştırıcılar; dikey helezonlu karıştırıcılar ve yatay helezonlu karıştırıcılar olmak üzere 2' ye ayrılmaktadır (Anonim, 2016).

- Yatay helezonlu (Şekil 1.1.)
- Dikey helezonlu (Şekil 1.2.)



Şekil 1.1. Yatay helezonlu yem karma makinesi



Şekil 1.2. Dikey helezonlu yem karma makinesi

Çalışma prensibi olarak kendi yürür çeşitleri (Şekil 1.3.), kuyruk mili ile çalışan (Şekil 1.4.), gücünü elektrik motorundan alan (Şekil 1.5.), veya sabit tipleri (Şekil 1.6.) bulunmaktadır. Aynı zamanda dikey helezonlu yem karma makineleri kapasitelerine göre, depo hacmi büyüdükçe iki adet dikey helezon yerleştirilmektedir (Şekil 1.7).



Şekil 1.3. Kendi yürür yem karma makinesi



Şekil 1.4. Kuyruk mili ile çalışan yem karma makinesi



Şekil 1.5. Elektrik motorlu yem karma makinesi



Şekil 1.6. Sabit yem karma makinesi



Şekil 1.7. Çift dikey helezonlu yem karma makinesi

Yem karma makinelерinin temel görevleri; kesme, karıştırma ve yemliklere dağıtma işlemlerini yerine getirmeleri olarak sıralanabilir. Kıyma işlemi, hayvan tarafından sindirimi kolaylaştırmak amaçlı boyut ve hacim olarak küçültme işlemidir (Anonim, 2016).

Yem karma makineleri arasındaki farklar genellikle vagonlar ve helezon yapıları arasındaki farklılardan kaynaklanmaktadır. Vagonlar farklı tip ve şekillerde yapılabilir, kapasitelerine göre farklı hacimlere sahip olabilir.

Kendi yürür yem karma makineleri frezeli başlıkları aracılığı ile yem deposundan ve silolardan silaj materyali alarak vagona iletebilmektedir. Ayrıca vagon içerisine alınan materyal miktarı ölçülerek vagonda ürün miktarları net olarak bilinebilmektedir. Bugün sürücü kabininde ürün alımı miktarı, ürün nemleri gözlenebildiği gibi, işletmeden kullanılan farklı tip rasyonlarda sisteme yüklenerek, farklı rasyon bileşimleri sisteme yüklenerek tercihe göre rasyon bileşimleri takip edilerek rasyona uyumlu hızlı TMR hazırlığı yapılabilmektedir.

TMR yem (Total Mixed-Ration = TMR) hayvanlara farklı kaba ve yoğun yem kaynaklı yem öğelerinin toplu şekilde tek bir karışım halinde verildiği bir yemleme şekli olarak tanımlanmaktadır (Kılıç ve Polat, 2002).

Hayvancılık işletmelerinin TMR hazırlığında en önemli ekipmanı olan yem karma makinelerinin en büyük faydaları ise;

- Zamandan ve iş gücünden tasarruf sağlamak,
- Rasyon hazırlığını kolay yapmak,
- Rasyonu oluşturan yemleri almak, karıştırmak ve dağıtmak gibi tüm işlemleri yapabilmelidir.

Süt ve besi hayvancılığında en yüksek maliyeti yem alanında gerçekleştiğinden, verimliliği artırmak amacı ile uygun yemleme yöntemleri içerisinde kullanılan yem karma ve dağıtma makinelerinin etkili kullanımı sağlanmalıdır. Çünkü bu ekipmanlar, işletmelerde sürekli/her gün kullanılan makine durumundadır. Enerji verimliliği için işletmelere uygun tip ve kapasitede ekipmanın belirlenmesi maliyet ve verimlilikte önemli katkı sağlayacağı için ayrıca önemlidir. Bu nedenle verimliliği arttırabilmek için;

- Homojen karışımın sağlanması,
- Karışım sürelerinin kısa olması,
- Parçalama etkinliğinin istenen seviyede olması,
- Enerji tüketiminin düşük olması,
- Yeterli miktarda materyalde karışımı yapabilmelisi,
- Yem karıştırma haznesinde boşaltma sonrası materyalin kalmaması,

- Bıçakların aşınma problemlerinin en az olması,
- Kolay kullanım, en az risk içeren bir ekipman olması gereklidir.

TMR oluşumunda en büyük pay kaba yemlere harcanmıştır. Bunun nedeni ürün nemlerinin yüksek olması ve parça boyutlarının büyük olmasıdır. Piyasada bulunan yem karma ve dağıtma makinelerinin çok çeşitli olması bu makinelerin seçiminde karışıklığa sebep olmaktadır. Farklı helezon tipleri, hacimleri, bıçak çeşitleri ve çalışma devirleri, ürün nem ve çeşitleri rasyon hazırlamada etkili olmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın temel amacı da; yem gruplarında etkin karıştırmanın yapılmasını etkileyen yem karma makinelerini bu açıdan inceleyebilmektir.

Besicilikte iyi bir rasyonun elde edilebilmesi için yem hammaddelerinin homojen bir karışım olması istenmektedir. Yem hammaddelerinin değişken nem düzeylerine sahip olması karıştırılma esnasında parçacık boyutlarının farklı olmasına neden olmaktadır bu sebeple homojen ve iyi karışmış bir rasyon elde edilememektedir. Bu çalışmada yem karma makineleriyle belirli çalışma süresinde kıyılan parçacık boyutları incelenmiştir. Homojen bir karışım için farklı nem düzeylerinde karıştırılma süreleri incelenmiştir.

Bu çalışmanın amacı rasyon için alınan materyallerin karıştırma sürelerini incelemek ve harcanan karışım sürelerinde yem hammaddelerinin kıyılma oranlarını hesaplamaktır. Böylece en uygun karıştırma süresi ve homojenliği sağlamada yem karma makinelerinin etkinliklerini belirlemektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hacıyev (2007) Yemlerin karıştırılmasında önemli olan fiziko-mekanik özellikleri belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada kuru madde, yoğunluk, öğütülme derecesi dağılım kat sayısı ve dış sürtünme katsayısı gibi bazı parametreleri inceleyerek bir takım metotlar belirlemiştir. Çalışmada materyalin nem içeriğinin, yemlerin önemli özelliklerinden biri olduğunu, yemin diğer özelliklerini etkilediğini, yemlerin gerek depolanması ve gerekse de diğer yem maddeleriyle karıştırılmasında önemli rol oynadığını ifade etmiştir. Karışım derecesi üzerine etkisi olan bu özelliklerin aynı zamanda, karıştırıcıların tipinin belirlenmesinde de belirleyici etkisi olduğunu belirtmiştir.

Sözcü ve Ak, (2016) Yaptıkları çalışmalarında etlik piliç için maksimum karlılık sağlamada yem formu ve parçacık büyüklüğünün önemli olduğunu belirtmişlerdir. Uygun parçacık büyüklüğüne sahip yemlerin elde edilmesi ile besin maddelerinin sindirilmesine ve büyüme performansına olumlu etki edeceğini, beslenmeye dayalı ekonomik kayıpların önlenmesinde etkisi olacağını ifade etmişlerdir.

Akbay ve Ak, (2018) Yaptıkları çalışmalarında yem teknolojisindeki gelişmelerin yem Kalitesine ve yem değerine etkilerini incelemişlerdir. Yem materyallerinin karıştırma işleminin önemli bir uygulama olduğunu, özellikle büyük miktarlardaki ham maddeleri ile az miktarlarda kullanılması gereken ve büyük etkinliğe sahip olan ilaç, vitamin, mineral, vb. maddelerin istenen oranlarda homojen olarak karıştırılmasının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Hatalı karışımlar ile yapılan beslemelerde hayvanların olumsuz etkilenebileceği de ifade edilmiştir. Karıştırma işleminde karışım süresinin yeterliliği ve yemin homojenliğinin önemli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca materyallerin karıştırma işlemi üzerinde birçok faktör (karıştırma müddeti, karıştırılacak yem ham maddelerinin özellikleri, yem partikül büyüklüğü, öğütme şekli ve düzeyi vb.) etkili olmakla birlikte teknoloji açısından bakıldığında karıştırıcı tipinin en etkili faktör olduğunu belirtmişlerdir.

Kushnir vd. (2016) Yaptıkları çalışmalarında, dikdörtgen gövdeli bir karıştırıcı simülasyonu yaparak farklı açılarda yerleştirilen bıçaklar ile yemin karışımındaki homojenlik durumunu incelemişlerdir. Yem materyallerinin karıştırma açıları içinde birikiminin artırılmasıyla beraber malzemelerin karıştırılma süresinin artacağını, homojenlik derecesinin azalacağını ve işlemin enerji tüketimini arttırdığını ifade etmişlerdir. Çalışmalarında farklı

boyutlarda bıçaklar kullanarak homojenlik üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bununla birlikte olarak 250 mm ve 210 mm çapındaki bıçakların en yüksek verime sahip olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmalarında farklı açılarda parçalayıcıların yem karışımının homojenlik derecesini değiştireceğini, dolayısıyla bıçak tasarımının ekipmanlarda oldukça önemli olduğunu ve etkin bir şekilde karıştırmada etkin olduğunu belirtilmişlerdir.

Fahrenholz (2019) Yaptığı çalışmada, tahıl tanelerinin istenen oranda öğütülmesinin, ürünlerin besin madde içeriklerinin sindirilebilirliği ile ilgili olduğundan hayvan performansı için açık bir şekilde önemli olduğunu bildirmiştir. Aynı zamanda karışımın etkin yapılabilmesinin ve homojen oluşumun sağlanmasının önemli olduğunu ifade etmiştir. Partikül büyüklüğü çok büyük veya çok küçükse veya proses kontrolünün eksikliği nedeniyle geniş ölçüde değişirse karıştırıcı performansı ve karışım homojenliğinin etkilenebileceğini bildirmiştir. Çalışma sonucuna göre karışımın doğru hazırlanabilme sürecinde önemli parametreler arasında makul bir parçacık büyüklüğünün hedefinin belirlenmesi gerektiğini bildirmiştir.

Nasrollahi vd. (2015) Yaptıkları bu çalışmalarında yemlerin kıyma büyüklüğünün besin maddesi alımı, sindirilebilirlik ve süt sığırcılığında süt üretimi üzerindeki etkisinin bir meta-analizini literatürdeki yayınlanmış veriler kullanılarak yapılmışlardır. Parça boyutlarının; besin alımı, besinlerin sindirilebilirliği, süt üretimi ve bileşimi üzerindeki etkilerini hesaplamışlardır. Yemlerin kıyma büyüklüğünün süt ineklerinin yem alımını ve süt üretimini etkileme potansiyeline sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Muhammed vd. (2016) Yaptıkları bu çalışmalarında yem karışımlarının ve yem parça uzunluğunun buzağaların beslenme davranışı, yem alımı, büyümesi ve vücut ölçümleri üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Yemlerin parça uzunluğu ve yem karışımları arasında pozitif bir etkileşim bulmuşlardır. Samanlarda kıyma boyutunun azalmasının çiğneme süresini kısaltacağını belirtmişlerdir. Ayrıca, yemlerde parça uzunluğunun artması durumunda çiğneme süresinin artacağını, yem konsantrasyonunun artması durumunda ise kilogram başına çiğneme süresini arttırdığını açıklamışlardır.

Soita vd. (2000) Yaptıkları bu çalışmada silaj partikül büyüklüğü ile konsantre seviye arasındaki çiğneme aktivitelerine etkilerini ve arpa bazlı toplam karışık rasyonlarla (TMR) beslenen ineklerin verimi üzerindeki olası etkileşimlerini değerlendirmişlerdir. Yemlerdeki

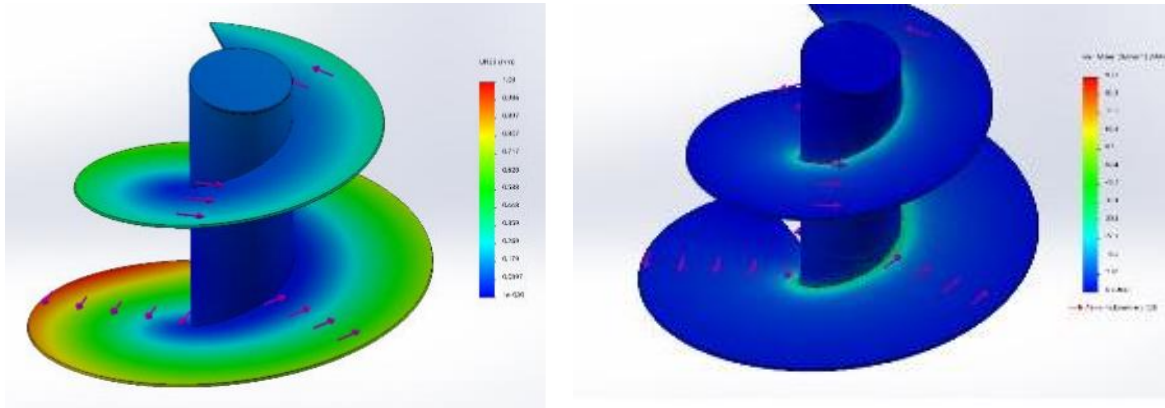
silaj parça boyutunun arttırılması ile kuru madde alımının etkilenmeyeceğini açıklamışlardır. Karışımlarda silaj partikül boyutundaki azalmanın ruminasyon ve çiğneme aktivitesini önemli ölçüde azaltacağını söylemişlerdir.

Amaral-Phillips vd. (2002) Yaptıkları çalışmalarında Yem karıştırıcılarının doğru ve etkin kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Yem karıştırıcılarının kullanımında uzun süre yapılan karıştırma işleminin yapılmamasını, karıştırma süreleri konusunda dikkatli olunması gerektiğini bildirmişlerdir. Uzun süreli karışımların sonucunda yem parça büyüklüğünün olması gerekenden az olabileceğini, bu durumun sağlık sorunlarına dahi yol açabileceğini belirtmişlerdir. Yem karıştırıcılarının kapasiteleri üzerinde doldurulması durumunda karıştırma sürelerinin artacağını ve karışımın homojenliğinin azalacağını, bunun sonucunda ise yem israfının oluşabileceğini açıklamışlardır. Çiftliklerde uzun çalışma sürelerinde çalışmak durumunda olan makine grubunda ekipman kontrolünün önemli olduğu söylenmiştir. Arızalı bir yem karıştırıcısıyla ile oluşturulan bir rasyonla beslenen hayvanların performansı önemli ölçüde etkilenebileceğini; iyi bir bakım programı ile bıçakların rutin olarak değiştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Yem karma için kullanılan karıştırıcıların rutin bir programda temizlenmesi gerektiğini, rasyonda kullanılan farklı türlerdeki yem materyallerinin karışım etkinliğini değiştirebileceğini belirtmişlerdir. Özellikle, nem içeriği yüksek materyallerin kullanımı durumunda karıştırıcıyı bozabileceğini ve yemlerin homojenliğini etkileyebileceğini, böylece hayvanların ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin dağılımını etkileyebileceğini açıklamışlardır.

Makange vd. (2016) Yaptıkları bu çalışmada 25 kg kapasiteli bir yem karma makinesi tasarlayıp, üretmişlerdir. Karıştırıcının test edilmesini karıştırma süresini değerlendirerek gerçekleştirmişlerdir. Karıştırıcıyı Creo parametric yazılımını kullanarak tasarlamış olup Karıştırıcının performans testini, ASAE (R2006) tarafından geliştirilen karıştırıcılar için standart test prosedürüne uygun olarak yapmışlardır. Testlerin gerçekleştirilmesinde 10 ve 20 dakikalık iki karıştırma süresi düşünmüşlerdir. Her test çalışmasının sonunda, karışık bileşenlerden on adet 200 g numune almışlar ve karışım örnekleri ile karışım seviyeleri arasındaki varyasyon katsayısını hesaplamışlardır. Sonuç olarak tasarladıkları bu yem karma makinesi ile 20 dakikada %95,13'e varan bir karışım performansı elde etmişlerdir. Makinenin kullanımının güvenli ve verimli olduğunu, tasarım ve imalatın yerel olarak yapıldığı için maliyet uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Abo-Habaga vd. (2017) Yaptıkları çalışmalarında küçük kapasiteli 2.5 kW gücündeki yatay karıştırma haznesine sahip bir yem karma makinesi prototipi yaparak karıştırma etkinliğini incelemişlerdir. Yapılan denemelerde en yüksek derecede karışım (homojenlik) oluşabilmesi için optimum karışım süresini belirlemeye çalışmışlardır. Makineyi dört farklı karıştırma süresi (5, 10, 15 ve 20 dakika) kullanarak ve yem karışımının farklı nem içeriklerinde (%25, %28 ve %31) kullanarak denenmiş ve değerlendirmişlerdir. Yem karma makinesinin performans parametrelerinin en yüksek değeri ve optimum karıştırma süresi 5 dakika olarak açıklamışlardır. Nem içeriğini %28 olduğunda karışım sonrası peletleme etkinliğinin en iyi olduğunu ifade ederlerken, artan işleme süresine bağlı olarak enerji tüketiminin arttığını belirtmişlerdir.

Şeflek ve Hacıseferoğulları, (2018) Yaptıkları çalışmalarında 1,5 m³ kapasiteli dikey helezonlu yem karma vagonunda kıyıcı ve karıştırıcı helezonu için sonlu eleman analizini kullanmışlardır. Solidworks yazılımı ile helezon tasarımı yapılarak, stres analizleri yazılımın statik analiz modülü ile yapılmıştır. Stres analizi sonuçlarına göre helezon boyutları 219 x 6 mm olarak belirlenmiş, en büyük gerilim (91,5 MPa) değeri ile burğu borusunun cıvatalı bağlantılarında saptamışlardır. En büyük deformasyon kanat uçlarında olmuştur (Şekil 2.1a) Bıçakların helezon borusuna kaynatıldığı noktalarda gerilim 50 MPa olarak belirlenmiştir (Şekil 2.1b). Kaynak kalitesinin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Tarım makineleri imalat sanayinde analiz ağırlıklı yazılımlarının kullanımının önemli olduğunu ifade etmişlerdir.



Şekil 2.1 a.Dikey helezonda oluşan deformasyon, b. deformasyon

Evrenosoğlu vd. (2019) Yaptıkları çalışmalarında yatay helezonlu yem karma makinelerinde helezonun mekanik tasarımının yem karıştırma/kıyım performansına etkilerini

incelemişlerdir. Bu amaçla, özel olarak tasarlayıp ürettikleri 2 farklı tip karıştırıcı helezon (A, B) kullanılmışlardır. Helezonlar yardımıyla karışım testlerini yapmışlar ve iki farklı tasarım arasındaki karıştırma, kıyma ve performans ilişkisini incelemişlerdir. Yaptıkları elek analizi sonuçlarına göre A helezonunun ortalama karışım oranını %13,04, B helezonunun ortalama karışım oranını %8,15; A helezonunun ortalama kıyma boyunu 14,33 mm, B helezonunun ortalama kıyma boyunu 9,48 mm olarak elde etmişlerdir. A helezonunu daha az bıçak yapısı ile karıştırma etkinliğinin daha yüksek olması amacı ile tasarlamışlardır, fakat B helezonu bıçak sayısının fazla olması nedeniyle yatay doğrultuda malzemeyi daha uzun sürelerde taşımaya rağmen daha yüksek karışım etkinliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kıyma boyu analizlerine göre B helezonu kullanımında ortalama parça boyunun daha kısa olduğunu ifade etmişlerdir.

Daniyan vd. (2018) Yaptıkları çalışmalarında, 100 kg kapasiteli yatay helezonlu bir yem karıştırıcısı tasarlayarak düşük maliyetli malzeme kullanılarak imalatının yapılmasını amaçlamışlardır. Makinenin performans değerlendirmesini, farklı zaman aralıklarında farklı besleme kapasitelerinde denemişlerdir. Çalışmalarında karışım verimlerini besleme hızındaki geri kazanım oranını belirleyerek yapmışlardır. Farklı besleme sürelerinde (5, 10, 15, 20, 25 ve 30) dakikalık aralıklarla, Farklı miktarlarda (20 kg, 60 kg, 80 kg ve 100 kg) balık yemi ile çalışmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre makinenin, malzemeleri 15 ila 20 dakika arasında uygun oranlarda karıştırdığını saptamışlardır. Ağırlığı 60 kg'a arttırıldığında, malzemelerin 20 dakikada tamamen karıştırılmış olduğunu, ancak beslenen materyal miktarı 100 kg'a çıkarıldığında 30 dakikada iyice uygun oranlarda karıştırıldığını belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda haznedeki yem ağırlığının artmasıyla birlikte karışım süresi ve karışım derecesinin arttığını gözlemişlerdir.

Bilgen vd. (2019) Yaptıkları çalışmalarında yem karma makinelerinde kullanılan bıçakların makinenin yoğun kullanımına bağlı olarak ömürlerini hızlı bir şekilde kaybedeceklerini, makine içerisine atılan malzemenin doğranma/parçalanma verimini düşüreceklerini ve güç tüketimini arttıracaklarını belirtmişlerdir. Bu nedenle yatay helezonlu yem karma makinelerinde bıçak ömrünün mekanik tasarım aşamasında iyileştirilmesini sağlamayı amaçlamışlardır. Çalışmalarında özel olarak tasarlayıp ürettikleri 2 farklı tip karıştırıcı helezon kullanmışlardır. Karışım testleri yaparak iki farklı tasarım arasındaki korelasyon ilişkisini incelemişlerdir. Bıçakların aylık aşınma oranlarını karşılaştırdıklarında A helezonunda ortalama 5,34 gr, B helezonunda ise ortalama 7,41 gr kütle kaybı ölçmüşlerdir. B

helezonundaki bıçaklar üzerindeki kütle kaybını %38,76 daha fazla bulmuşlardır. Sonuç olarak, A ve B helezonları ile yaptıkları çalışmada doğrama/parçalama oranlarında belirgin farklar bulmuşlardır. A helezonu daha az bıçak ile donatmışlar ve helezon tasarımını malzemeyi helezon merkezine hızlı şekilde aktaracak şekilde konumlandırmışlardır. Böylece hızlı bir karışım sağlamışlar fakat doğrama/parçalama etkinliğinin daha düşük olduğunu açıklamışlardır. B helezonunun ise yatay ekseninde malzemeyi doğrama/parçalama yaptığını, helezon merkezine iletip malzemeyi daha küçük partikül boyutlarına getirdiğini belirtmişlerdir. Bu bakımdan B helezonunun, daha yüksek doğrama/parçalama etkinliği ve daha kısa sürede partikül dağılımı sağlamış olmasından dolayı bıçakların eskime/yıpranma süresinin daha uzun olduğunu açıklamışlardır.

Balami vd. (2013) Yaptıkları çalışmalarında yem karıştırma makinesi tasarlayarak geliştirmişler ve test etmişlerdir. Çalışmalarda, 5, 10, 15 ve 20 dakikalık dört karıştırma süresinde üç farklı materyal kullanarak test etmişlerdir. Çizelge 2.1' de karıştırıcının performansının özet sonuçlarını gösterilmiştir. Karıştırma sürelerine göre ortalama VK ve karıştırma dereceleri (%) hesaplanmıştır. 20 dakikalık çalışmada % 95,31'e varan bir karıştırma performansına ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Bu sonucun 15 dakikalık karıştırma işlemi sırasında elde edilenlerle karşılaştırılması,% 0,15'lik bir marjinal fark gösterdiği ve denge karışımı elde edildikten sonra, daha fazla karıştırmanın daha iyi bir sonuç vermeyeceğini ifade etmişlerdir. Dikkate alınan dört karıştırma süresine ilişkin ortalama karıştırma seviyesinde (5, 10, 15 ve 20 dakikalık dört karıştırma süresinin ortalaması) ortalama 12,5 dakikada ulaşılan %89 karışım derecesi elde edilmiştir.

Çizelge 2.1. Karıştırıcı performans sonuçları

Karıştırma süresi (dk)	Tekerrür (VK,%)			Ort. VK	Karıştırma derecesi (%)
	I	II	III		
5	22,81	20,68	22,06	21,85	78,15
10	14,09	11,66	12,16	12,64	87,36
15	4,81	5,13	4,58	4,84	95,16
20	4,81	5,31	3,96	4,96	95,31
Toplam	46,52	42,78	42,76	44,29	355,98
Ort.	11,63	10,70	10,69	11,07	89,00

Zinn (2004) Yem karışımındaki problemlerin birçoğunun, yem parçalarının şeklinin, büyüklüğünün ve/veya yoğunluk değerlerinin arasındaki farklardan kaynaklandığını belirtmiştir. Benzer ebat ve yoğunluktaki yem içeriklerinin, kolay ve hızlı bir şekilde karışma eğiliminde olacağını açıklamıştır. Yemlerin düşük yoğunluklu ve çok çeşitli parçacık şekillerine ve boyutlarına sahip olduğunu, fiziksel formdaki bu çeşitliliğin ve yem bileşenlerinin yoğunluğunun, yemlerin karışımlarının hazırlanmasını zorlaştıracığını söylemiştir. Karıştırıcıların aşırı yüklenmemesini, aşırı yükleme durumunda, düzgün şekilde karışmamaya neden olacağını belirtmiştir. Karışım süresinin, karışıma eklenen nem düzeyi yüksek materyaller ile artacağı, bunun sebebinin karışımın daha viskoz hale gelmesi ve karışım içindeki bileşenlerin akışını yavaşlatması olarak açıklamıştır.

Marczuk vd. (2019) Çalışmalarında yatay helezonlu tip yem karma makinelerinin özellikleri ve çalışma parametrelerini incelemişlerdir. Çeşitli yem materyallerinin karıştırılmasında istenen homojenliğin karıştırıcıların doğrudan yapısal koşullarına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Mikserin işletme verimliliğinin kalitesinin değerlendirilmesinde ana kriter olarak homojenlik kabul edilmiştir. Karışım olarak %80 arpa, %20 çavdar kullanmışlardır. Çalışmalar sonucunda, karıştırma süresi 13 dakika ve tank yükü hacminin

%52,4'ü olduğunda mikserin %94,13 ile en yüksek değerine ulaşan homojenlik katsayısına ulaşıldığını belirlemişlerdir.

Adenigba ve Olalusi, (2019) Çalışmalarında tasarladıkları yem karıştırma makinesi ile yaptıkları performans testlerinde sırasıyla %13,1, %14,7 ve %17,5 nem içeriğine sahip 3 farklı yem içeriği kullanmışlardır. Deneyleri 4 farklı zamanda (5 dak, 10 dak, 15 dak ve 20 dak) ve beş farklı hızda (100 rpm, 150 rpm, 200 rpm, 250 rpm ve 300 rpm) gerçekleştirmişlerdir. karıştırıcının değerlendirilmesinde toplanan veriler üzerinde regresyon analizi yapmışlardır. Araştırmalarında, tüketilen elektrik enerjisini (kJ), harcanma derecesini (%) ve tüketilen ortalama gücü (kW) incelemişlerdir. Denemeler sonucunda 20 dakika karıştırma süresinde 200 rpm hızda 356.4 kJ elektrik enerjisi harcadıklarını belirtmişlerdir. Homojenlik derecesini ise %95,96 bulduklarını açıklamışlardır. Hızı 200 rpm'den 150 rpm'ye düşürdüklerinde ise homojenlikte 0.2'lik bir azalma gerçekleşeceğini söylemişlerdir.

Spain vd. (1991) Yaptıkları bu çalışmada karıştırıcıların kapasitelerinin ötesinde doldurulması durumunda, karıştırma süresini arttıracak, karışımın homojenliğini azaltacağını ve hatta yem israfının artabileceğini belirtmişlerdir.

Froetschner (2005) Yaptığı çalışmada karıştırma işleminin başarılı olmasını etkileyen değişkenleri ve karışım homojenliğini incelemiştir. Araştırma sonucunda; ekipman tipi/durumu, bileşen büyüklüğü ve karışım süresi gibi faktörlerin, karıştırılan ürünün homojenliğini önemli ölçüde değiştirebileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte, bu kritik faktörlerin tanınması durumunda, hayvanlara homojen bir yem verilmesine yardımcı olabileceğini açıklamıştır.

Hyunwoong vd. (2015) Çalışmalarında düz tabanlı dikey yem karıştırıcısının karıştırma performansını incelemişlerdir. Karıştırma süresi en etkili faktörlerden biri olduğundan, karıştırma süresinin karma yemin homojenliği üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında 250 litre kapasiteli karıştırıcıda optimum karıştırma performansı için en az 200 saniyelik karıştırma yapılmasının gerektiğini, ancak düz tabanlı dikey bir karıştırıcının karıştırma performansını test etmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu da belirtmişlerdir.

Herrman ve Behnke, (1994) Yaptıkları çalışmalarında hazırlanan yem karışımlarında homojenliğin değerini çeşitli faktörlerin belirleyeceğini açıklamışlardır. Bu faktörlerin

bileşenlerin parçacık büyüklüğü ve şeklinin, materyal yoğunluğu ve statik yükünün, materyallerin karıştırma sıralarının, materyal miktarının, karıştırıcı tasarımının, karıştırma süresinin, karıştırıcının temizliği ve karıştırıcının aşınması veya bakımının olduğunu belirtmişlerdir. helezonlarda malzeme birikmesi sonucu karıştırıcılarda performans düşüklüğüne neden olabileceğini açıklamışlardır. Bir karıştırıcının aşırı doldurulması veya yetersiz doldurulması durumunda ise karışımın yetersiz olmasına yol açabileceğini açıklamışlardır.

Krolczyk, (2016) Yaptığı çalışmasında elde edilen ürünlerin homojenliği üzerine karıştırma sürelerinin etkilerini incelemiştir. Karıştırma zamanının etkisini farklı tip çok bileşenli granül karışımları üzerinde incelemiştir. Materyallerin boyutlarına ve kütle yoğunluklarına göre farklı ağırlık oranlarına sahip yem karışımları olduğunu belirtmiştir. Beş farklı karıştırma süresinde (20, 30, 40, 50 ve 60 dakika) çalışmalar yürütmüştür. Karıştırılan materyallerde kullandığı skalaya göre karıştırma derecelerini hesaplamıştır. Karıştırma sürelerinde 20 dakikalık karıştırma süresinde karışım homojenliğini 'iyi' olarak hesaplarken, 20, 30, 50 ve 60 dakikalık karıştırma süreleri için ise "çok iyi" olarak saptamıştır. Karıştırma sürelerinde 40 ve 50 dakika için karıştırma derecesinin değerleri, 30 dakikalık sürede elde edilenlerden değerlerden daha düşük olduğunu ve bu nedenle karışımın kalitesi daha düşük olabileceğini ifade etmiştir. Karıştırma süresinin 30 dakikalık sürenin üzerine çıkması durumunda karışımın homojenliğinin üzerinde önemli bir fark yaratmadığı ve karışım süresinin uzatılmaması gerektiğini belirtmiştir.

Yalçın vd. (2007) Yaptıkları çalışmalarında Ege Bölgesinde hayvancılık işletmelerinde kullanılan bazı yem karıştırma ve dağıtma arabalarının özellikleri incelemiştir. Yatay helezonlu yem karıştırma ve dağıtma arabalarını inceledikleri bu çalışmalarında Ödemiş, Bayındır ve Seferihisar ilçelerinde denemeler gerçekleştirmişlerdir. Makinelerin çalışma özelliklerini ortaya koymak amacıyla işletmelerde; makine boşaltma mesafesi, boşaltma zamanı ve yem karıştırma homojenliğine ilişkin ölçümler yapılmışlardır. Ayrıca denemelerde kullanılan yem materyallerine ilişkin nem, kıyma boyu vb. gibi özellikleri belirlemiştir. İşletmelerin günlük olarak hazırladıkları rasyonlardan örnekler alarak boyut analizleri ve nem analizleri yapmışlardır. (İşletmelerde karışım içerisine giren yem maddeleri; mısır silajı, arpa ve yulaf samanları, arpa ve mısır ezemeleri, pamuk ve ayçiçeği küspeleri kepek, mermer tozu, soda, kuru yonca otu, kesif yemler ve minerallerdir.) Rasyona ilave edilen uzun lifli materyallerin makine içindeki kıyılma durumunu görmek için bu materyallerin karışım ve

parçalama öncesi boyut analizi yapılmıştır. İşletmelerde karışıma katılan saman (arpa, yulaf), mısır silajı ve yonca'dan alınan örneklerin boyut analizleri sonucunda, 150 mm'den büyük materyal bulunmadığı saptanmıştır. Toplam karıştırma süreleri karışıma katılan yem materyallerinin toplam ağırlıkları ve çeşidi ile orantılı olduğunu, ağırlık ve çeşit artarsa karıştırma süresi de artacağını belirtmişlerdir.

Costa vd. (2019). Dikey helezonlu tip karıştırıcı (21 m³) ile farklı yükleme seviyelerinde ve karıştırma sürelerinde toplam karma rasyon (TMR) homojenliği üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında rasyon hazırlama ve yem karışımında homojenliğin tamamen karıştırıcının tipi, parça boyutu ile yakından ilgili olduğunu ifade etmişlerdir. Karıştırma vagonunu (kapasitesinin %40, 70 ve 100'ü) olacak şekilde yüklemiş, üç farklı kesme süresi (4, 5 ve 6 dakika) ve üç karıştırma süresine (4, 5 ve 6 dakika) göre karıştırılan örneklerin kimyasal bileşimlerine göre homojenlikleri hakkında fikir edinmiş ve bu konuda daha araştırmalar yapılması gerektiği belirtmişlerdir. Karıştırma vagonuna yapılan yüklemenin, ham protein (CP) (p <.05) ve nötr deterjan lifi (NDF) içeriğini (p <.01) etkilerken, karıştırma süresinin yemin kuru madde içeriğini (DM) etkilediğini (p <.05) saptamışlardır. Karıştırma vagonunun %70 kapasite yükünde çalışması durumunda beklenen ve kimyasal olarak belirlenen NDF (p <.01), CP (p <.05) ve eter ekstresi (EE) (p <.05) içeriği arasında daha düşük fark değerleri saptamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemeler her birinde farklı tip ve farklı özelliklere sahip yem karma ve dağıtma makinesine sahip olan üç farklı hayvancılık işletmesinde yürütülmüştür. Denemelerin yürütüldüğü işletmelerden; A işletmesi, Tekirdağ'ın Saray ilçesinin Güngörmez mahallesinde bulunan özel bir hayvancılık işletmesi, B işletmesi, Tekirdağ'ın Saray ilçesinin Çayla mahallesinde bulunan özel bir hayvancılık işletmesi, C işletmesi Edirne'nin Lalapaşa ilçesinin Kavaklı köyünde bulunan özel bir hayvancılık işletmesidir.

İşletmelerde denemelerin yürütüldüğü tarihler Çizelge 3.1' de verilmiştir. Denemelerin yürütüldüğü işletmelere ilişkin genel bilgiler Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. İşletmelerde deneme tarihleri

İşletmeler	Deneme tarihi
A	09 / 12 Haziran 2019
B	16 / 20 Haziran 2019
C	14 /18 Temmuz 2019

Çizelge 3.2. İşletmelerin genel özellikleri

İşletmeler	Çalışan sayısı	Eğitim durumu	Ekilebilir alan(da)	Yem bitkisi ekiliş alanı(da)	Büyükbaş hayvan sayısı
A	3	İlkokul	-	-	160
B	3	Ortaokul	40	-	12
C	2	İlkokul	50	5 da yonca, 10 da mısır	60

3.1. Materyal

Denemelerde çalışma materyali olarak farklı özelliklerde yem karma ve dağıtma makineleri kullanılmıştır. Denemede kullanılan yem karma ve dağıtma makinelerinin seçiminde, özellikle farklı iş kapasitesine sahip olmasına, imalat yıllarının yeni ve/veya eski olmasına dikkat edilmiştir. Seçilen yem karma ve dağıtma makineleri farklı firmalar tarafından imal edilen ve bölgede üreticiler tarafından yoğun olarak kullanımı bulunan ekipmanlardır.

Çalışmanın diğer materyalini işletmelerde mevcut olan ve rasyonların temel ana materyalleri olan ürün ve ürünler oluşturmaktadır.

3.1.1. Denemelerde Kullanılan Yem Karma ve Dağıtma Makineleri

Denemelerde, orta ve küçük hayvancılık işletmeleri tarafından kullanılan küçük kapasiteli yem karma ve dağıtma makineleri (YKM) ile yürütülmüştür.

Denemelerde 3 farklı tip YKM kullanılmıştır.

Bunlar;

A işletmesinde : YKM1

B işletmesinde : YKM2

C işletmesinde : YKM3

olmak üzere ifade edilmiştir.

3.1.1.1. YKM1- 5 m³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesi

A işletmesinde kullanılan YKM imalat yılı 2007 olup, 14 yıl süre ile kullanılmakta olan eski bir yem karma ve dağıtma makinesi konumundadır. İşletmede aktif olarak kullanılmaktadır. Arkada yükleme kovanı ile vagon içine besleme yapıldığı gibi, işletmede bulunan ön yükleyici ile de vagona besleme yapılabilmektedir.

Yapılan çalışmalarda yemin yüklenmesinde bir kişinin çalıştığı, günde iki kez YKM kullanıldığı belirlenmiştir.

Şekil 3.1’de, A işletmesinde bulunan 5 m³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesi görülmektedir. Çizelge 3.3’de 5 m³ hacimli yem karma ve dağıtma makinesine ilişkin teknik özellikler verilmiştir.



a



b



c



d

Şekil 3.1. YKM1- A işletmesinde kullanılan 5 m³ hacimli yatay helezonlu yem karma ve dağıtma makinesi; a) Genel görünüm, b) Arka yükleme bölmesi, c) Traktöre bağlantı konumu, d) Yatay helezonlar

Yem karma makinesi traktörle çekilir tip olup hareketini traktör kuyruk milinden almaktadır. Alınan bu hareket bir dişli kutusu ve hareket iletim organları yardımıyla karıştırıcı helezona ve dağıtıcı konveyöre iletilmektedir. Materyalleri kesme, karıştırma ve materyalleri dağıtma işlemlerini yapabilir özelliktedir. Helezonlar yatay olup 2 adet helezona sahiptir. Helezon kanatları üzerinde bulunan yıldız tip kesici 28 adet bıçağa sahiptir. Boşaltma konveyörü sol tarafta yerleştirilmiştir.

Yatay helezonlu YKM1 makine, FIAT 7056 model 70 HP gücünde traktör ile kullanılmıştır. Traktör + ekipman işletmede her gün aynı operatör tarafından kullanılmakta olup, günde iki kere çalıştırılmaktadır.

Çizelge 3.3. YKM1- A işletmesinde kullanılan 5 m³ hacimli yatay helezonlu yem karma ve dağıtma makinesine ilişkin teknik özellikler

Marka	Tosun
Model yılı	2007
Hacim	5 m ³
Helezon tipi	yatay helezon
Helezon sayısı	2 adet
Ağırlık	2180 kg
Toplam yükseklik	1660 mm
Toplam genişlik	1480 mm
Toplam uzunluk	2500 mm
PTO	540 d/dk
Bıçak tipi	yıldız tipi bıçak
Kıyıcı sistem	28/56 adet
Boşaltma	Sol taraf
Boşaltma kapağı	Hidrolik

3.1.1.2. YKM2- 2 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi

B işletmesinde kullanılan YKM imalat yılı 2017 olup, 2 yıl süre ile kullanılmakta olan yeni bir yem karma ve dağıtma makinesidir. İşletmede aktif olarak kullanılmaktadır. Arkada yükleme kovası ile vagon içine besleme yapıldığı gibi, işletmede bulunan ön yükleyici ile de vagona besleme yapılabilmektedir.

Yapılan çalışmalarda yemin yüklenmesinde bir kişinin çalıştığı, günde iki kez YKM kullanıldığı belirlenmiştir.

Şekil 3.2’de, B işletmesinde bulunan 2 m³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesi görülmektedir. Çizelge 3.4’de 2 m³ hacimli yem karma ve dağıtma makinesine ilişkin teknik özellikler verilmiştir.



a



b



c



d

Şekil 3.2. YKM2- A işletmesinde kullanılan 2 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma ve dağıtma makinesi; a) Genel görünüm, b) Arka yükleme bölgesi, c) Traktöre bağlantı konumu, d) Dikey helezon

Yem karma makinesi traktörle çekilir tip olup hareketini traktör kuyruk milinden almaktadır. Alınan bu hareket bir dişli kutusu ve hareket iletim organları yardımıyla karıştırıcı helezona ve dağıtıcı konveyöre iletilmektedir. Materyalleri kesme, karıştırma ve dağıtma işlemlerini yapabilir özelliktedir. Dikey helezonlu olup, tek helezona sahiptir. Helezon kanatları üzerinde bulunan dikey tip kesici 5 adet bıçağa sahiptir. Boşaltma konveyörü hidrolik olup, sol tarafta yerleştirilmiştir.

Yatay helezonlu YKM2 makine, Deutz Fahr 6206 model 63 HP gücünde traktör ile kullanılmıştır. Traktör + ekipman işletmede her gün aynı operatör tarafından kullanılmakta olup, günde iki kere çalıştırılmaktadır.

Çizelge 3.4. YKM2- B işletmesinde kullanılan 2 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma ve dağıtma makinesine ilişkin teknik özellikler

Marka	Çelikel
Model yılı	2017
Hacim	2 m ³
Helezon tipi	Dikey helezon
Helezon sayısı	1 adet
Ağırlık	900 kg
Toplam yükseklik	1750 mm
Toplam genişlik	1850 mm
Toplam uzunluk	3950 mm
PTO	540 d/dk
Bıçak tipi	Dikey yem karma bıçağı
Bıçak sayısı	5 adet
Boşaltma	Sol taraf
Boşaltma kapağı	Hidrolik

3.1.1.3. YKM3- 3 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi

C işletmesinde kullanılan YKM imalat yılı 2015 olup, 4 yıl süre ile kullanılmakta olan yeni bir yem karma ve dağıtma makinesidir. İşletmede aktif olarak kullanılmaktadır. Arkada yükleme kovası ile vagon içine besleme yapıldığı gibi, işletmede bulunan ön yükleyici ile de vagona besleme yapılabilmektedir.

Yapılan çalışmalarda yemin yüklenmesinde bir kişinin çalıştığı, günde iki kez YKM kullanıldığı belirlenmiştir.

Şekil 3.3’de, C işletmesinde bulunan 3 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi görülmektedir. Çizelge 3.5’de 3 m³ hacimli yem karma ve dağıtma makinesine ilişkin teknik özellikler verilmiştir.



a



b



c



d

Şekil 3.3. YKM3- C işletmesinde kullanılan 3 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma ve dağıtma makinesi; a) Genel görünüm, b) Arka yükleme bölgesi, c) Traktöre bağlantı konumu, d) Dikey helezon

Yem karma makinesi traktörle çekilir tip olup hareketini traktör kuyruk milinden almaktadır. Alınan bu hareket bir dişli kutusu ve hareket iletim organları yardımıyla karıştırıcı helezona ve dağıtıcı konveyöre iletilmektedir. Materyalleri kesme, karıştırma ve materyalleri dağıtma işlemlerini yapabilir özelliktedir. Dikey helezonlu olup, 1 adet helezona sahiptir. Helezon kanatları üzerinde bulunan dikey yem karma bıçaklarından 5 adet bıçağa sahiptir. Boşaltma konveyörü hidrolik olup, sol tarafta yerleştirilmiştir.

Dikey helezonlu YKM3 makine, Massey Ferguson 285 model 75 HP gücünde traktör ile kullanılmıştır. Traktör + ekipman işletmede her gün aynı operatör tarafından kullanılmakta olup, günde iki kere çalıştırılmaktadır.

Çizelge 3.5. YKM3- C işletmesinde kullanılan 3 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma ve dağıtma makinesine ilişkin teknik özellikler

Marka	Kurdoğlu
Model yılı	2015
Hacim	3 m ³
Helezon tipi	dikey helezon
Helezon sayısı	1 adet
Ağırlık	1700 kg
Toplam yükseklik	2400 mm
Toplam genişlik	2100 mm
Toplam uzunluk	4300 mm
PTO	540 d/dk
Bıçak tipi	Dikey yem karma bıçağı
Bıçak sayısı	5 adet
Boşaltma	Sol taraf
Boşaltma kapağı	Hidrolik

3.1.2. Denemelerde Kullanılan Yemler

Denemelerde materyalin kıyılması ve homojenliğinin belirlenmesinde saman ve silaj materyaller dikkate alınmıştır.

3.1.2.1. Denemelerde kullanılan silaj

Denemelerin yürütüldüğü her iki işletmede (A ve B) TMR hazırlamada paketlenmiş olarak alınan silajlık materyaller kullanılmış olup, kullanılan silaj paketleri örnekleri Şekil 3.4.' de gösterilmiştir.

Denemelerde piyasada hazır olarak bulunan mısır silajı kullanılmıştır. Kullanılan silaj içeriği Çizelge 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.4. A ve B işletmesinde kullanılan paket silajlar

Çizelge 3.6. Denemelerde kullanılan paket silajların içeriği

A ve B işletmesinde kullanılan silaj içeriği
Arpa-Fiğ-Tritikale Silajı, Bakla-Bezelye Silajı, Mısır-Ayçiçeği Silajı, Pamuk Kapçığı, Pamuk Çekirdeği, Yonca, Portakal ve Elma

C işletmesinde işletme tarafından yapılan mısır silajı kullanılmıştır. Silaj, toprak üstü yığın silolarda I.ürün mısırdan hazırlanmıştır. Şekil 3.5’de işletme tarafından hazırlanan mısır silajı gösterilmiştir.



Şekil 3.5. C işletmesinde kullanılan mısır silajı

3.1.2.2. Denemelerde kullanılan saman

Denemelerde her üç işletmede de saman kullanılmıştır. Karışımda kullanılan samanların (buğday sapları) nem içeriği; A işletmesinde %12, B ve C işletmesinde %13' tür. Şekil 3.6'da samanlardan bir görüntü gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Denemelerde kullanılan saman balyaları

3.1.2.3. Denemelerde kullanılan yem miktar ve oranları

Denemelerde kullanılan yem karma makinelerinde karışım için test edilen yem miktarları ve oranları eşit olarak hazırlanmıştır. Denemelerde kullanılan yem miktarları ve oranları Çizelde 3.7' de verilmiştir. Saman ve silaj materyalleri için kıyma etkinliklerinin belirlenebilmesi amacıyla eşit miktarlar hazırlanmıştır. Saman materyalinden 100 kg olacak şekilde, silaj materyalden ise 300 kg hazırlanarak yem karma makinesinin karıştırma haznesinde

kıyılmak için hazırlanmıştır. İşletmelerde TMR için farklı yem bileşimlerinde kullanılmıştır. Her işletmede farklı yem materyalleri kullanıldığından homojenlik testleri için sadece saman, silajlık materyaller ve karma yem incelenmiştir. Çizelge 3.8' de A, B ve C işletmelerinde hazırlanan TMR yem bileşimleri verilmiştir. B işletmesinde karma yem miktarı 50 kg olması nedeni ile diğer işletmeler içinde 50 kg alınarak homojenlik testi yapılmıştır.

Çizelge 3.7. Denemelerde kullanılan yem miktarları ve oranları

Yem maddeleri	Miktar Kg	%
Saman	100	22,22
Silaj	300	66,66
Karma yem	50	11,12
Toplam karışım	400	100,0

Çizelge 3.8. A, B ve C işletmelerinde hazırlanan TMR yem bileşimleri

Yem maddeleri	Miktar (Kg)	Oran (%)	Miktar (Kg)	Oran (%)	Miktar (Kg)	Oran (%)
İşletmeler	A		B		C	
Saman	100	13,34	100	22,23	100	17,55
Silaj	300	40,0	300	66,66	300	52,63
Kuru ot	150	20,0	-	-	50	8,77
Karma yem (Süt yemi pelet)	50+100	20,0	50	11,11	50+70	21,05
Küspe	50	6,66	-	-	-	-
Toplam karışım	750	100,0	450	100,0	570	100,0

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemelerin Yürütülmesi

Denemeler; üç farklı hayvancılık işletmesinde yürütülmüş ve 3 yem karma makinesi kullanılmıştır. Deneme planı Çizelge 3.9' da verilmiştir.

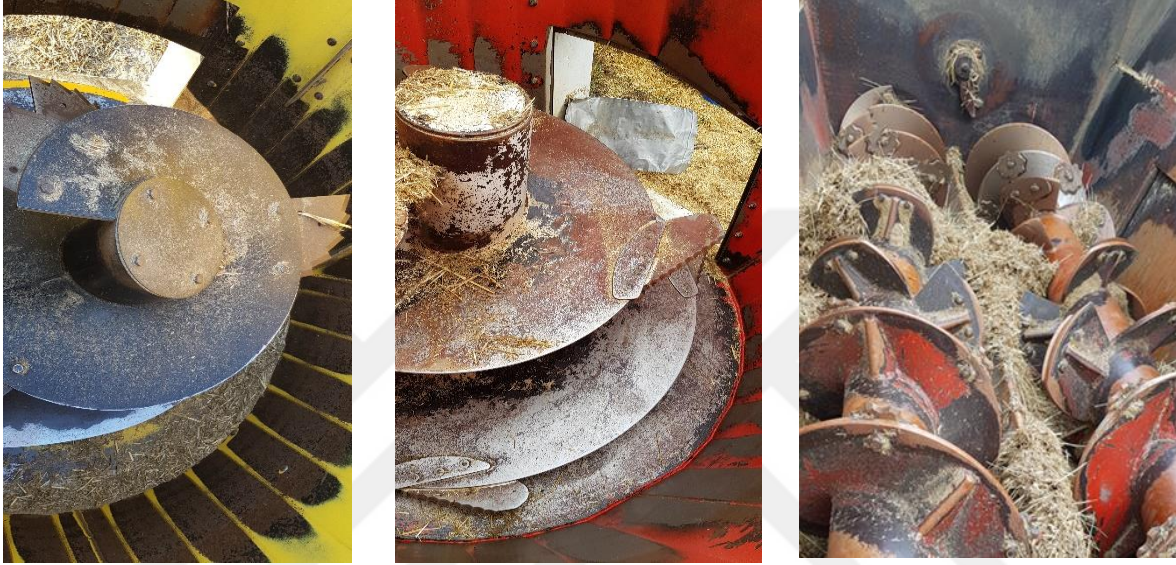
Çizelge 3.9. Deneme planı

Parametre	Seviye	Değer
Makine	3	<ul style="list-style-type: none">• YKM1• YKM2• YKM3
Karıştırma süresi	4	<ul style="list-style-type: none">• 5 dakika• 10 dakika• 15 dakika• 20 dakika
Parça boyutu testi	2	<ul style="list-style-type: none">• Saman• Silaj
Homojenlik testi	3	<ul style="list-style-type: none">• Saman• Silaj• karma yem
Tekrar	3	
Toplam örnek sayısı	216	

Denemelerde her makinede 100 kg saman, 300 kg silaj materyalinde dört farklı karıştırma sürelerinde yem karıştırma haznesinden materyal örnekleri alınarak ölçümler yapılmıştır. İşletmelerde TMR karışımlarının farklı olması nedeniyle, en az karışım materyali ekleyen B işletmesi temel alınarak, A ve C işletmesinde de 50 kg karma yem sonrasında homojenlik testleri yapılmıştır. Böylece işletmeler arasındaki karşılaştırma yapabilmek mümkün olabilmektedir.

3.2.2. Denemelerin Yürütülmesi

Denemelerin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için her karışım öncesinde yem karma ve dağıtma makinelerinin yem karıştırma hazneleri boşaltılarak temizlenmiştir. Böylece daha önceki yem karma işleminden haznede kalan yem ve yabancı materyallerin denemelerde kullanılan yemlere karışması önlenmiştir. Denemelerde karışım öncesi temizlenen yem karışım haznesine ilişkin örnek resimler Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Karışım öncesinde temizlenen yem karma haznelerinden örnekler

Temizleme işlemi tamamlandıktan sonra yem karma ve dağıtma makinelerinin traktörün kuyruk miline bağlantısı yapılmıştır. Şekil 3.8' de bağlantı sırasından örnek bir resim verilmiştir.



Şekil 3.8. Yem karma ve dağıtma makinesinin kuyruk miline bağlanması

Denemelerde traktör kuyruk mili devri 540 devir/dak.'ya ayarlanmıştır. Traktör kuyruk mili devirlerinin her yem karma ve dağıtma makinesi için aynı olması denemelerin uygun karşılaştırılabilmesi için denemeler boyunca sabit tutulmuştur.

3.2.2.1. Karıştırma işleminin yürütülmesi

Karıştırma işlemleri, TMR hazırlamada her zaman kullanılan materyaller olan saman ve silaj materyallerde yapılmıştır. Saman karıştırma işlemine ilişkin çalışmalar;

Temizlenen yem karma ve dağıtma makinelerinin haznelerine saman balyaları atılarak, helezonlar çalıştırılmış, parçalama işlemi yapılmıştır. Şekil 3.9' da YKM1 tip makinesinde saman karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek, Şekil 3.10 YKM2 tip makinesinde saman karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek, Şekil 3.11'de YKM3 tip makinesinde saman karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek verilmiştir. Karıştırma işlemi A, B, C işletmelerinde benzer ortam koşullarında gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

Hazneye atılan saman balyaları 5, 10, 15 ve 20 dakikalık periyodlarla karıştırılmıştır. Her karıştırma süresi sonunda motor kapatılarak karıştırma işlemi durdurulmuştur. Her karıştırma süresi sonunda hazneden numuneler alınarak, paketlenmiş ve paketler etiketlenmiştir. Alınan örnekler laboratuvar koşullarında açılarak, parça boyutu ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 3.9. YKM1 tip makinesinde saman karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek



Şekil 3.10. YKM2 tip makinesinde saman karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek



Şekil 3.11. YKM3 tip makinesinde saman karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek

A, B ve C işletmelerinde gerçekleştirilen samana ilişkin parça boyut testi sonunda her yem karma ve dağıtma makinesinin hazneleri Şekil 3.12’de gösterildiği gibi boşaltılarak temizlenmiştir. Saman karıştırma işlemleri her karıştırma süresi için üç tekrarlı olarak yürütülmüştür.



Şekil 3.12. Hazneden saman boşaltma işlemi

Silaj karıştırma işlemine ilişkin çalışmalar; Temizlenen yem karma ve dağıtma makinelerinin haznelerine silaj materyalleri atılarak, helezonlar çalıştırılarak, parçalama işlemi yapılmıştır. Şekil 3.13' de YKM1 tip makinesinde silaj karıştırma işleminine ilişkin çalışmalardan örnek, Şekil 3.14 'de YKM2 tip makinesinde silaj karıştırma işleminine ilişkin çalışmalardan örnek, Şekil 3.15’de YKM3 tip makinesinde silaj karıştırma işleminine ilişkin çalışmalardan örnek verilmiştir. Karıştırma işleminin A, B, C işletmelerinde benzer koşullarda gerçekleştirilmesi için çalışılmıştır.



Şekil 3.13. YKM1 tip makinesinde silaj karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek



Şekil 3.14. YKM2 tip makinesinde silaj karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek



Şekil 3.15. YKM3 tip makinesinde silaj karıştırma işlemine ilişkin çalışmalardan örnek

Hazneye atılan silaj materyalleri 5, 10, 15 ve 20 dakikalık periyodlarla karıştırılmıştır. Her karıştırma süresi sonunda motor kapatılarak karıştırma işlemi durdurulmuştur. Her karıştırma süresi sonunda haznedeki numuneler alınarak, paketlenmiş ve paketler etiketlenmiştir. Alınan örnekler laboratuvar koşullarında açılarak, parça boyutu ölçümleri yapılmıştır.

A, B ve C işletmelerinde gerçekleştirilen silaja ilişkin karıştırma işlemleri sonunda her yem karma ve dağıtma makinesinin hazneleri Şekil 3.19’da gösterildiği gibi boşaltılarak temizlenmiştir. Silaj karıştırma işlemleri her karıştırma süresi için üç tekrarlı olarak yürütülmüştür.

3.2.3. Homojenlik testlerine ilişkin çalışmalar

Rasyon hazırlamada en büyük problemlerden biri olan ve her öğün rasyonlarda bulunan saman ve yonca otunun parçalanmasında homojen parça boyutunun elde edilebilmesi önemlidir. Bu nedenle yem karma makinelerinde karıştırma sürelerinde TMR yemlerde saman ve silaj materyallerde homojenlik incelenmiştir. Denemeler sonucunda işletme sahiplerinin kendi işletmeleri için oluşturdukları TMR yem karışımları kullanılarak incelenmiş ve karışım sonrasında örnekler alınmıştır. Alınan örnekler laboratuvar koşullarında tek tek ayrı ayrı incelenmiştir. İşletmelerin TMR yem oluştururken yem bileşimlerine herhangi bir etkide bulunulmamıştır. İşletmelerde değişken hayvan sayısına paralel olarak karma yem miktarı değişkenlik gösterdiğinden standart karışım elde etmek amacıyla 50 kg karma yem ilavesi ile karışımlar yapılmış, örnekler alındıktan sonra kalan miktarlar ilave edilmiştir. İşletmelerden karışım sonrası alınan TMR yem örnekleri Şekil.3.16’da verilmiştir.



Şekil 3.16. İşletmelerden alınan TMR yem örnekleri

Çiftliklerden alınan TMR yem örneklerinin karışım sonucu homojenlik durumları hakkında bilgi almak için el ile bileşenlerine ayırma işlemi yapılmıştır. Şekil.3.17’de homojenlik testleri için TMR yem bileşenlerine ayırma işlemlerinden örnekler gösterilmiştir.



Şekil 3.17. homojenlik testleri için TMR yem bileşenlerine ayırma işlemlerinden örnekler

3.2.4. Parça Boyutunun Belirlenmesi

Parça boyutu testleri, TMR hazırlamada her zaman kullanılan materyaller olan saman ve silaj materyallerinle yapılmıştır.

Yapılan denemelerde her çiftlik için belirli zaman periyodlarında saman ve silaj örnekleri alınarak boyutları ölçülmüştür. Ölçülen bu değerlerle ortalama parça boyutları aşağıdaki eşitlik (3.1) yardımıyla hesaplanmıştır (Demir, 2007).

$$X_{ort} = \frac{\sum f_i \cdot X_i}{\sum f} \quad (3.1)$$

X_{ort} : Ortalama parçalanmış sap uzunluğu (mm)

X_i : Gruba ait ortalama sap uzunluğu (mm)

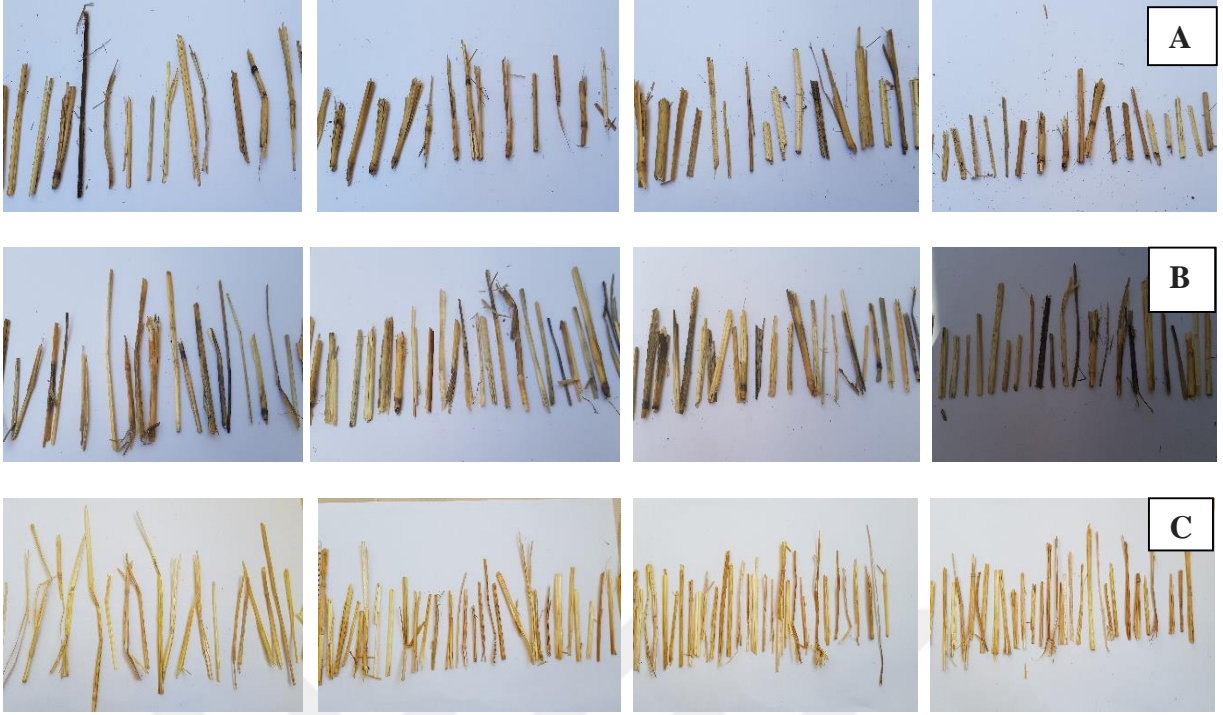
f_i : Her bir gruba ait ölçüm yapılan parça sayısı (frekans)(adet)

f : Toplam parça sayısı (toplam frekans)(adet)

3.2.4.1. Saman örneklerinin boyutlarının ölçülmesi

Karıştırma denemeleri sonunda saman örnekleri hava almayan plastik torbalara konulmuştur. Her bir karışım sonrası alınan kıyılmış saman örnekleri temiz bir zemin üzerinde sıraya dizilmiştir. Şekil 3.18' de A, B ve C işletmelerinde ölçüm için sıraya dizilen samanlara ilişkin örnekler gösterilmiştir. Sıraya dizildikten sonra saman parçalarının boyutları tek tek ölçülmüştür. Ölçümler her işletmede kullanılan üç makine ve dört farklı karışım sonrası toplanan örnekler için yapılmıştır.

Kıyılmış saman örneklerinin parça boyutları temiz bir alana düzenli olarak sıralanarak Şekil 3.19' da görüldüğü gibi bir cetvel yardımıyla ölçülmüştür.



Şekil 3.18. A, B ve C işletmelerinde karışım sürelerine göre sıraya dizilen saman örnekleri

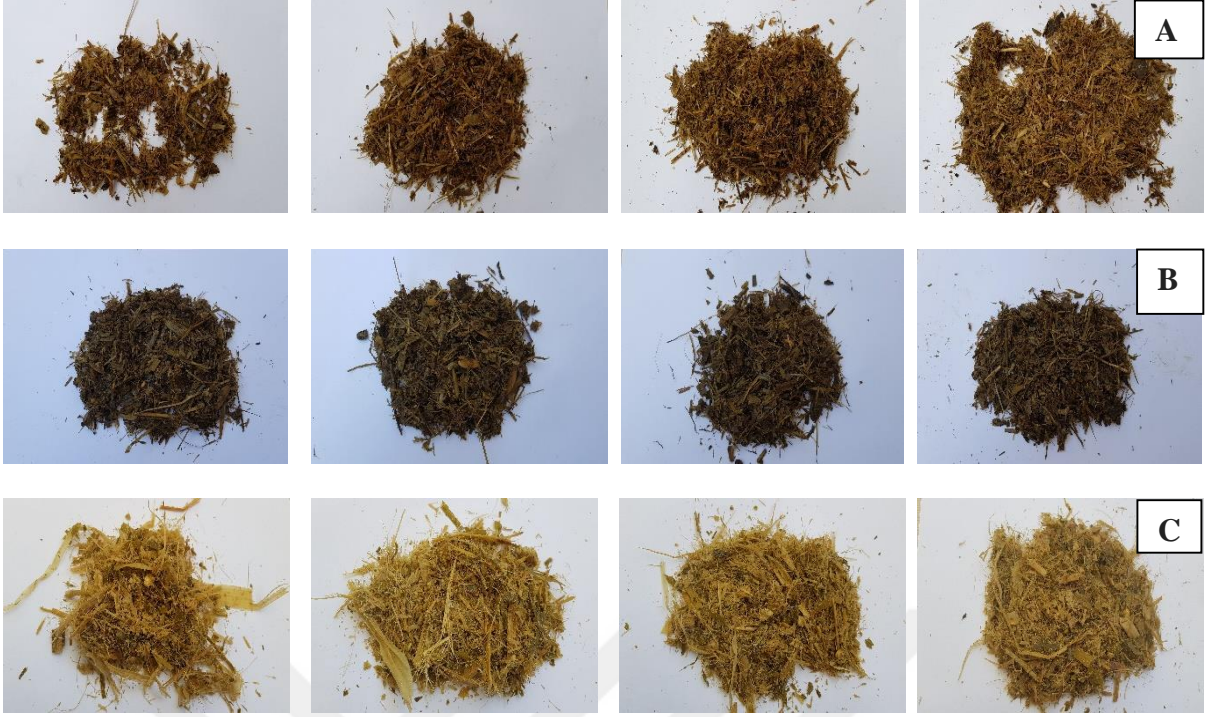


Şekil 3.19. Saman örneklerinin parça boyutlarının ölçülmesi

3.2.4.2. Silaj örneklerinin boyutlarının ölçülmesi

Karıştırma denemeleri sonunda silaj örnekleri hava almayan plastik torbalara konulmuştur. Her bir karışım sonrası alınan kıyılmış silaj örnekleri temiz bir zemin üzerinde sıraya dizilmiştir. Şekil 3.20' de A, B ve C işletmelerinde ölçüm için sıraya dizilen samanlara ilişkin örnekler gösterilmiştir. Ölçümler her işletmede kullanılan üç makine ve dört farklı karışım sonrası toplanan örnekler için yapılmıştır.

Kıyılmış silaj örneklerinin parça boyutları temiz bir alana düzenli olarak sıralanarak Şekil 3.21' de görüldüğü gibi bir cetvel yardımıyla ölçülmüştür.



Şekil 3.20. A, B ve C işetmelerinde karışım sürelerine göre sıraya dizilen silaj örnekleri



Şekil 3.21. Silaj örneklerinin parça boyutlarının ölçülmesi

3.2.5. Nem ve Kuru madde İçeriğinin Belirlenmesi

Araştırmada saman, silaj ve TMR yem örneklerinde nem (%), kuru madde (KM) analizleri yapılmıştır.

3.2.5.1. Nem içeriğinin saptanması

Silajların nem içeriği (ASAE Standarts, 2002)' a göre yapılmıştır. Saman, silaj ve TMR yem örnekleri ayrı olarak her üç çiftlik için de farklı tepsilere boşaltılmış ve örnekler elle karıştırıldıktan sonra, her örnekten üçer adet olmak üzere, hepsinden birer miktar örnekler alınarak alüminyum kurutma tabakları içine konulmuştur. İçleri saman, silaj ve TMR yem

örneği dolu olan alüminyum kurutma tabakları 0,01 hassasiyetli terazide tartılmıştır. Hassas terazi (şekil 3.22)'de gösterilmiştir. Tartımdan sonra numuneler 103°C, 24 saat etüvde kurutulmuştur (şekil 3.23). Örnekler, hassas terazide tartılarak silaj, saman ve TMR yemlerin nem içerikleri Eşitlik (3.2)'e göre belirlenmiştir.



şekil 3.22. Hassas terazi

$$\text{Nem oranı (\%)} = \frac{\text{Yaş ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}_i}{\text{Yaş ağırlık}} \times 100 \quad (3.2)$$



şekil 3.23. Kuru madde analizi

3.2.5.2. Kuru madde içeriğinin saptanması

Silaj, saman ve TMR yemlerin kuru madde oranları Akyıldız (1984) ve Ergül (1988)'e göre aşağıdaki eşitlik (3.3) kullanılarak yapılmıştır.

$$\text{Kuru madde oranı (\%)} = 100 - \text{Nem oranı (\%)} \quad (3.3)$$

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Yem karma makineleri arasındaki homojenliğin belirlenmesi ve karıştırma süreleri arasındaki parça boyutunun karşılaştırması amacıyla istatistiksel farklılıklar SPSS İstatistik Paket Programı kullanılarak test edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar, varyans analizi sonrası uygulanan çoklu karşılaştırma yöntemleri içinde en doğru ve en güçlü test olarak bilinen TUKEY testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

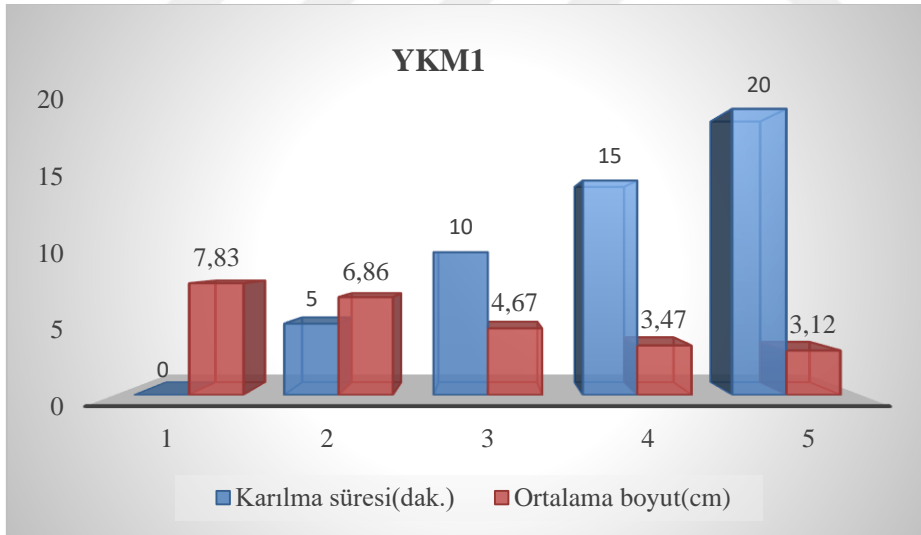
4.1. Parça Boyutuna İlişkin Araştırma Sonuçları

Denemelerde ele alınan yem karma ve dağıtma makinelerinde, rasyonlarda her zaman bulunan saman ve silaj yemlerde farklı kıyma sürelerinde elde edilen parça boyutları incelenerek, kıyma sürelerine göre değerlendirilmiştir.

4.1.1. Saman materyaline ilişkin sonuçlar

4.1.1.1. YKM1- 5 m³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesine ilişkin sonuçlar

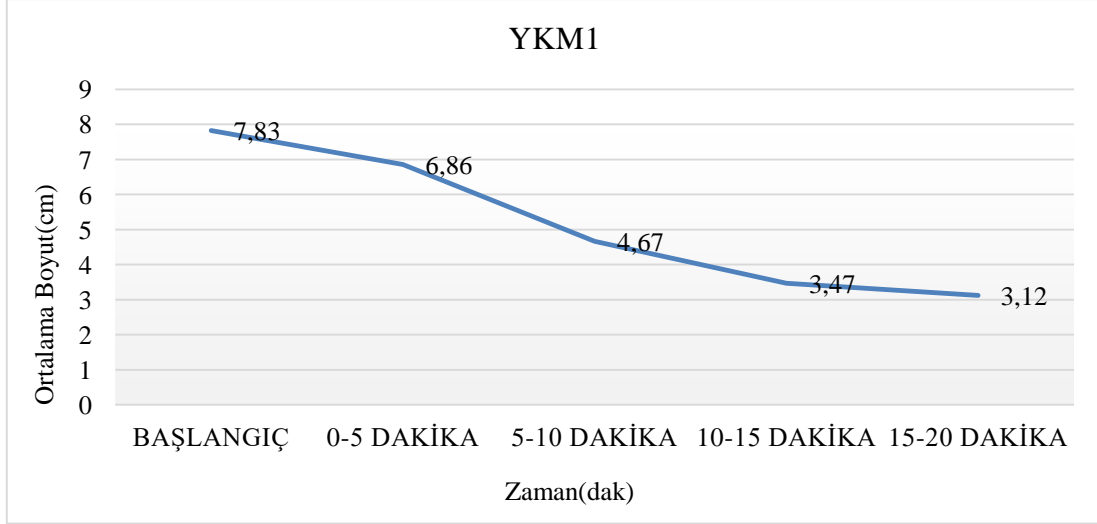
A işletmesinde 5 m³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesi ile yapılan denemelerde saman, dört farklı karışım süreleri sonunda kıyılan sap boyutları ölçülerek ortalama parçacık boyutları belirlenmiştir. Denemelere başlamadan önce saman gruba ait parça boyutu ortalama 7,83 cm olarak ölçülmüştür. Şekil 4.1' de YKM1' de karıştırma sürelerine göre hesaplanan ortalama saman parça boyutları gösterilmiştir. Parça boyutu karıştırma süresinin artması ile birlikte azalmıştır.



Şekil 4.1. YKM1' de karıştırma sürelerine göre ortalama saman parça boyutları

Şekil 4.2' de YKM1' de karıştırma sürelerine göre ortalama saman parça boyutundaki değişim gösterilmiştir. 5 dakika karıştırma periyodu sonucunda 6,86 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu başlangıç parça boyu ortalamasından %12,39'lık bir azalma göstermiştir. 10 dakika karıştırma periyodu sonucunda 4,67 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça

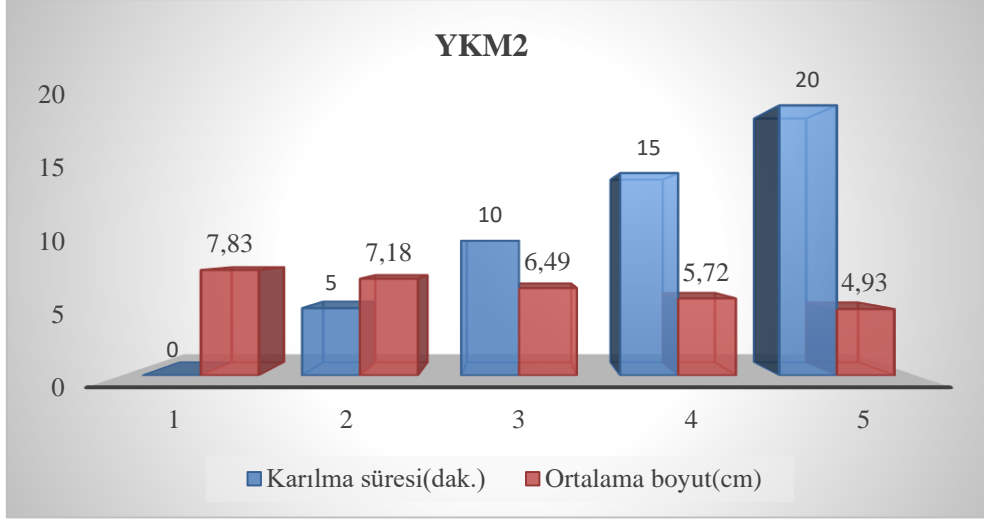
boyu ortalamasından %40,36'lık bir azalma göstermiştir. 15 dakika karıştırma periyodu sonucunda 3,47 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %52,38'lık bir azalma göstermiştir. 20 dakika karıştırma periyodu sonucunda ise 3,12 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %60,15'lık bir azalma göstermiştir.



Şekil 4.2. YKM1' de karıştırma sürelerine göre ortalama saman parça boyutundaki değişim

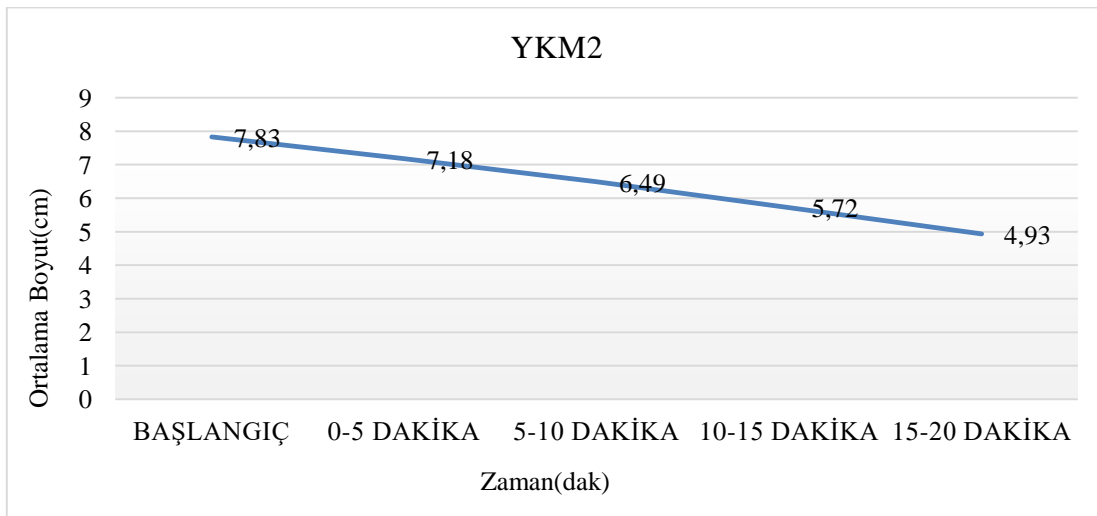
4.1.1.2. YKM2- 2 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi

B işletmesinde 2 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi ile yapılan denemelerde saman, dört farklı karışım süreleri sonunda kıyılan sap boyutları ölçülerek ortalama parçacık boyutları belirlenmiştir. Denemelere başlamadan önce saman gruba ait parça boyutu ortalama 7,83 cm olarak ölçülmüştür. Şekil 4.3'de YKM2' de karıştırma sürelerine göre hesaplanan ortalama saman parça boyutları gösterilmiştir. Parça boyutu karıştırma süresinin artması ile birlikte azalmıştır.



Şekil 4.3. YKM2' de karıştırma sürelerine göre ortalama saman parça boyutları

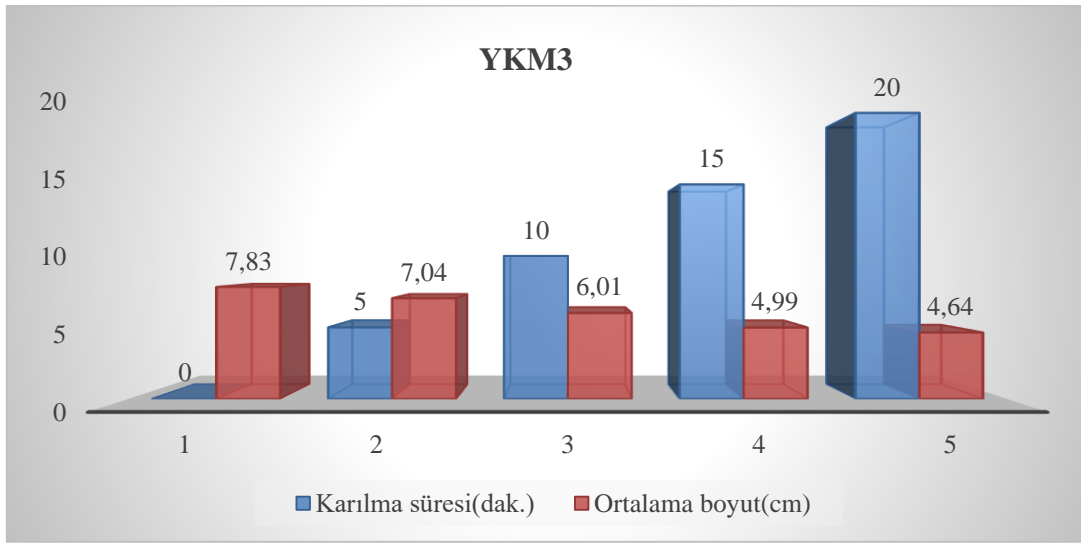
Şekil 4.4' de YKM2' de karıştırma sürelerine göre ortalama saman parça boyutundaki değişim gösterilmiştir. 5 dakika karıştırma periyodu sonucunda 7,18 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu başlangıç parça boyu ortalamasından %8,30'lık bir azalma göstermiştir. 10 dakika karıştırma periyodu sonucunda 6,49 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %17,11'lık bir azalma göstermiştir. 15 dakika karıştırma periyodu sonucunda 5,72 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %26,95'lık bir azalma göstermiştir. 20 dakika karıştırma periyodu sonucunda ise 4,93 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %37,04'lık bir azalma göstermiştir.



Şekil 4.4. YKM2' de karıştırma sürelerine göre ortalama saman parça boyutundaki değişim

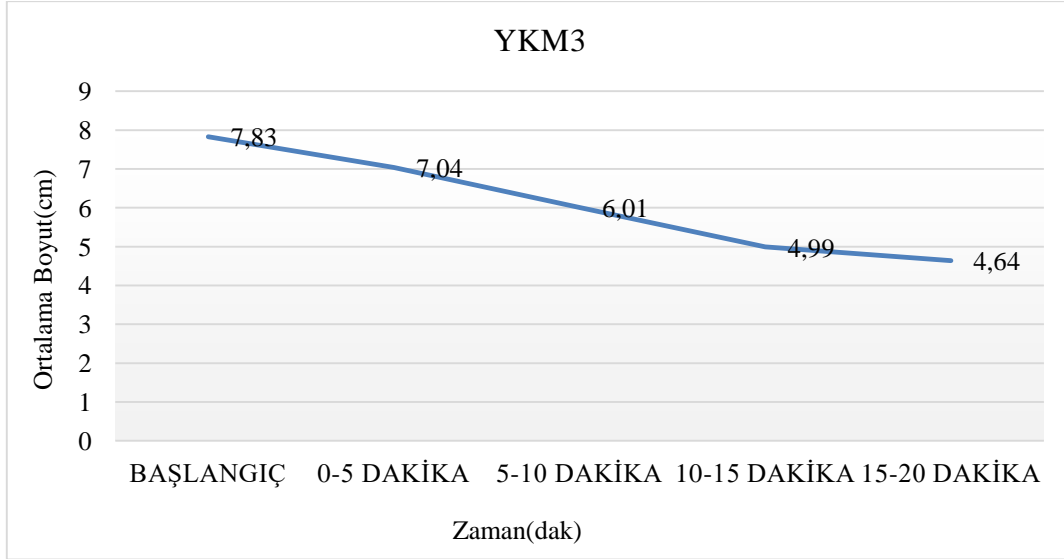
4.1.1.3. YKM3- 3 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi

C işletmesinde 3 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi ile yapılan denemelerde saman, dört farklı karışım süreleri sonunda kıyılan sap boyutları ölçülerek ortalama parçacık boyutları belirlenmiştir. Denemelere başlamadan önce saman gruba ait parça boyutu ortalama 7,83 cm olarak ölçülmüştür. Şekil 4.5' de YKM3' de karıştırma sürelerine göre hesaplanan ortalama saman parça boyutları gösterilmiştir. Parça boyutu karıştırma süresinin artması ile birlikte azalmıştır.



Şekil 4.5. YKM3' de karıştırma sürelerine göre ortalama saman parça boyutları

Şekil 4.6'da YKM3' de karıştırma sürelerine göre ortalama saman parça boyutundaki değişim gösterilmiştir. 5 dakika karıştırma periyodu sonucunda 7,04 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu başlangıç parça boyu ortalamasından %10,09'lık bir azalma göstermiştir. 10 dakika karıştırma periyodu sonucunda 6,01 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %23,24'lık bir azalma göstermiştir. 15 dakika karıştırma periyodu sonucunda 4,99 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %36,27'lık bir azalma göstermiştir. 20 dakika karıştırma periyodu sonucunda ise 4,64 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %40,74'lük bir azalma göstermiştir.

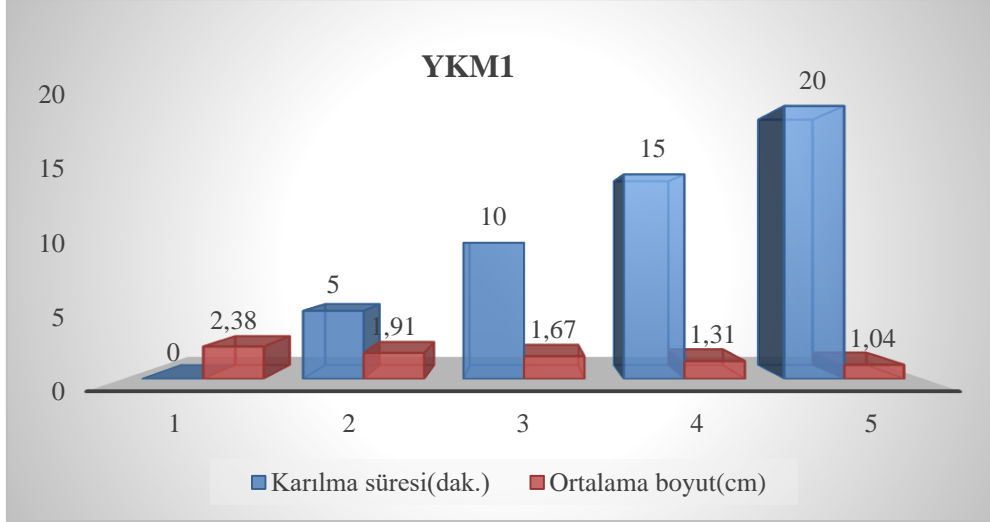


Şekil 4.6. YKM3' de karıştırma sürelerine göre ortalama saman parça boyutundaki değişim

4.1.2. Silaj materyaline ilişkin sonuçlar

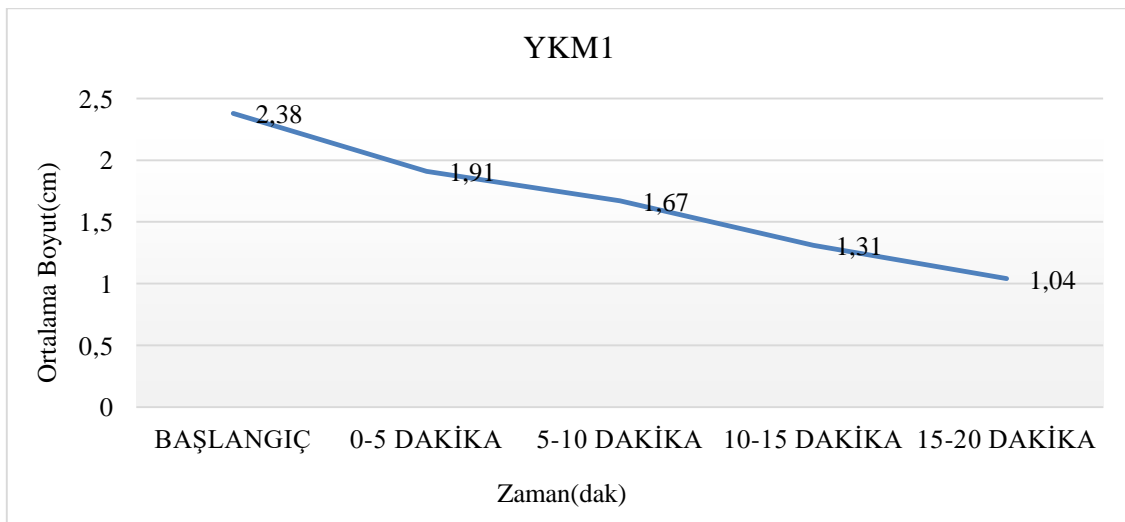
4.1.2.1. YKM1- 5 m³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesine ilişkin sonuçlar

A işletmesinde 5 m³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesi ile yapılan denemelerde silaj yemler, dört farklı karışım süreleri sonunda kıyılan sap boyutları ölçülerek ortalama parçacık boyutları belirlenmiştir. Denemelere başlamadan önce silaj gruba ait parça boyutu ortalama 2,38 cm olarak ölçülmüştür. Şekil 4.7' de YKM1' de karıştırma sürelerine göre hesaplanan ortalama silaj parça boyutları gösterilmiştir. Parça boyutu karıştırma süresinin artması ile birlikte azalmıştır.



Şekil 4.7. YKM1' de karıştırma sürelerine göre ortalama silaj parça boyutları

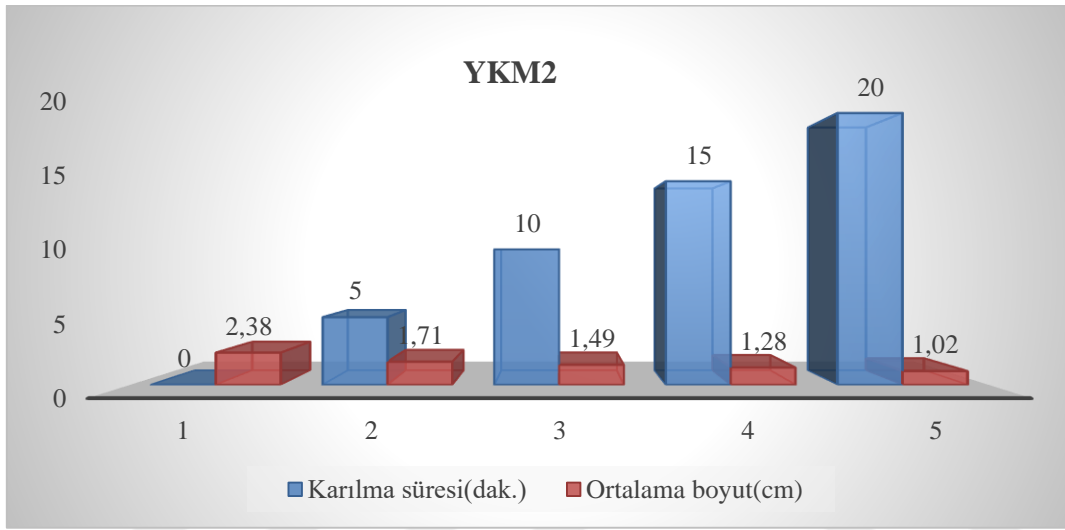
Şekil 4.8' de YKM1' de karıştırma sürelerine göre ortalama silaj parça boyutundaki değişim gösterilmiştir. 5 dakika karıştırma periyodu sonucunda 1,91 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu başlangıç parça boyu ortalamasından %19,75'lık bir azalma göstermiştir. 10 dakika karıştırma periyodu sonucunda 1,67 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %29,83'lık bir azalma göstermiştir. 15 dakika karıştırma periyodu sonucunda 1,31 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %44,96'lık bir azalma göstermiştir. 20 dakika karıştırma periyodu sonucunda ise 1,04 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %56,30'lık bir azalma göstermiştir.



Şekil 4.8. YKM1' de karıştırma sürelerine göre ortalama silaj parça boyutundaki değişim

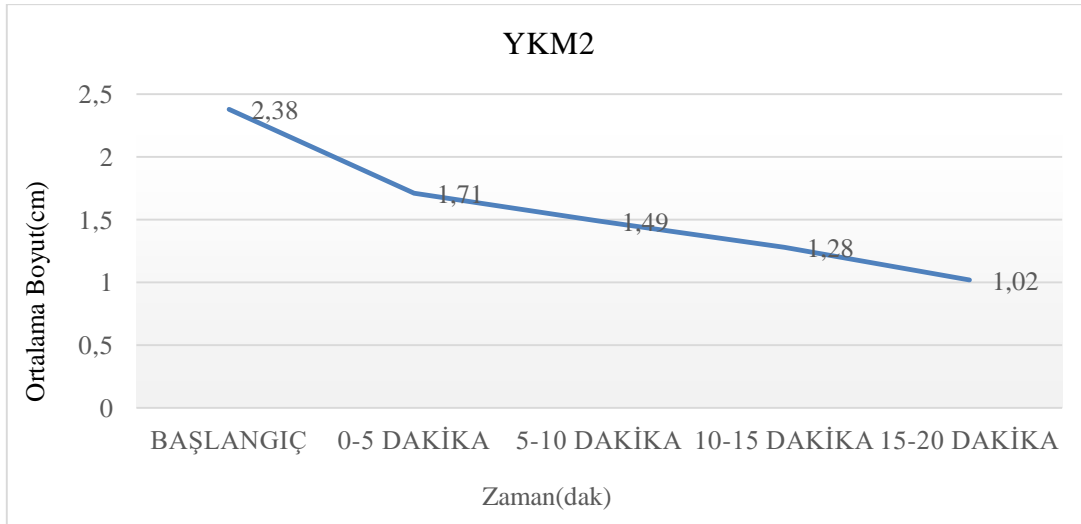
4.1.2.2. YKM2- 2 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi

B işletmesinde 2 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi ile yapılan denemelerde silaj yemler, dört farklı karışım süreleri sonunda kıyılan sap boyutları ölçülerek ortalama parçacık boyutları belirlenmiştir. Denemelere başlamadan önce silaj gruba ait parça boyutu ortalama 2,38 cm olarak ölçülmüştür. Şekil 4.9 'da YKM2' de karıştırma sürelerine göre hesaplanan ortalama silaj parça boyutları gösterilmiştir. Parça boyutu karıştırma süresinin artması ile birlikte azalmıştır.



Şekil 4.9. YKM2' de karıştırma sürelerinde ortalama silaj parça boyutları

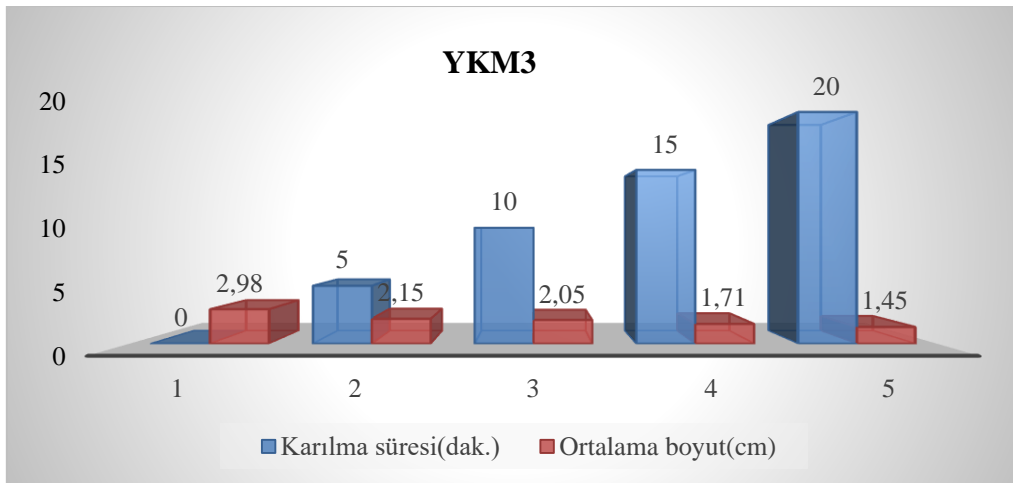
Şekil 4.10' da YKM2' de karıştırma sürelerine göre ortalama silaj parça boyutundaki değişim gösterilmiştir. 5 dakika karıştırma periyodu sonucunda 1,71 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu başlangıç parça boyu ortalamasından %28,15'lık bir azalma göstermiştir. 10 dakika karıştırma periyodu sonucunda 1,49 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %37,39'lık bir azalma göstermiştir. 15 dakika karıştırma periyodu sonucunda 1,28 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %46,22'lik bir azalma göstermiştir. 20 dakika karıştırma periyodu sonucunda ise 1,02 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %57,14'lük bir azalma göstermiştir.



Şekil 4.10. YKM2' de karıştırma sürelerine göre ortalama silaj parça boyutundaki değişim

4.1.2.3. YKM3- 3 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi

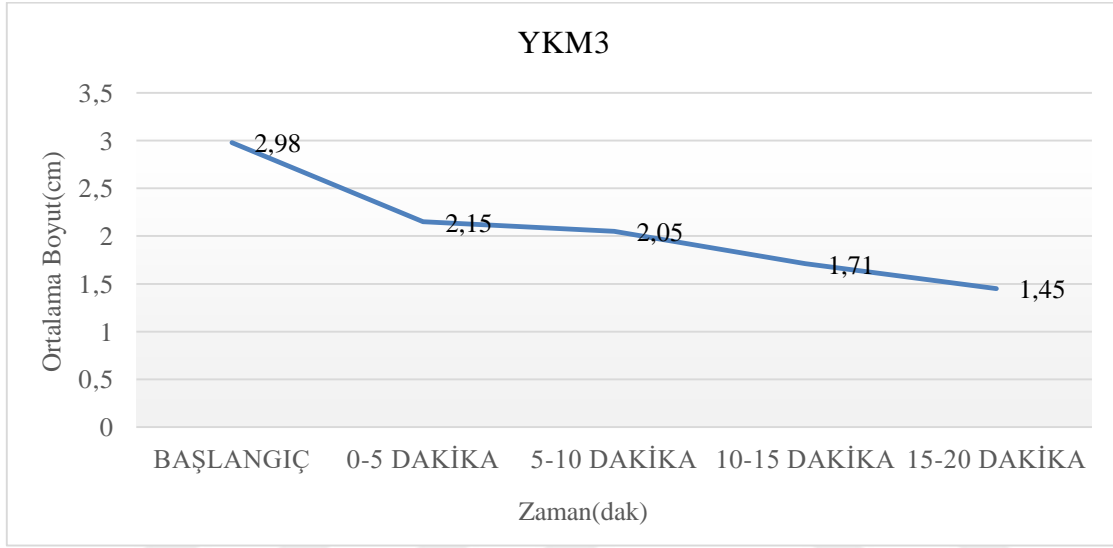
C işletmesinde 3 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi ile yapılan denemelerde silaj yemler, dört farklı karışım süreleri sonunda kıyılan sap boyutları ölçülerek ortalama parçacık boyutları belirlenmiştir. Denemelere başlamadan önce silaj gruba ait parça boyutu ortalama 2,98 cm olarak ölçülmüştür. Şekil 4.11' de YKM3' de karıştırma sürelerine göre hesaplanan ortalama silaj parça boyutları gösterilmiştir. Parça boyutu karıştırma süresinin artması ile birlikte azalmıştır



Şekil 4.11. YKM3' de karıştırma sürelerine göre ortalama silaj parça boyutları

Şekil 4.12' de YKM3' de karıştırma sürelerine göre ortalama silaj parça boyutundaki değişim gösterilmiştir. 5 dakika karıştırma periyodu sonucunda 2,15 cm olarak ölçülen ortalama

parça boyu başlangıç parça boyu ortalamasından %27,85'lık bir azalma göstermiştir. 10 dakika karıştırma periyodu sonucunda 2,05 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %31,21'lık bir azalma göstermiştir. 15 dakika karıştırma periyodu sonucunda 1,71 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %42,62'lik bir azalma göstermiştir. 20 dakika karıştırma periyodu sonucunda ise 1,45 cm olarak ölçülen ortalama parça boyu, başlangıç parça boyu ortalamasından %51,34' lük bir azalma göstermiştir.

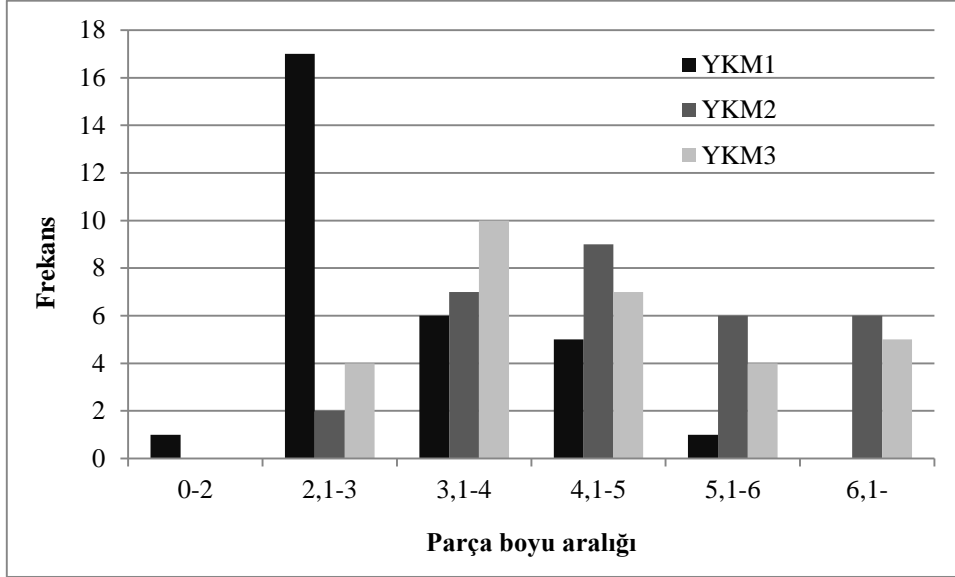


Şekil 4.12. YKM3' de karıştırma sürelerine göre ortalama silaj parça boyutundaki değişim

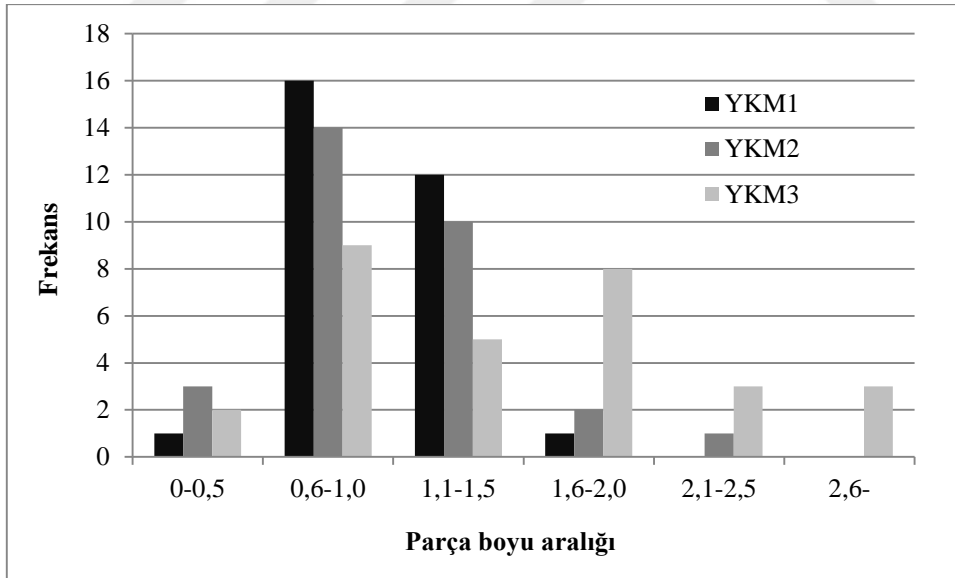
Denemelerde kullanılan yem karma makinelerinde 20 dakika karışım sonrası samanın parça boyutlarının frekans dağılımı Şekil 4.13' de, silaj materyallerin parça boyutlarının frekans dağılımı ise Şekil 4.14' de verilmiştir.

Şekil 4.13'den de görüldüğü gibi saman parça boyu aralıklarının dağılımları incelendiğinde, YKM1' e ait parça boyu dağılımı homojenliğinin %76,6 oranında, 2,0-4,0 cm aralığında gerçekleştiği hesaplanmıştır. YKM2 makinesine ait parça boyu dağılımı homojenliğinin %30 oranında, 2,0-4,0 cm aralığında gerçekleştiği, YKM3 makinesinde 20 dakika karışım sonunda ölçülen parça boyu dağılımı incelendiğinde parça boyu dağılımı homojenliğinin %46,6 oranında, 2,0-4,0 cm aralığında gerçekleştiği hesaplanmıştır. Parça boyutlarının 20 dakika kıyma süresinde belli aralıklarda en yüksek homojenlik oranı 5 m³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesi olan YKM1' de, sonrasında 3 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi olan YKM3' de olmuştur. YKM2' de 5,0 cm den daha büyük

parça boyutu %40 oranında, YKM3' de ise %30'u 5,0 cm den daha büyük parça boyutu hesaplanmıştır. Parça boyu 4,0 cm'den daha küçük kıyım boyutu en iyi YKM1' de bulunmuştur.



Şekil 4.13. Yem karma makinelerinde 20 dakika karışım sonrası saman parça boyu frekans dağılımı



Şekil 4.14. Yem karma makinelerinde 20 dakika karışım sonrası silaj parça boyu frekans dağılımı

Şekil 4.14' den de görüldüğü gibi silaj materyallerde parça boyu aralıklarının dağılımları incelendiğinde, YKM1' e ait parça boyu dağılımı homojenliğinin %92,86 oranında 0,5-1,5 cm

aralığında gerçekleştiği hesaplanmıştır. YKM1'e ait parça boyu dağılım homojenliğinin %75 oranında, 0,5-1,5 cm aralığında gerçekleştiği, YKM3 makinesinde 20 dakika karışım sonunda ölçülen parça boyu dağılımı incelendiğinde parça boyu dağılım homojenliğinin %46,6 oranında 0,5-1,5 cm aralığında gerçekleştiği, %27 oranında 1,6-2,0 cm aralığında gerçekleştiği hesaplanmıştır. Parça boyutlarının 20 dakika kıyma süresinde belli aralıklarda en yüksek homojenlik oranı 5 m³ hacimli yatay helezonlu yem karma makinesi olan YKM1' de, sonrasında 2 m³ hacimli dikey helezonlu yem karma makinesi olan YKM2' de olmuştur.

Çizelge 4.1' de karıştırma sürelerinde makinelere ilişkin saman materyalinde ortalama parça boyu analizi verilmiştir. Çizelge 4.2' de karıştırma sürelerinde makinelere ilişkin silaj materyalinde ortalama parça boyu analizi verilmiştir.

Çizelge 4.1. Karıştırma sürelerinde makinelere ilişkin saman materyalinde ortalama parça boyu analizi

Karıştırma süresi (dk)	YKM1	YKM2	YKM3	Ort.
5	6,88	7,18	7,04	7,03 d
10	4,68	6,49	6,07	5,74 c
15	3,47	5,71	4,98	4,72 b
20	3,12	4,93	4,64	4,23 a
Ort.	4,54 ±1,54 a	6,07±0,87 c	5,68 ±0,98 b	
Min.	3,12	4,90	4,63	
Max.	7,20	7,20	7,05	
Makine*Karıştırma süresi		P<0,05		

Saman materyalinde karıştırma süreleri bakımından ele alınan makinelerin her biri istatistiki olarak ayrı gruplarda yer almıştır. Ortalama parça boyu açısından sırasıyla YKM1, YKM2 ve YKM3 bulunmuştur. Karıştırma süreleri açısından bakıldığında her bir karışım süresi istatistiki olarak ayrı gruplarda yer almıştır. Balami vd. (2013) tarafından farklı materyallerde 15-20 dakikalık karıştırma süresinin yeterli olduğu bildirilmiş olup, 15 dakika ve 20 dakika

karıştırma sürelerinde etkin parça boyu aralığına ulaşılabileceği ifade edilmiştir. YKM2' de saman karışımı için benzer şekilde 15 ile 20 dakika karıştırma süresinin uygun olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 4.2. Karıştırma sürelerinde makinelere ilişkin silaj materyalinde ortalama parça boyu analizi

Karıştırma süresi (dk)	YKM1	YKM2	YKM3	Ort.
5	1,91	1,71	2,14	1,92 d
10	1,67	1,49	2,04	1,73 c
15	1,31	1,27	1,71	1,43 b
20	1,03	1,02	1,44	1,16 a
Ort.	1,48 ±0,35 b	1,37±0,26 a	1,83 ±0,28 c	
Min.	1,02	1,01	1,44	
Max.	1,92	1,72	2,16	
Makine*Karıştırma süresi		P<0,05		

Silaj materyalinde karıştırma süreleri bakımından ele alınan makinelerin her biri istatistiki olarak farklı ayrı gruplarda yer almıştır. Ortalama parça boyu açısından sırasıyla YKM2, YKM1 ve YKM3 bulunmuştur. Karıştırma süreleri açısından bakıldığında her bir karışım süresi istatistiki olarak ayrı gruplarda yer almıştır. Daniyan vd. (2018) tarafından materyallerde 15-20 dakikalık karıştırma süresinin yeterli olduğu bildirilmiş olup, YKM2' de saman karışımı için 20 dakika daha uygun olacağı düşünülmektedir.

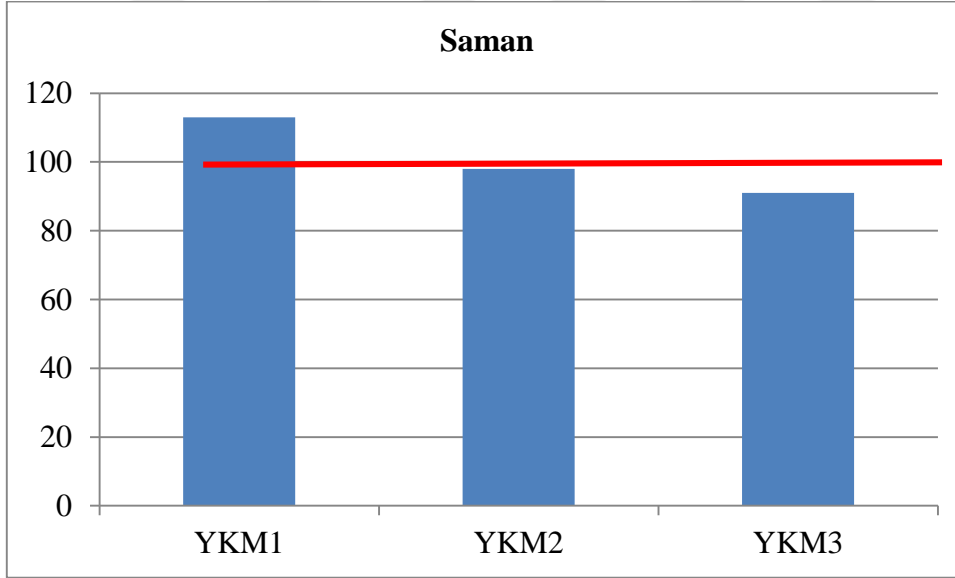
Yapılan korelasyon incelemesinde karıştırma süresi*parça boyu arasında saman materyalinde ($R^2=-.813$), silaj materyalinde ($R^2=-.816$) güçlü bir negatif yönlü korelasyon saptanmıştır.

4.2. Homojenlik Testine İlişkin Araştırma Sonuçları

Denemelerde ele alınan yem karma ve dağıtma makinelerinde, 20 dakika süre ile karıştırılan TMR yemlerde; alınan örneklerde saman ve silaj yemlerin bulunma oranları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Başlangıç karışım oranları %100 olarak kabul edilmiş, karışım sonrası alınan örneklerin karışımında bulunma miktarlarına göre değerlendirilmiştir.

4.2.1. Saman materyaline ilişkin sonuçlar

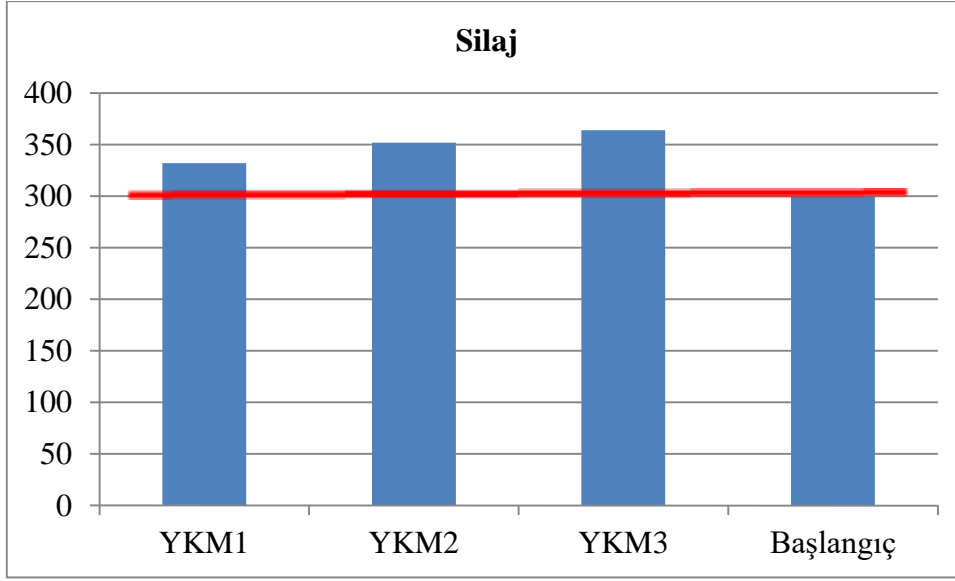
Her üç makine ile yapılan TMR karışımlarından ayrılan saman miktarı belirlenmiştir. Şekil 4.15' de Yem karma makinelerinde karıştırma sonrasında belirlenen saman miktarındaki dağılım oranları gösterilmiştir. Saman miktarı YKM1 makinesinde yaklaşık %11,5 fazla olurken, YKM2' de %2 az, YKM3' de %9 daha az olmuştur.



Şekil 4.15. Karışım sonrası saman içeriği

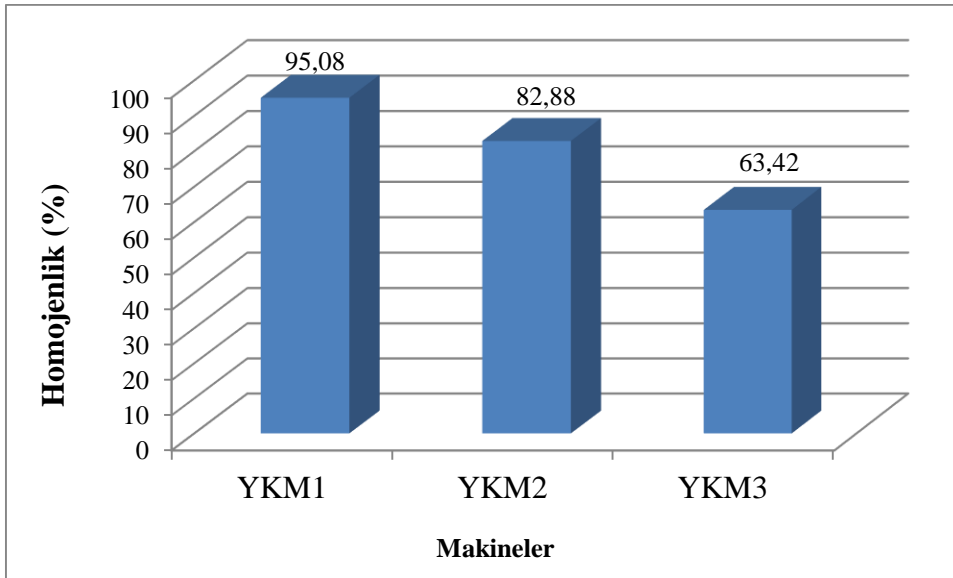
4.2.2. Silaj materyaline ilişkin sonuçlar

Her üç makine ile yapılan TMR karışımlarından ayrılan silaj miktarı belirlenmiştir. Şekil 4.16' da Yem karma makinelerinde karıştırma sonrasında belirlenen silaj miktarındaki dağılım oranları gösterilmiştir. Silaj miktarı YKM1 makinesinde yaklaşık %9,64 fazla olurken, YKM2' de %14,78 fazla, YKM3' de %17,59 daha fazla oranda yer aldığı hesaplanmıştır.



Şekil 4.16. Karışım sonrası silaj içeriği

Yem karma makinelerinde TMR içinde saman, silaj ve karma yem dağılım oranına ilişkin hesaplanan homojenlik oranları Şekil 4.17' de verilmiştir. Yem karma makinesinin farklı noktalarından alınan örneklere göre materyal karışımlarındaki homojenlik en yüksek $YKM1 > YKM2 > YKM3$ bulunmuştur. Aynı miktarda karışım oranlarının denendiği materyalde yatay helezonlu tip yem karma makinesinde en yüksek homojenlik sağlanırken, dikey helezonlu tip makinelerinde homojenlik daha düşük olmuştur.



Şekil 4.17. Yem karma makinelerinde TMR karışımlarda saman, silaj ve karma yem dağılımına ilişkin homojenlik oranları

Makange vd. (2016) tarafından tasayıp ürettikleri yem karma makinesi ile 20 dakikada %95,13'e varan bir karışım performansı elde etmişlerdir. Balami vd. (2013) tarafından farklı materyaller ile yaptıkları çalışmalarında 20 dakika karıştırma süresinde ortalama %95,31, Adenigba ve Olalusi (2019) ise, %95,96 homojenlik derecesi elde etmişlerdir. Marczuk vd. (2019) yatay helezonlu tip yem karma makineleri ile gerçekleştirdikleri denemelerinde çeşitli yem materyallerinin karıştırılmasında istenen homojenliğin karıştırıcıların yapısal koşullarına bağlı olduğunu belirtmişler ve 13 dakikalık karıştırma süresinde etkin homojenlik değerlerine (%94,13) ulaşabildiklerini belirtmişlerdir. Denemelerimizi yürüttüğümüz yatay helezonlu yem karma makinesinde ise 20 dakikalık karıştırma süresi sonunda %95,08 oranında homojenlik derecesi gözlemlenmiştir. Bizim çalışmamızda da en yüksek homojenlik derecesi yatay helezonlu tip YKM1'de belirlenmiş olup, karıştırıcının genel yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Denemelerde Yem karma makinelerinin (YKM1, YKM2 ve YKM3) saman materyalinde farklı karıştırma sürelerinde elde edilen parça boyu dağılımları Çizelge 4.3'de, yem karma makinelerinin (YKM1, YKM2 ve YKM3) silaj materyalinde farklı karıştırma sürelerinde elde edilen parça boyu dağılımları Çizelge 4.4'de görülmektedir. Bu çizelgelere göre işletmeler tarafından tercih edilen parça boyu dikkate alınarak karıştırma süreleri dikkate alınabilir.

Çizelge 4.3. YKM1, YKM2 ve YKM3 ' de saman materyalinde farklı karıştırma sürelerinde ortalama parça boyu

SÜRE	YKM1				YKM2				YKM3			
	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
0-2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1 - 3	-	1	12	17	-	-	-	1	-	-	3	3
3.1 - 4	-	9	9	7	-	-	1	8	2	3	5	8
4.1 - 5	5	12	8	5	2	2	9	9	4	5	7	8
5.1 - 6	6	5	-	-	4	10	9	7	4	6	7	4
6.1 - 7	8	3	-	-	8	10	8	3	6	8	4-	3
7.1 >	11	-	-	-	16	8	4	3	13	8	4	4

Çizelge 4.4. YKM1, YKM2 ve YKM3 ' de silaj materyalinde farklı karıştırma sürelerinde ortalama parça boyu

SÜRE	YKM1				YKM2				YKM3			
	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
0-0.5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
0.6 - 1	-	2	8	18	5	9	14	16	3	8	9	11
1.1 - 1.5	8	14	14	12	14	10	9	9	7	3	7	6
1.6 - 2	8	7	8	-	4	6	2	4	4	4	5	8
2.1 - 2.5	10	3	-	-	4	3	3		5	5	4	3
2.6 >	4	4	-	-	4	2	2		12	10	5	2

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yem karma makinelerinin çeşitlerinin ve uygulanan karıştırma sürelerinin elde edilen parça boyu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Denemelerde 5, 10, 15 ve 20 dakika süre ile uygulanan karıştırma denemelerinde her bir karıştırma süresinin istatistiki açıdan $p < 0.05$ seviyesinde önemli olduğu hesaplanmıştır.

Saman materyalinde 20 dakika karıştırma sonrası başlangıç materyal boyuna oranla; YKM1' de %60,15, YKM2' de %37,04, YKM3' de %40,74 oranında bir küçültme sağlanırken, silaj materyalde 20 dakika karıştırma sonrası başlangıç materyal boyuna oranla; YKM1' de %56,30, YKM2' de %57,14, YKM3' de %51,34 oranında bir küçültme sağlanabilmiştir.

Parça boyu frekans dağılımlarına bakıldığında; saman materyalinde 20 dakika karıştırma sonrası elde edilen parça boyları beş kategoride gruplandırılmış ve 2-4 cm aralığında parça boyu oranı; YKM1' de %70, YKM2' de %30, YKM3' de %46,6 oranında hesaplanmış, silaj materyalinde 20 dakika karıştırma sonrası elde edilen parça boyları da beş kategoride gruplandırılmış ve 0,5-1,5 cm aralığında parça boyu oranı; YKM1' de %92,8, YKM2' de %75, YKM3' de %47 oranında hesaplanmıştır.

Saman materyalinde karıştırma süreleri bakımından ele alınan makinelerin her biri istatistiki açıdan önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve ayrı gruplarda yer almıştır. Ortalama parça boyu açısından sırasıyla YKM1, YKM2 ve YKM3 bulunmuştur. Karıştırma süreleri açısından bakıldığında her bir karışım süresi istatistiki açıdan önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve ayrı gruplarda yer almıştır.

Silaj materyalinde karıştırma süreleri bakımından ele alınan makinelerin her biri istatistiki açıdan önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve ayrı gruplarda yer almıştır. Ortalama parça boyu açısından sırasıyla YKM2, YKM1 ve YKM3 bulunmuştur. Karıştırma süreleri açısından bakıldığında her bir karışım süresi istatistiki açıdan önemli bulunmuş ($P < 0.05$) ve ayrı gruplarda yer almıştır.

Yapılan korelasyon incelemesinde karıştırma süresi*parça boyu arasında saman materyalinde ($R^2 = -.813$), silaj materyalinde ($R^2 = -.816$) güçlü bir negatif yönlü korelasyon saptanmıştır.

Yem karma makinesinin farklı noktalarından alınan örneklere göre materyal karışımlarındaki homojenlik en yüksek $YKM1 > YKM2 > YKM3$ bulunmuştur. Aynı miktarda karışım oranlarının denendiği materyalde yatay helezonlu tip yem karma makinesinde en yüksek homojenlik sağlanırken, dikey helezonlu tip makinelerinde homojenlik daha düşük olmuştur. Hesaplanan en yüksek homojenlik oranı sırasıyla YKM1' de %95,08, YKM2' de %82,88, YKM3' de %63,42 olmuştur.

Parça boyutunda azalma oranında YKM1 de YKM2 ve YKM3 'e göre %20-23 oranında fark bulunmuş, saman materyalinde parça boyu frekans dağılımlarında YKM2 de %40, YKM3 de %23,4 fark saptanmış, silaj materyalinde parça boyu frekans dağılımlarında YKM2 de %17,8, YKM3 de %45,8 fark saptanmıştır. TMR karışımlarında ise YKM2' de %12,2 fark, YKM3'de %31,66 seviyesinde farklılık elde edilmiştir.

Denemelerde kullanılan yem karma makinelerinde farklı kıyma sürelerinde elde edilen parça boyu dağılımları saman ve silaj materyal için, işletme tercihleri dikkate alınarak belirlenebilir. Karıştırma sürelerinde parça boyu ve homojen dağılımları da çizelgeler yardımı ile takip edilebilir.

Denemelerden elde edilen sonuçlarda yatay helezonlu tip yem karma makinelerinin karışım süresi etkinliğinin yüksek olduğu, istenen parça boyu aralığı frekans dağılım oranının gerek saman materyalde gerek silaj materyalde en yüksek olduğu ve TMR karışımlarda homojenliğin %95,08 oranına sahip olması ile dikey helezonlu tip yem karma makinelerine oranla en etkin makine olmuştur.

KAYNAKLAR

- Abo-Habaga, M. M., Bahnassi. A. F., ElShabrawy, T. H. ve ElHaddad, A. W. (2017). Manufacturing and evaluation of local animal feed mixing machine. *J.Soil Sci. and Agric. Eng*, 8(9), 437-439.
- Açıkgöz, E. (2001). *Yem bitkileri* (3. Baskı) içinde (41-66). Yayın No. 182, Bursa: Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı.
- Adenigba, A. A. ve Olalusi, A. P. (2019). *Development and evaluation of a fish feed mixer*. department of Agricultural and Bio-Environmental Engineering, Federal Polytechnic Ilaro, Ogun State, 21(3), 226-233.
- Akbay, C. K. ve Ak, İ. (2018). Karma yem teknolojisindeki gelişmelerin karma yem kalitesine ve yem değerine etkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 175-188.
- Akyıldız, R. (1984). *Yemler bilgisi ve teknolojisi* (2. Baskı) 229 s. Yayın No. 895. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Alçıçek, A ve Karaayvaz, B. K. (2002). *Çiftçi koşullarında silo yemi yapımında karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri*. TAYEK/TYUAP 2002 Yılı Hayvancılık Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri, Yayın No. 106, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir.,
- Alçıçek, A. ve Özdoğan, M. (1997). Çiftçi koşullarında yapılan mısır ve arpa silo yemlerinde silaj kalitesinin saptanması üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 37, 94-102.
- Alçıçek, A., Tarhan, F., Özkan, K. ve Adışen, F. (1999). İzmir ili ve civarında bazı süt sığırcılığı işletmelerinde yapılan silo yemlerinin besin madde içeriği ve silaj kalitesinin saptanması üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim*, 39-40, 54-63.
- Amaral-Phillips, D. M., Bicudo, J. R., ve Turner, L. W. (2002). *Feeding your dairy cows a total mixed ration: getting started*. Bulletin ID-141A. Cooperative Extension service, College of Agriculture, University of Kentucky, Lexington, US. Erişim adresi: <http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/id/id141a/ID141A.PDF>
- Anonim. (2016). Tarım. *Hayvan beslemede kullanılan makineler*. Erişim adresi: http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Hayvan%20Beslemede%20Kullan%C4%B1lan%20Makineler.pdf. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı: Ankara.

- ASAE Standarts (2002). *Moisture measurement - forages*. ASAE S358.2. Standards 2002, 565. St. Joseph, MI.
- Balami, A. A., Adgidzi, D. ve Muazu, A. (2013). Development and testing of an animal feed mixing machine. *Int. J. Basic Appl. Sci.*, 1(3), 491–503.
- Bilgen, H., Evrenosoğlu, M., Kaşloğlu, Ö. ve Karataş, U. (2019, Eylül 4-6). *Yatay Helezonlu Yem Karma Makinelerinde Bıçak Ömrüne Mekanik Tasarımın Etkisi*. 32. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Çanakkale. Erişim adresi: [http://www.tarmek2019.org/files/52/editor/files/Kitap_01_11_19_lan\(2\).pdf](http://www.tarmek2019.org/files/52/editor/files/Kitap_01_11_19_lan(2).pdf)
- Costa, A., Agazzi, A., Perricone, V., Savoini, G., Lazzari, M., Nava, S. ve Tangorra, M. (2019). Influence of different loading levels, cutting and mixing times on total mixed ration (TMR) homogeneity in a vertical mixing wagon during distribution: a case study, *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 1093-1098.
- Daniyan, I. A., Aderoba, A. A., Atamunotoru, D. A. ve Rominiyi, O. L. (2018). Development and performance of a livestock feed mixer. *MOJ App Bio Biomech*, 2(4), 242–245.
- Demiroğlu Topçu, G., ve Özkan, Ş. S. (2017). Türkiye ve Ege Bölgesi çayır-mera alanları ile yem bitkileri tarımına genel bir bakış. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 21–28.
- Demir, O. N. (2007). *Anız parçalama makinesinin performans değerlerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- DLG (1987). *Bewertung von Grünfütter, Silage und Heu*. Merkblatt 224. DLG-Verlag.
- Ergül, M. (1988). *Yemler Bilgisi ve Teknolojisi*. Ders Kitabı No: 487, İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Evrenosoğlu, M., Kaşloğlu, Ö. ve Gümüş, H. (2019, Eylül 4-6). *Yatay Helezonlu Yem Karma Makinelerinde Karıştırma/Kıyma Performansının Mekanik Tasarım ile Arttırılması*. 32. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Çanakkale. Erişim adresi: [http://www.tarmek2019.org/files/52/editor/files/Kitap_01_11_19_lan\(2\).pdf](http://www.tarmek2019.org/files/52/editor/files/Kitap_01_11_19_lan(2).pdf)
- Fahrenheit, A.C. (2019). *Best practices: mixing and sampling. animal feed science and technology*. Prestage Department of Poultry Science, North Carolina State University, 27695, Raleigh, USA. 250, 51-52.

- Güngör, T., Başalan, M. ve Aydoğan, İ. (2008). Kırıkkale yöresinde üretilen bazı kaba yemlerde besin madde miktarları ve metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 55, 111-115.
- Gülsün, B. ve Miç, P. (2018). Rasyon hazırlamada temel yem miktarlarının ekonomik olarak belirlenmesi için çok amaçlı programlama yaklaşımı. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(2), 634-648.
- Hacıyev, T. M. (2007). Tane yemlerin fiziki-mekanik özelliklerini araştırma yöntemleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(2), 65-66.
- Herrman, T. ve Behnke, K. C. (1994). *Testing mixer performance*. Kansas State University Extension Bulletin, MF-1172.
- Hyunwoong, J., Changsu, K., Doo, S. N. ve Beob, B. G. (2015). Mixing performance of a novel flat-bottom vertical feed mixer. *International Journal of Poultry Science*, 14(11), 625-627.
- Froetschner, J. R. (2005, November 9-10). *A detailed look at the at the factors that influence mix uniformity*. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop. 19-38. Erişim adresi: <http://www.feedfirst.co.za/wp-content/uploads/2020/05/allarticles/General/Mixing%20uniformity%20of%20feed.pdf>
- Jeroch, H., Flachowsky, G., ve Weißbach, F. (1993). *Futtermittelkunde*. Gustav-Fischer, Jena-Stuttgart.
- Kılıç, A. (1984). *Süt sığırlarında rasyon hazırlama yöntemleri*. Yayın No.86, Ankara: Çayır mera ve zootekni araştırma enstitüsü yayınları
- Kılıç, A. ve Polat, M. (2002). Süt sığırcılığında toplam harmanlanmış rasyon uygulaması ve vücut kondisyon testi. *Hayvansal Üretim*, 43(1), 1-11.
- Köknaroğlu, H., Yılmaz, H. ve Demircan, V. (2006). Afyon ili besi sığırcılığı işletmelerinde kesif yem oranının besi performansı ve karlılığa etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 41-52.
- Kushnir, V., Gavrilov, N. ve Kim, S. (2016) Justification of the design of the two-shaft mixer of forages. *Procedia Engineering*, 150, 1168-1175.
- Krolczyk, J. B. (2016) The effect of mixing time on the homogeneity of multi-component granular systems. *Transactions of FAMENA; XL-I*, 45-56.

- Marczuk, A., Misztal, W., Savinykh, P., Turubanov, N., Isupov, A. ve Zyryanov, D. (2019) Improving efficiency of horizontal ribbon mixer by optimizing its constructional and operational parameters. *Eksploatacha Niezawodnosc –Maint. Reliab*, 21, 220–225.
- Makange, N. R., Parmar, R. P. ve Sungwa, N. (2016). Design and fabrication of an animal feed mixing machine. *Advances in life sciences*, 5(9), 3710- 3715.
- Mc Donald (1981). *The biochemistry of silage*. J.W. Publ. Manchester.
- Muhammad, A. U. R., Xia, C. Q. ve Cao, B. H. (2016). Dietary forage concentration and particle size affect sorting, feeding behaviour, intake and growth of Chinese Holstein male calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100, 217–223.
- Nasrollahi, S. M., Imani, M. ve Zebeli, Q. (2015). A meta-analysis and meta-regression of the effect of forage particle size, level, source, and preservation method on feed intake, nutrient digestibility, and performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 98, 8926–8939.
- Özaslan Parlak, A. ve Sevimay, C. S. (2007). Arpa ve buğday hasadından sonra bazı yem bitkilerinin ikinci ürün olarak yetiştirilme imkanları. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(2), 101- 107.
- Soita, H. W., Christensen, D. A. ve McKinnon, J. J. (2000). Influence of particle size on the effectiveness of the fiber in barley silage. *J. Dairy Sci.*, 83, 2295–2300.
- Sözcü, A.ve Ak, İ. (2016). Yem formu ve partikül büyüklüğünün etlik piliçlerde sindirim kanalı gelişimi, besin madde sindirilebilirliği ve büyüme performansı üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 185-191.
- Spain, J., Bennett, M., Williams, D. ve Osburn, D. (1991). *Total mixed dairy rations: plans, uses and economics by herd size*. Publ. MP 662, Commercial Agric. Program, Univ. Missouri Ext. Columbia.
- Şeflek, S. ve Haciseferoğulları, H. (2018). Finite element analysis for vertical mixer-chopper auger of mixer feeder with a capacity of 1.5 m³. *Selcuk journal of agriculture and food sciences*, 32(1), 67-72.
- T.C Tarım ve Orman Bakanlığı. (2020a). *Büyükbaş hayvan sayıları*. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/>
- T.C Tarım ve Orman Bakanlığı. (2020b). *Mera alanlarının değişimi*. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/>

- TİGEM. (2018). *2018 Yılı hayvancılık sektör raporu*. s 4-5. Erişim adresi: <https://www.tigem.gov.tr/WebUserFile/DosyaGaleri/2018/2/a374cc25-acc1-44e8-a546-63b4c8bce146/dosya/2018%20YILI%20HAYVANCILIK%20SEKTOR%20RAPORU.pdf>
- Turan, N. ve Altuner, F. (2014). Van ilinde kaba yem üretim potansiyeli, sorunlar ve çözüm önerileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 91-97.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2020). *Yem bitkileri üretimi*. Erişim adresi: <https://www.tuik.gov.tr/>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2019). *Tarımsal alet ve makine istatistikleri*. Erişim adresi: <https://www.tuik.gov.tr/>
- Yavuz, C. ve Ceylan, İ. C. (2005). Polatlı ilçesinde üreticilerin yem bitkileri üretimine karar verme Sürecinde etkili faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(2), 133-138.
- Yalçın, H., Evrenosoğlu, M., ve Bilgen, H. (2007, Eylül 4-5). *Ege Bölgesinde kullanılan bazı yem karıştırma ve dağıtma arabalarının özellikleri*. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi, Kahramanmaraş, 354-360. Erişim adresi: http://tarmek.org/_Files/2007/2007-icindekiler.pdf
- Zinn, R. A. (2004). *A guide to feed mixing*. University of California, Erişim Adresi: <https://animalscience.ucdavis.edu/faculty/%20zinn/pdf/04.pdf>