

## Küçük Kapasiteli Yem Karma Makinalarında Karıştırma Süresi ve Homojenlik

Görken UZUNOĞLU<sup>1</sup>, Fulya TAN<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 59030, Tekirdağ

<sup>2</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 59030, Tekirdağ

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2578-250X>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-0037-4251>

\*Sorumlu yazar: ftan@nku.edu.tr

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 10.11.2021

Kabul tarihi: 31.01.2022

Online Yayınlanma: 18.07.2022

#### Anahtar Kelimeler:

Yatay helezonlu

Düşey helezonlu

Homojenlik

Parça boyu

### ÖZ

Yem karma makinaları hayvancılık işletmelerinde rasyon hazırlığında kullanılan en etkin makinalardır. Hayvancılık işletmelerinin büyük çoğunluğunun küçük ve/veya orta ölçekli işletmeler şeklinde olması nedeni ile küçük kapasiteli yem karma makinalarının kullanımı oldukça yaygındır. Bu amaçla araştırmada, küçük kapasiteli yem karma makinalarında karıştırma süreleri ve yem karışım homojenliği incelenmiştir. Trakya Bölgesi'nde genel olarak yaygın kullanımı görülen üç farklı tip yem karma makinası belirlenmiş ve üç farklı işletmede çalışmalar yürütülmüştür. Çalışmada saman ve silaj materyalleri 5, 10, 15 ve 20 dakika süre ile karışımlar yapılarak örnekler alınmış ve materyallerin parça boyutları ölçülmüştür. Örneklerde parça boyu dağılım oranları ve frekans dağılımları belirlenmiştir. Ayrıca, işletmelerde kullanılan TMR karışımlarında (samam+silaj+karma yem) homojenlik oranı incelenmiştir. Denemelerde elde edilen yem karma makinalarının 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. Küçük kapasiteli yem karma makinalarında homojenlik oranları da oldukça değişken seviyelerde hesaplanmıştır.

## Mixing Time and Homogeneity in Feed Mixing Machines with Small Capacity

### Research Article

#### Article History:

Received: 10.11.2021

Accepted: 31.01.2022

Published online: 18.07.2022

#### Keywords:

Vertical screw

Horizontal screw

Homogeneity

Piece size

### ABSTRACT

Feed mixing machines are the most effective machines used in the feed preparation stage in livestock enterprises. Livestock enterprises are mostly in the form of small and/or medium-sized enterprises, so the use of small-capacity feed mixers is quite common. For this purpose, mixing times and feed mixing homogeneity were investigated in feed mixers with small capacity. Three different types of feed mixers, which are widely used in the region, were determined and studies were carried out in three different enterprises. In the study, mixing times of 5, 10, 15 and 20 minutes were applied for straw and silage materials, and the particle sizes of the materials were measured in the samples taken during these times. Particle size distribution ratios and frequency distributions were determined in the samples. In addition, the homogeneity ratio of TMR mixtures (straw + silage + concentrate feed) used in the enterprises was examined. It was determined that the types of feed mixers and the mixing times applied in the trials had a significant effect on the piece size ( $P<0.05$ ). Mixing times were also found to be statistically significant ( $P<0.05$ ) and each was in separate groups. Homogeneity rates in feed mixing machines with small-capacity have also been calculated at highly variable levels.

**To Cite:** Uzunoglu G., Tan F. Küçük Kapasiteli Yem Karma Makinalarında Karıştırma Süresi ve Homojenlik. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2022; 5(2): 668-680.

## 1. Giriş

Sağlıklı beslenme açısından hayvansal ürünlerin önemi büyüktür. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization-WHO) verilerine göre sağlıklı bir insanın vücut ağırlığının her kilogramı için günde 1 g protein tüketmesini ve bu miktarın %42' sinin ise hayvansal kökenli proteinler olarak tüketilmesini önermektedir (TİGEM, 2018). Bu nedenle hayvansal ürünler en önemli gıda ürünleri içinde yer almaktadır. Hayvansal ürünlerin, uygun fiyatlarla ve yeterli miktarlarda ulaşılabilir seviyede olabilmeleri için, hayvancılık işletmelerinde maliyetlerin en aza indirgenmesi ve üretimin artması gerekmektedir. Günümüzde nüfusun hızla artması, hayvansal üretiminin önemini de arttırmaktadır.

Hayvancılık işletmelerinde yem hazırlama ve temin edilmesi her gün yapılması gereken temel işler olup, iş yükü ve maliyet açısından en büyük payı oluşturmaktadır. Yem hazırlamada en etkin kullanılan ekipmanlar yem karma makinalarıdır. Yem karma makinelere temel görevleri; kıyma, karıştırma ve materyallerin yemliklere dağıtma işlemlerini yapabilmesidir (Pınar ve Sessiz, 1998). Kıyma işlemi, hayvan tarafından sindirimi kolaylaştırmak amacıyla materyallerin boyutunu küçültmek için yapılmaktadır (Anonim, 2016). Karıştırma işlemi ise kaba yemlerin, taneli ürünlerin ve rasyonu oluşturan materyallerin belirli oranlarda homojen olarak karıştırılması amacıyla yapılmaktadır. Yem karma makinalarıyla yapılan karıştırma işlemlerinin başarılı sayılabilmesi için; materyallerin uygun boyutlarda kıyılması, elde edilen karışımdaki homojenliğinin yüksek olması, karıştırma süresinin kısa ve etkin olması gereklidir.

Rasyonların önemli bileşimi olan saman ve yonca otunun benzer boyutlarda parçalanması, makinede harcanan karışım sürelerinin değişkenlik göstermesi, elde edilen karışımın niteliğini etkilemektedir. Karışım sürelerinin uzaması Total Mixed Ration (TMR) hazırlama sürelerini uzatmakta ve işletmelerin iş yükünü arttırmaktadır. Karıştırma işleminde; karıştırma süresi, yemin özellikleri, partikül büyüklüğü etkili olmakla birlikte yem karma makinalarının karıştırıcı tipinin de etkili olduğu belirtilmiştir. Karıştırıcıda istenen özelliklerin başında yemin genel yapısını bozmadan bir karıştırma işlemi yapabilmesi, kısa süre karıştırma işlemi tamamlayabilmesi, yemi tam boşaltabilmesi, bakım ve tamirin kolay olması ve harcanan enerjiden optimum verim alınabilmesi olarak açıklanabilir. Tüm bu faktörler altında yem karma makinesi seçimi oldukça önemli olmaktadır (Akbaş ve Ak, 2018).

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 (TÜİK, 2019) belirtilmiştir. Bu, yem hazırlamada kullanılan makine sayısının gün geçtikçe arttığı ve yem hazırlama mekanizasyonuna verilen önemi göstermektedir.

Orta ölçekli hayvancılık işletmelerinde genellikle römork tip yem karma makineleri tercih edilirken, büyük işletmelerde kendi yürür tip yem karma makineleri tercih edilmektedir. Bunun yanında küçük ölçekli hayvancılık işletmelerinde traktörden hareketli küçük tip yem karma makinaları tercih edilmekte ve kullanılmaktadır. Hayvancılık işletmelerinin genellikle küçük ölçekli işletmeler şeklinde olması, bu tip yem karma makinalarının kullanımının da oldukça yoğun olduğunu göstermektedir. Temel olarak bu makinalar arasındaki farklar vagon yapısı, hacmi ve helezon yapıları arasındaki

farklılıklardır. Vagonlar farklı tip ve şekillerde olabildiği gibi, kapasitelerine göre de farklı hacimlere sahip olabilmektedir. Karıştırma işlemini yapan helezon tipi ise, yatay veya dikey formda konumlandırılmakta (Pınar ve Sessiz, 1998) ve üretici firmalara göre değişkenlik göstererek farklı tip bıçaklar ile donatılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı küçük ölçekli işletmelerde kullanılan farklı vagon hacmine sahip yem karma makinalarında materyallerin etkin karıştırma sürelerini belirlemek, harcanan karışım sürelerinde kıyılan yemin boyutlarını incelemek ve TMR hazırlamada homojenliğe etkilerini belirlemektir. Benzer miktarlarda vagona eklenen materyallerin, üç farklı vagon hacmine sahip yem karma makinasındaki kıyma ve homojenlik oranları üzerine değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, Trakya bölgesi'nde kullanımı yaygın olan üç farklı tip yem karma makinasının bulunduğu üç farklı hayvancılık işletmesinde yürütülmüştür.

### 2.1. Yem Karma Makinaları

Denemelerde üç farklı tip yem karma makinası kullanılmıştır. Tablo 1'de yem karma ve makinelerine ilişkin teknik özellikler verilmiştir.

**Tablo 1.** Yem karma ve dağıtma makinesine ilişkin teknik özellikler

Marka		A	B	C
<b>Model yılı</b>		2007	2017	2015
<b>Hacim</b>	m <sup>3</sup>	5	2	3
<b>Helezon tipi</b>		Yatay helezon	Dikey helezon	Dikey
<b>Helezon sayısı</b>		Çift	Tek	Tek
<b>Ağırlık</b>	kg	2180	900	1700
<b>Toplam yükseklik</b>	mm	1660	1750	2400
<b>Toplam genişlik</b>	mm	1480	1850	2100
<b>Toplam uzunluk</b>	mm	2500	3950	4300
<b>PTO</b>	d/dk	540	540	540
<b>Bıçak tipi</b>		Yıldız tipi bıçak	Dikey	Dikey
<b>Kıyıcı sistem</b>	adet	28/56	5	5
<b>Boşaltma</b>		Sol taraf	Sol taraf	Sol taraf
<b>Boşaltma kapağı</b>		Hidrolik	Hidrolik	Hidrolik
<b>Traktör</b>		Fiat 7056	Deutz Fahr 6206	Massey Ferguson 285

## 2.2. Saman, Silaj ve TMR Materyali

Araştırma, üç hayvancılık işletmesinde kullanılan materyal miktarları Tablo 2'de, TMR bileşimleri Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 2.** 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

**Tablo 3.**TMR bileşimleri

Yem maddeleri	Miktar (kg)	Oran (%)	Miktar (kg)	Oran (%)	Miktar (kg)	Oran (%)
<b>İşletmeler</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
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

Araştırmada, her üç işletmede 100 kg saman, 300 kg silaj materyali ve 50 kg karma yem kullanılmıştır. Çalışmada hata payını en az tutabilmek için işletmelerde mevcut yem miktarları dikkate alınarak kullanılacak olan materyal miktarları belirlenmiştir. Karma yem miktarı incelen işletmelerin bir tanesinde maksimum 50 kg olması nedeniyle diğer işletmeler için de benzer oranda karışıma dahil edilmiştir. Saman materyali her üç işletmede buğday sapı (%12-13 nem) kullanılmıştır. Silaj materyal içeriği A ve B işletmesinde piyasadan alınan paket silaj, C işletmesinde işletme tarafından yapılan yığın mısır silajından kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan hayvanlar aynı yönetim ve besleme koşulları altında, doğal fotoperiyot, nem ve sıcaklık ortamında tutulmuştur.

## 2.3. Denemelerin Yürütülmesi

Denemeler üç farklı hacime sahip yem karma makinalarında ve eşit miktardaki materyaller ile çiftlik/saha koşullarında yürütülmüştür. Yem karma vagon hacminin karıştırma süresi ve homojenlik üzerine etkisi öncelikle irdelenmiştir. Denemelerin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için her karıştırma işlemi öncesinde yem karma makinelerinin yem karıştırma hazneleri boşaltılarak temizlenmiştir. Böylece daha önceki yem karma işleminden haznede kalan materyallerin diğer denemeleri etkilemesi önlenmiştir. Çalışmalar önce saman materyalde parçalama işlemlerinin yapılması sonra silaj materyallerde parçalama işlemleri yapılarak, haznede temizlik çalışma kontrolü yapılmıştır. Homojenlik için TMR karışımı parçalama işlemi sonrasında yapılmıştır. Yem karma vagon hacminin karıştırma süresi ve homojenlik üzerine etkisi etkileri öncelikle irdelenmiştir. Benzer hacimde vagona

eklenen materyallerin değişen vagon hacimlerinde kıyma ve homojenlik oranları üzerine değişimleri incelenmiştir. Çalışmalarda traktör devri 540 d/dk sabit tutulmuştur. Çalışmalar üç tekrarlı yürütülmüştür.

#### 2.4. Karıştırma Süresi (dakika)

Karıştırma deneyleri 5, 10, 15 ve 20 dakika olmak üzere 4 farklı karıştırma süresinde gerçekleştirilmiştir. Karışım materyali olarak saman ve silaj kullanılmıştır. 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 mm'lik cetveller yardımıyla ile temiz zemin üzerinde yapılmıştır.

#### 2.5. Homojenlik testlerine ilişkin çalışmalar

Homojenlik testleri, TMR yem karışımlarında yem karma makinalarında 20 dakika süre ile yapılan karışım sonrasında alınan örneklerden hesaplanmıştır. Alınan örnekler laboratuvar koşullarında tek tek ayrılarak incelenmiştir. 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 edilerek, işletmelerin rutini bozulmamıştır.

#### 2.6. Parça Boyutunun Belirlenmesi

Araştırmada incelenen karıştırma sürelerinde saman ve silaj materyallerden alınan örneklerin parça boyutları ölçülerek, ölçülen bu değerlerle ortalama parça boyutları ve frekans dağılımları aşağıdaki eşitlik (1) yardımıyla hesaplanmıştır (Demir, 2007).

$$X_{ort} = \frac{\sum f_i \cdot X_i}{\sum f} \quad (1)$$

$X_{ort}$ : 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)

### *2.7. Nem ve Kuru madde İçeriğinin Belirlenmesi*

Silajların nem içeriği (ASAE Standarts, 2002)' a göre yapılmıştır. Saman, silaj ve TMR yem rnekleri 103°C, 24 saat etüvde kurutularak hesaplanmıştır.

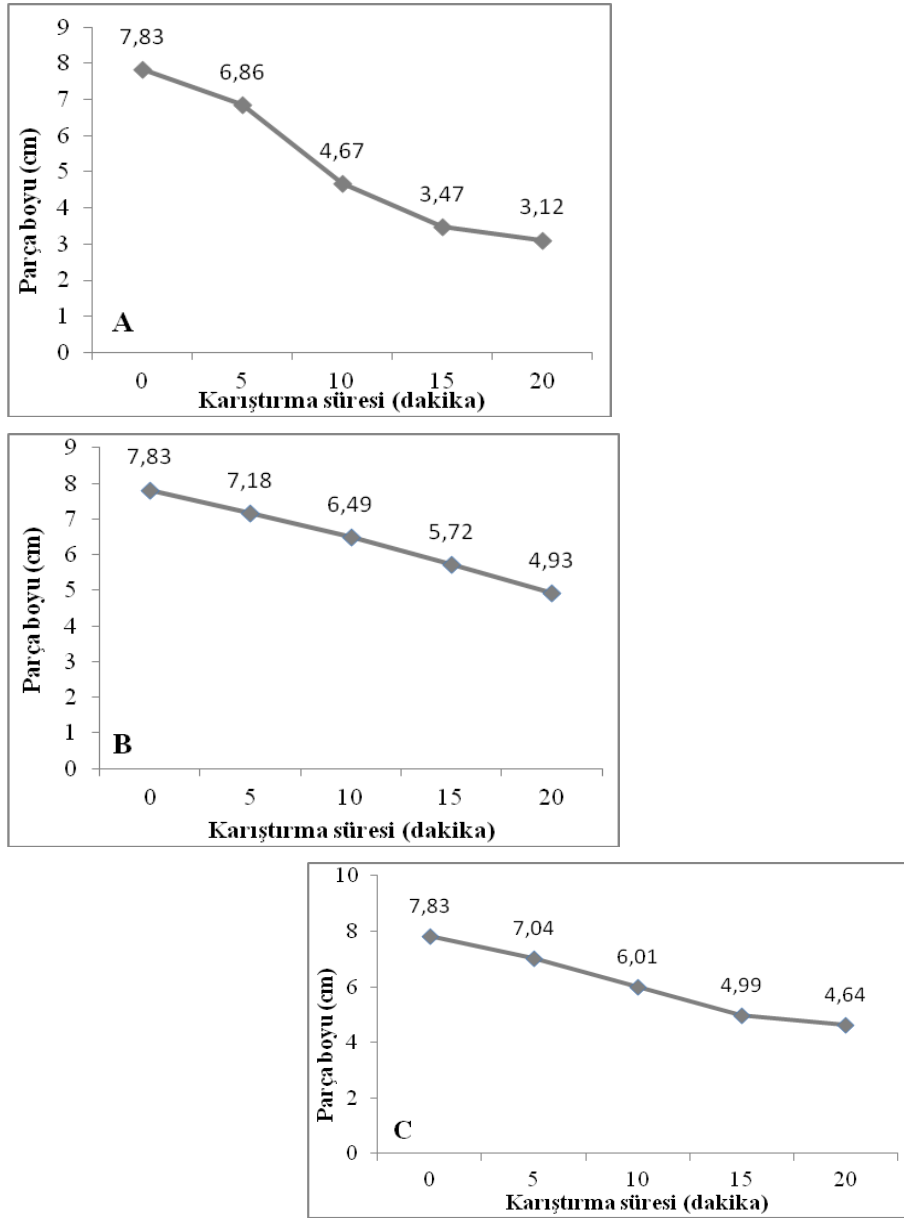
### *2.8. İstatistiksel Analizler*

Araştırmada, incelenen özellikler bakımından yem karma makinaları ve karıştırma süreleri arasındaki farklılıklar, tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Farklı grupların saptanmasında DUNCAN testi kullanılmıştır. Analizler SPSS 18 paket programında yapılmıştır.

## **3. Bulgular ve Tartışma**

### *3.1. Parça Boyuna İlişkin Sonuçlar*

Denemelerde karıştırma işlemi başlangıcında ele alınan her üç makina için kullanılan saman materyalinin ilk parça boyu 7,83 cm olarak ölçülmüştür. Parça boyunun ortalama uzunluğunun  işletmede benzer olması karışım sürelerine göre parça boyunun değerlendirilmesini daha anlaşılır yapmıştır. Şekil 1' de saman materyaline ilişkin karıştırma sürelerinde elde edilen ortalama parça boyu değişimleri görülmektedir. Tablo 4' de yem karma makinelerinde saman materyalinde karıştırma sürelerine ilişkin ortalama parça boyu analizi verilmiştir.



**Şekil 1.** Karıştırma sürelerinde A, B ve C yem karma makinalarındaki saman materyalinde parça boyu değişimleri

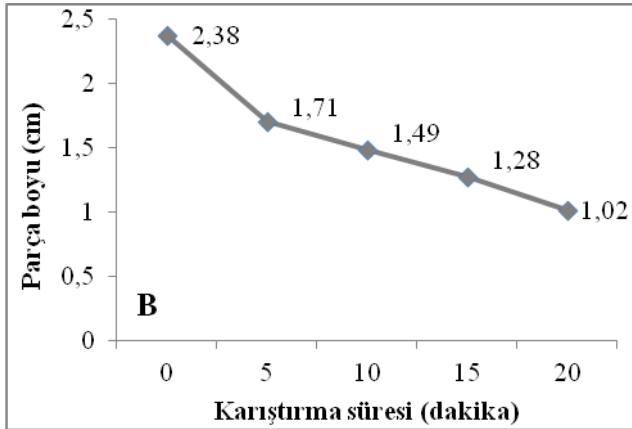
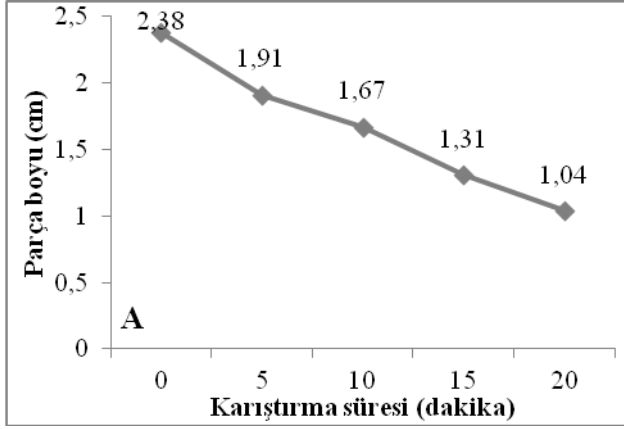
**Tablo 4.** Yem karma makinelerinde saman için karıştırma sürelerine ilişkin ortalama parça boyu analizi

Karıştırma süresi (dk)	A	B	C	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	

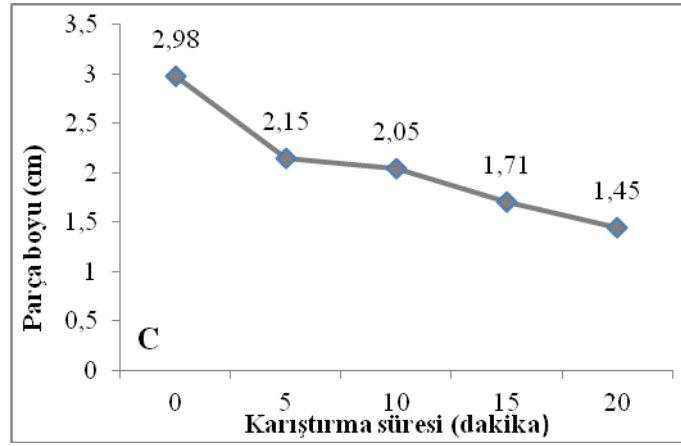
\*: Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,05).

Tablo 4'ten görülebileceği gibi karıştırma süreleri artışına bağlı olarak parça boyu azalması her süre için farklı gruplarda yer almış ve istatistik açıdan önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur. Karıştırma sürelerinde incelenen yem karma makineleri arasındaki farklılık istatistik açıdan bu farklılık önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuş ve herbir makina farklı grupta yer almıştır. Samanın parçalanmasında en etkin parçalama boyu A makinasında elde edilirken, sırasıyla C ve B makineleri takip etmiştir. Elde edilen bu bulgulara göre vagon hacminin etkisinin büyük olduğu düşünülmektedir. Farklı yükleme seviyelerinin değişken etkisi olabileceğinden (Costa ve ark., 2019) benzer miktarda yükleme yapılmıştır. Denemede kullanılan makineler eşit vagon haciminde olmadıkları için yatay veya dikey helezonlu tip olmalarına göre bir ayırım yapılamamakla birlikte her iki dikey helezonlu tip makinede (B, C) ortalama parça boyu daha büyük olmuştur.

Şekil 2' de silaj materyaline ilişkin karıştırma sürelerinde elde edilen ortalama parça boyu değişimleri görülmektedir. Tablo 5' de yem karma makinelerinde silaj materyalinde karıştırma sürelerine ilişkin ortalama parça boyu analizi verilmiştir.







Şekil 2. Karıştırma sürelerinde A, B ve C yem karma makinalarındaki silaj materyalinde parça boyu değişimleri

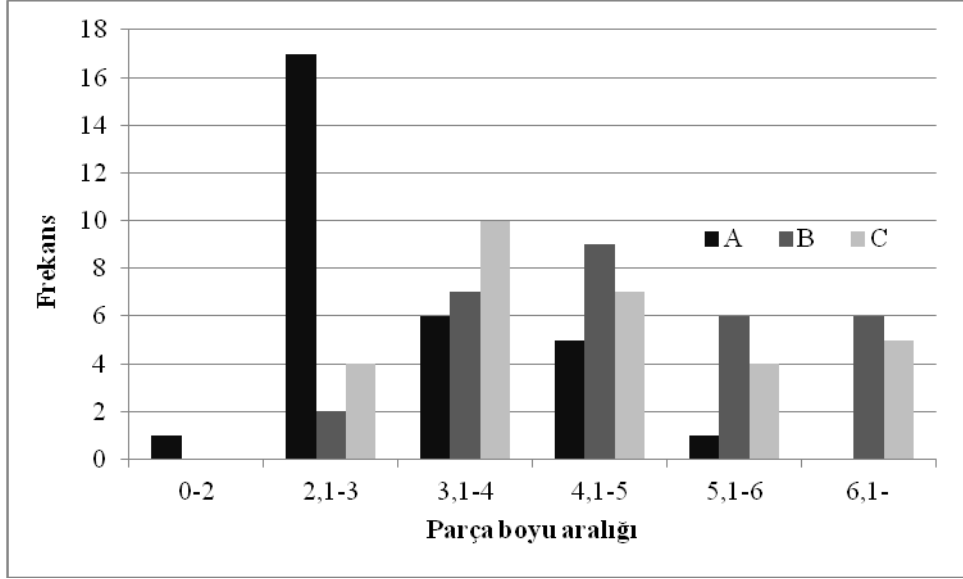
Tablo 5. Yem karma makinelerinde saman materyalinde karıştırma sürelerine ilişkin ortalama parça boyu analizi

Karıştırma süresi (dk)	A	B	C	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		

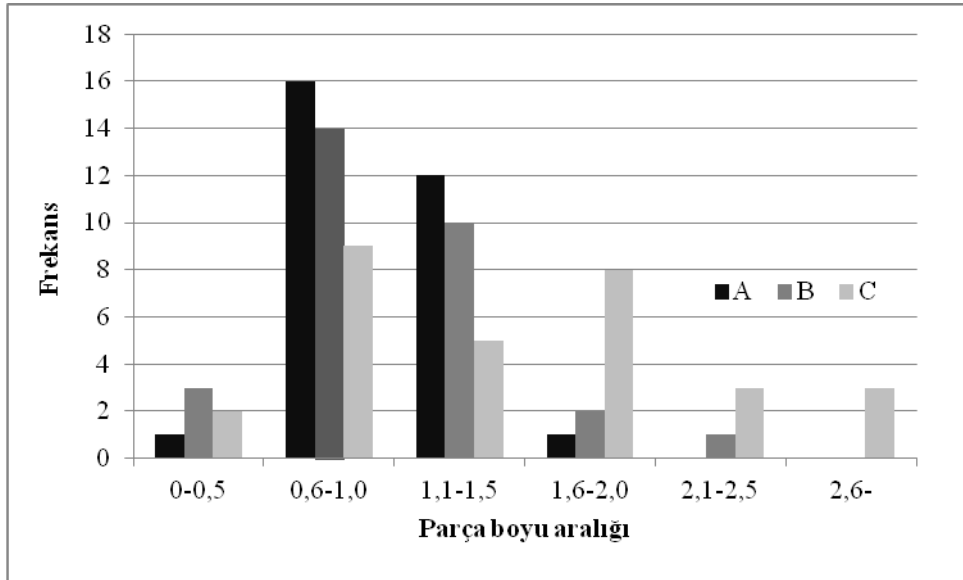
\*: Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,05).

Tablo 5'ten görülebileceği gibi karıştırma süreleri artışına bağlı olarak parça boyu azalması her süre için farklı gruplarda yer almış ve istatistik açıdan bu farklılık önemli (P<0,05) bulunmuştur. Karıştırma sürelerinde incelenen yem karma makinaları arasındaki farklılık istatistik açıdan önemli (P<0,05) bulunmuş ve herbir makina farklı grupta yer almıştır. Tüm makinalarda karıştırma süreleri arttıkça parça boyutunda azalma meydana gelmiştir. En etkin parçalama boyu A ve B makinasında belirlenmiştir. Materyal boyu ortalama 1,71 ile 2,14 cm arasında değişkenlik göstermiştir. Düşey helezonlu tip B makinasında parça boyunda ortalama %80,1 azalma sağlanırken, C makinasında bu oran %85,51 olmuştur. Bu durum yine vagon hacminin büyük olması ile açıklanabilmektedir. Daniyan ve ark. (2018) tarafından materyallerde 15-20 dakikalık karıştırma süresinin yeterli olduğu bildirilmiş olup, B makinasında saman karışımı için 20 dakika daha uygun olacağı düşünülmektedir. Bunun yanında işletmelerin beslenmede tercihinin göre karışım sürelerini belirlemeleri önerilmektedir. Şekil 3'te 20 dakika karışım sonrası samanın parça boyutlarının frekans dağılımı, Şekil 4'te silaj

materyallerin parça boyutlarının frekans dağılımı verilmiştir. Parça boyu 4,0 cm'den daha küçük kıyma boyutu en iyi A makinasında ve dağılım homojenliğinin %76,6 oranında gerçekleştiği hesaplanmıştır.



Şekil 3. Saman materyalinde frekans dağılımı

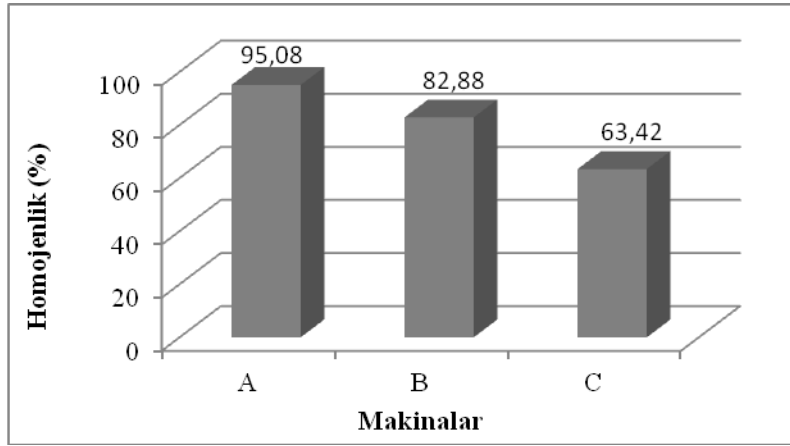


Şekil 4. Silaj materyalinde frekans dağılımı

Silaj materyallerde parça boyu aralıklarının dağılımları incelendiğinde, parça boyu dağılım homojenliğinin A makinasında %92,86 oranında 0,5-1,5 cm aralığında gerçekleştiği hesaplanmıştır. Parça büyüklükleri homojenliği de etkilediğinden ayrıca önem kazanmaktadır (Fahrenheit, 2019). Karıştırma süreleri istenen parça boyu dikkate alınarak seçilmelidir (Amaral-phillips ve ark. 2002), herbir makina için parça boyu dağılım frekansları tabloları yardımı ile belirlenebilmelidir.

## Homojenlik Oranına İlişkin Sonuçlar

Başlangıç karışım oranları %100 olarak kabul edilmiş, 20 dakika karışım sonrası alınan örneklerin karışımda bulunma miktarlarına göre değerlendirilmiştir. TMR karışımlarda yapılan saman, silaj ve karma yem karışımlarının homojenlikleri Şekil 5'te gösterilmiştir. Yem karma makinalarında A makinasında homojenlik oranının yüksek olması hacimin yüksek olmasına bağlanırken, düşey helezonlu tiplerde benzer durum elde edilememiştir. B makinası C makinasına oranla daha düşük vagon hacmine sahip olmasına rağmen homojenlik oranı yüksek (%82,88) olmuştur. Bu durum karışım homojenliğinde etkili diğer faktörlerin de olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Homojenlik oranları

Krolczyk (2016) tarafından homojen karışım için 20 dakika süre "çok iyi" olarak ifade edilmiş, 30 dakikalık süre ve sonrası ise, karışım üzerinde bir farklılık yaratmadığı da belirtilmiştir. Balami ve ark. (2013) tarafından farklı materyaller ile yaptıkları çalışmalarında 20 dakika karıştırma süresinde ortalama %95,31, Makange ve ark. (2016)'ya göre %95,13, Adenigba ve Olalusi (2019) ise, %95,96 homojenlik derecesi elde etmişlerdir. Marczuk ve ark. (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. Araştırmamızda kullandığımız yatay helezonlu (A) makinada en yüksek karışım homojenliği %95.08 olarak hesaplanmıştır. Kuhnir ve ark. (2016) karıştırıcı tipinin homojenlik üzerine etkisinin önemli olduğunu vurgulamıştır. Yatay helezonlu tip karıştırıcı modeli (A) homojenlik iyi olmakla birlikte, vagon kapasitesinin diğer makinalara (B ve C) oranla yüksek hacimli olması nedeniyle, karıştırıcı yanında vagon hacmi ile de öne çıktığı düşünülmektedir. Ancak A tipi, B ve C makinaya oranla 10 yıl daha eski bir makinası olması da önemli görülmektedir. Hayvancılık işletmelerinde günde en az iki defa kullanılan makinalar oldukları düşünüldüğünde 10, 13 yaşında makina ile elde edilen performans olumlu olduğu düşünülmektedir.

## **Sonuç**

Küçük kapasiteli yem karma makinalarında karıştırma sürelerinde parça boyu dağılımları oldukça değişkenlik göstermiştir. Karıştırma süreleri incelendiğinde; saman materyalinde 20 dakika karıştırma sonrası başlangıç materyal boyuna oranla; A, B, C makinalarında sırasıyla %60,15, %37,04, %40,74 oranında bir küçülme sağlanırken, silaj materyalde 20 dakika karıştırma sonrası başlangıç materyal boyuna oranla; %56,30, %57,14 ve %51,34 oranında bir küçülme sağlanabilmiştir.

Karıştırma sürelerinin etkinliğinde sadece vagon hacminin etkili olmadığı görülmektedir. Karıştırıcı tipi, bıçak sayısı ve yerleşimleri gibi diğer faktörlerinde etkili olduğu, benzeri koşullarda çalışmaların yapılması da ayrıca önerilmektedir.

Yem karma makinalarında uygulanan karıştırma sürelerinin; işletmeler için istenen parça boyu tercihleri dikkate alınarak belirlenmesi gerekmektedir. Kullanılan her bir makina için parça boyu dağılım frekans tabloları oluşturulmalıdır. Bu verilere dayanarak makinaları ideal karıştırma sürelerine göre kullanabilmeli, gereğinden fazla karıştırma süresi uygulamamalıdır.

Diğer önemli faktör ise karıştırma süresi sonunda yemlerde istenen homojenlik oranının, sadece vagon hacmi ile ilişkili olmadığı, küçük kapasiteli makinalar ile de yüksek homojenlik oranlarına ulaşılabileceği belirlenmiştir.

## **Teşekkür**

Bu çalışma, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Görkem Uzunoğlu tarafından tamamlanan yüksek lisans çalışmasının bir bölümüdür. Çalışmaların yürütülmesinde destek ve izinleri için üç hayvancılık işletmesine ayrı ayrı teşekkür ederiz.

## **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## **Kaynaklar**

Adenigba AA., Olalusi AP. Development and evaluation of a fish feed mixer. Department of Agricultural and Bio-Environmental Engineering, Federal Polytechnic Ilaro, Ogun State 2019; 21(3): 226-233.

Akbay CK., Ak İ. Karma yem teknolojisindeki gelişmelerin karma yem kalitesine ve yem değerine etkileri. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2018; 32(2): 175-188.

Amaral-Phillips DM., Bicudo JR., Turner LW. Feeding your dairy cows a total mixed ration: getting started. Bulletin ID-141A. Cooperative Extension service, College of Agriculture, University of

- Kentucky, Lexington, US. 2002; Erişim adresi:  
<http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/id/id141a/ID141A.PDF>
- Anonim. Tarım. Hayvan beslemede kullanılan makineler 2016. Erişim adresi:  
[http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller/Hayvan%20Beslemede%20Kullan%C4%B1lan%20Makineler.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Hayvan%20Beslemede%20Kullan%C4%B1lan%20Makineler.pdf). T.C. Milli Eğitim Bakanlığı: Ankara.
- ASAE Standarts. Moisture measurement - forages. ASAE S358.2. Standards 2002; 565. St. Joseph, MI.
- Balami AA., Adgidzi D., Muazu A. Development and testing of an animal feed mixing machine. *Int. J. Basic Appl. Sci.* 2013; 1(3): 491–503.
- Costa A., Agazzi A., Perricone V., Savoini G., Lazzari M., Nava S., Tangorra M. 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* 2019; 18(1): 1093-1098.
- Daniyan IA., Aderoba AA., Atamunotoru DA., Rominiyi OL. Development and performance of a livestock feed mixer. *MOJ App Bio Biomech* 2018; 2(4): 242-245.
- Demir ON. Anız parçalama makinesinin performans değerlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2007; Konya.
- Fahrenheit AC. Best practices: mixing and sampling. *Animal Feed Science and Technology*. Prestage Department of Poultry Science, North Carolina State University, 27695, Raleigh, USA 2019; 250: 51-52.
- Krolczyk JB. The effect of mixing time on the homogeneity of multi-component granular systems. *Transactions of FAMENA*; XL-1 2016; 45-56.
- Makange NR., Parmar RP., Sungwa N. Design and fabrication of an animal feed mixing machine. *Advances in Life Sciences* 2016; 5(9): 3710- 3715.
- Marczuk A., Misztal W., Savinykh P., Turbanov N., Isupov A., Zyryanov D. Improving efficiency of horizontal ribbon mixer by optimizing its constructional and operational parameters. *Eksploatacha Niezawodnosc –Maint. Reliab* 2019; 21: 220-225.
- Pınar Y., Sessiz A. Hayvansal üretim mekanizasyonu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:14, Samsun 1998.
- Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM). 2018 Yılı hayvancılık sektör raporu 2018, 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>
- TUİK (Türkiye İstatistik Kurumu). Tarımsal alet ve makine istatistikleri 2019, Erişim adresi: <https://www.tuik.gov.tr/>