

Silaj Yemin Paketlenmesi Mekanizasyonunda Kullanılan Farklı PE (Polietilen) Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Bülent ÇAKMAK¹

Harun YALÇIN¹

Summary

A Study on Mechanical Properties of Different PE Material Using for Silage Packaging

Silage is important in a large extent for dairy husbandry. As a feeding material, it can be easily produced at low cost. On the other hand the packaging of silage helped to reserving of feed quality.

In this study, some mechanical properties of 3 types PE (polyethylene) films material using for silage packaging was investigated at the end of period with 2,5 months under fixed storage conditions.

End of this period, the packaging materials was taken into current test procedure (TSE 1398-3) for tensile tests. As a result of these tests were obtained the tensile strength and elongation at failure of three types of packaging materials.

All types of PE film materials which are evaluated in the study can be used for packaging silage. But Type 2 could be chosen due to it was the cheapest one

Key words: silage, polyethylene, mechanical properties.

Giriş

Son yıllarda hayvancılıkla ilgilenen küçük işletmelerin silo yeminin besleme açısından önemini kavramaları ve bu konuda arayış içinde olmaları, ülkemizde hayvancılık sektörüne verilen desteklerin artmasıyla birlikte hız kazanmıştır. Özellikle silo yemi yapma olanağı bulunmayan bu işletmeler için bazı özel sistemler ve ekipmanlar geliştirilmiştir (Anonim 1989). Bunların arasında silajlık materyalin paketlenmesi de yer almaktadır.

Paket silaj yemi yapım mekanizasyonu ilk olarak 1950'li yıllarda İngiltere'de % 40-50 arasında kuru madde içeren ot grubu ürünlerde başlamıştır (Anonim 1987). Silo yeminin paket, balya, sucuk

¹ Yard.Doç.Dr .E.Ü.Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Bornova, İZMİR.
bulent.cakmak@ege.edu.tr

gibi çeşitli formlarda hazırlanması ve kullanıma sunulması hayvancılık sektöründe ilgi uyandıran bir konu olmuştur (Ashbell et all, 2001)

Paket silajın bu şekilde talep görmesinde ve yaygınlaşmasındaki temel nedenler Marshall (1989) tarafından aşağıdaki gibi bildirilmiştir.

Paket silaj,

- Taşınma ve tüketim aşamasındaki mekanizasyonu kolaylaştırır,
- Ticari olarak alım ve satımı yapılabilir bir üründür,
- İklim koşullarının kurutmaya elverişli olmadığı yer ve zamanlarda işletmeciyeye karar esnekliği sağlar,
- Geleneksel silolara göre yatırım maliyeti düşüktür,
- Ambalajlanmış paket silajı uygulamasıyla ürünün tümünde bir bozulmaya sebep olmaksızın küçük miktarlarda tüketimine olanak sağlar,
- Yem niteliğini artırır,
- Belli aralıklarla hasat edilen silaj materyalinin, klasik yöntemdeki üst üste eklenmesiyle karşılaşılan riskleri ortadan kaldırır.

Ülkemizde silajın paketlenmesi çalışmaları E.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları bölümünde 1992 yılında başlatılmıştır. Bilgen ve arkadaşları ambalajlanan silajlık kıyılmış mısır materyalinin biyolojik yapısı ve besin değerini belirleyen bir dizi araştırma sonunda bu yöntemin ülkemizde uygulanabilirliğini ortaya koymuşlardır, (Bilgen ve arkadaşları, 1992). Aynı araştırmacılar ot balya silajı yapım mekanizasyonu ile ilgili çalışmalar da gerçekleştirmişlerdir (Bilgen ve arkadaşları, 1997).

Yapılan çeşitli formlara sahip balya paketlerinde ambalaj malzemesi olarak plastik ve türevleri kullanılmıştır. Plastik genel bir tanım olup altında farklı özelliklere sahip çok sayıda malzeme yer alır.

Günümüzde kullanılan plastiğin oluşumu 1909 yılında fenol formaldehidin (Bakelit) keşfiyle başlar. 1930'ların sonlarına doğru büyük bir gelişme gösterir. Bu yıllarda savaş sanayinin de büyük etkisiyle Naylon, ürean, florokarbon gibi plastikler geliştirilir. Özellikle polietilen ve şeffaf polyester ikinci dünya savaşı sıralarında endüstriyel kullanıma sunulan önemli malzemeler olmuştur. Günümüzde 50 tür altında 600 farklı bileşime sahip plastik üretilmektedir. Ancak genel ve yaygın üretimi olanlar "genel amaçlı plastikler" olarak adlandırılan plastiklerdir. Büyük oranda petrolden üretilen plastik, birçok endüstri dalında çok amaçlı olarak kullanılmaktadır. Özellikle yeni yapılan çalışmalarla plastiklerin mekanik özellikleri metallere yaklaşmıştır (Askeland, 1998).

Genel amaçlı plastikler grubuna giren polietilen (PE) alçak (AYPE) ve yüksek yoğunluklu (YYPE) olarak üretilmektedir. Bu çalışmada AYPE plastik malzemeden yapılan torbalar kullanılarak, silajlık ürünün belli bir süre depolanması sağlanmıştır.

PE malzeme termoplastik grubunda yer alan ve bir defa üretildikten sonra teorik olarak tekrarlanabilir şekilde eritilip yeniden şekil verilebilen bir malzemedir. Bu nedenle bir kez kullanılan malzemenin tekrar kullanımı mümkün olabilmektedir. Sanchez ve arkadaşları (1991) özellikle tarımsal uygulamalarda alçak yoğunluklu PE malzemenin tekrarlı kullanımında en az 5 ay sorun yaşanmayacağını bildirmiştir. Tarımsal çalışmalar sonunda plastik malzeme atıklarının geri dönüşüm için alandan toplanması ve taşınması çalışmalarına 80'li yılların ortalarında başlanmış ve 90'lı yıllarda 0,15 \$/kg lık bir geri dönüşüm sağlanmıştır (Bartok, 1992).

İçine silajlık ürün konulan PE malzemeden yapılan torbaların da silaj kullanıldıktan sonra çevre kirliliği yaratmadan toplanıp tekrar kullanımı mümkün olabilmektedir.

Silajlık ürünün paketlenmesinde kullanılacak bu malzemenin mekanik özelliklerinin (çekme dayanımı ve uzama değerleri) bilinmesi, silajın depolanma şekli ve planlaması, taşınması ve hepsinden önemlisi depolama süresinin belirlenmesi açısından gereklidir. Bunun yanında malzemenin ekstrüzyon yönünün, silo yemin konacağı torbaların üretiminde mekanik özellikler üzerine etkisinin saptanması, bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan torbaların yapıldığı PE malzemeler PETKİM A.Ş. Aliağa/İzmir tarafından üretilen AYPE G03-5 (Alçak yoğunluklu polietilen) kodlu granüllerden oluşan eriyiğe farklı oranlarda katkıların (kompaund) eklenmesiyle elde edilmiş ve aynı tesiste torba şekli vermek için bir yanı termik yöntemle kapatılmıştır. G03-5'e ait PETKİM tarafından bildirilen (Anonim 2000) bazı temel özellikler Çizelge 1'de, bu çalışmada kullanılan katkılı PE malzemelere ait özellikler ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. G03-5 e ait bazı temel özellikler

| | |
|--|--------------------------------------|
| Türü | Termoplastik |
| Yoğunluk | 0,921 g/cm ³ (Suda yüzer) |
| Çekme dayanımı | 8-10 N/mm ² |
| Işık geçirgenliği | % 75 |
| Uv ışın geçirgenliği | %50 |
| Hava ve gaz geçirgenliği | İyi |
| Su buharı geçirgenliği | Kötü |
| Normal sıcaklıkta; inorganik asitlere, bazlara, alkollere, yağlara, gıda sanayiinde kullanılan kimyasallara ve deterjanlara karşı oldukça dayanıklıdır. Zehirli değildir. Neme dayanıklıdır. | |

Çizelge 2. PE torba malzemeleri ve içerikleri

| Tip | Kalınlık ¹ | Boş Torba Boyutu (mm) | Katkı ¹ | Birim Fiyat ¹ | Torba malzeme maliyeti ² (YTL/Adet) |
|------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------|--|
| Tip 1 | 180 µm | 975*570 | 995/1000 G03-5 | 1000 \$/t | 0,25 |
| | | | 5/1000 Saf Titanyumdioksit | 5 \$/kg | |
| Tip 2 | 200 µm | 990*560 | 380/1000 G03-5 | 1000 \$/t | 0,13 |
| | | | 620/1000 Muhtelif renkli hurda | 0,5 YTL/kg | |
| Tip 3 (UV) | 160 µm | 980*550 | 920/1000 G03-5 | 1000 \$/t | 0,26 |
| | | | 5/1000 Nikel Quench | 3000 \$/kg | |
| | | | 2,5/1000 Benzofenol | 2000 \$/kg | |
| | | | 0,5/1000 Hinderit fenollü antioksidan | 5000 \$/kg | |

¹ PETKİM tarafından bildirilen değerlerdir,

²1\$=1,37 YTL

PETKİM A.Ş. tarafından hazırlanan ve aynı tarihte araştırma materyali olarak denemeye alınan PE torbalara 15/10/2004 tarihinde silajlık ürün olarak kıyılmış mısır konulmuş ve torbalar sızdırmaz şekilde kapatılmıştır. Depolama şekli açık ve kapalı olmak üzere belirlenmiştir. Açık ortamda depolanan torbalar atmosferik değişimlerden doğrudan etkilenmiştir. Kapalı ortam ise üstü ve üç yanı kapalı bir depolama alanı olarak seçilmiştir. Torbalar dik pozisyonda ve tek kat olarak yerleştirilmiştir. Yerleştirme sonrasında torbaların buldukları konumlar değiştirilmemiştir.

Torbalara konan silajlık ürün 73 gün ($\approx 2,5$ ay) sonra 28/12/2004 tarihinde açılmıştır. Silajların boşaltılması sonrasında ilgili PE torbalar üzerinden denemeler için örnekler alınmıştır. Üç farklı malzemeden yapılan torbaların içine konan mısır silaj yeminin kalitesi

ise Bilgen ve arkadaşları (2005) tarafından değerlendirilmiş ve her üç tip için “*iyi nitelikli*” olarak bildirilmiştir.

Torbaların yapımında kullanılan PE malzemelerin yoğunluklarının belirlenmesi için, hem yeni (kullanılmamış) hem de eski (silaj torbalanmış) torbalardan TSE 1398-3 ISO 527-3 standardına göre belirlenen boyutta örnekler alınmıştır (Anonim, 1997). Her örnekte kalınlık ölçümü Elcometer Minitector (FN Tickness Gauge) cihazıyla, ağırlık ölçümü de Sartorius marka L 2200 S model hassas teraziyle yapılmıştır. Elde edilen değerlerden aşağıdaki eşitlik yardımıyla malzeme yoğunluğu hesaplanmıştır.

$$\alpha = \frac{m(g)}{A(cm^2) * K(cm)}$$

m: ağırlık (g)

A: alan (cm²)

K: kalınlık (cm)

Her torbadan tesadüfi olarak seçilen bölgelerden alınan örneklerin, ekstrüzyon yönünde (Paralel) ve dik yönde (Dik) olması sağlanmıştır.

Örneklerdeki mekanik özelliklerin belirlenmesi için 500 N yük algılama kapasiteli LLOYD Instruments marka LR5K model çekme cihazı kullanılmıştır. Cihazın çekme çeneleri arası 50 mm olarak ayarlanmış ve çekme dayanımı, % kopma uzaması değerleri dijital ortamda doğrudan elde edilmiştir.

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla ; plastik tipi (Tip1,2,3)(3), vakumlu-vakumsuz (2), depolama (açık-kapalı)-orijinal(3), ekstrüzyon yönü (paralel-dik)(2) dikkate alınarak 4 tekrarlı tesadüf blokları deneme deseni düzenlenmiştir. Çalışmada elde edilen çekme dayanımı ve % kopma uzamasından oluşan mekanik özellik değerleri, SPSS V11 paket programı kullanılarak tek değişkenli ANOVA (Univariate) analizi ile değerlendirilmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma

Denemede kullanılan torba malzemelerine ait belirlenen ortalama kalınlık ve yoğunluk değerleri Çizelge 3’te verilmiştir. Plastik tiplerine ait orijinal kalınlık değerleri 157,4-191,9 µm arasında değişmektedir. Orijinal yoğunlukları ise 0,94-0,97 g/cm³ olarak hesaplanmıştır. Malzemelere ait depolama sonrası hesaplanan yoğunluk

Çizelge 5. Çekme dayanımı üzerine önemli bulunan “a” interaksiyonunda ortalama değerler.

| Malzeme Tipi | | Ortalama (N) | |
|--------------|-----------------|-----------------|-------|
| Tip 1 | Orijinal | | 80.97 |
| | Normal | Açık | 70.69 |
| | | Kapalı | 74.27 |
| | Vakumlu | Açık | 74.65 |
| | | Kapalı | 72.44 |
| | Tip 2 | Orijinal | |
| Normal | | Açık | 88.13 |
| | | Kapalı | 79.53 |
| Vakumlu | | Açık | 73.17 |
| | | Kapalı | 82.96 |
| Tip 3 | | Orijinal | |
| | Normal | Açık | 76.47 |
| | | Kapalı | 75.88 |
| | Vakumlu | Açık | 75.71 |
| | | Kapalı | 71.91 |

Çizelge 6. Çekme dayanımı üzerine önemli bulunan “b” interaksiyonunda ortalama değerler.

| Malzeme Tipi | | Ortalama (N) | |
|--------------|---------|--------------|-------|
| Tip 1 | Normal | Dik | 70.03 |
| | | Paralel | 79.93 |
| | Vakumlu | Dik | 69.46 |
| | | Paralel | 81.92 |
| Tip 2 | Normal | Dik | 81.12 |
| | | Paralel | 92.56 |
| | Vakumlu | Dik | 76.55 |
| | | Paralel | 89.44 |
| Tip 3 | Normal | Dik | 66.91 |
| | | Paralel | 81.85 |
| | Vakumlu | Dik | 64.94 |
| | | Paralel | 80.67 |

Diğer bağımlı değişken olan, kullanılan malzemelere ait % kopma uzaması değerlerindeki değişimler, P:0,05 önem düzeyinde istatistik analize tabi tutulmuş ve aşağıdaki interaksiyonlar önemli bulunmuştur;

- Plastik tipi (Tip1,2,3)-Vakum Uyg.(V-N)-Depolama.
- Plastik tipi (Tip1,2,3)-Depolama-Ekstrüzyon yönü (D-P)

Çizelge 7. % kopma uzaması üzerine önemli bulunan “a” interaksiyonunda ortalama değerler.

| Malzeme Tipi | | Ortalama (%) | |
|--------------|-----------------|-----------------|--------|
| Tip 1 | Orijinal | 842.05 | |
| | Normal | Açık | 729.95 |
| | | Kapalı | 715.90 |
| | Vakum | Açık | 794.70 |
| | | Kapalı | 717.35 |
| | Tip 2 | Orijinal | 871.50 |
| Normal | | Açık | 835.63 |
| | | Kapalı | 748.30 |
| Vakum | | Açık | 637.33 |
| | | Kapalı | 780.50 |
| Tip 3 | | Orijinal | 690.68 |
| | Normal | Açık | 798.70 |
| | | Kapalı | 785.28 |
| | Vakum | Açık | 783.25 |
| | | Kapalı | 732.85 |

Çizelge 8. % kopma uzaması üzerine önemli bulunan “b” interaksiyonunda ortalama değerler.

| Malzeme Tipi | | Ortalama (%) | |
|--------------|-----------------|--------------|---------|
| Tip 1 | Orijinal | Dik | 1127.25 |
| | | Paralel | 556.85 |
| | Açık | Dik | 1015.33 |
| | | Paralel | 509.33 |
| | Kapalı | Dik | 952.98 |
| | | Paralel | 480.28 |
| Tip 2 | Orijinal | Dik | 1074.60 |
| | | Paralel | 668.40 |
| | Açık | Dik | 1007.33 |
| | | Paralel | 465.62 |
| | Kapalı | Dik | 1010.13 |
| | | Paralel | 518.68 |
| Tip 3 | Orijinal | Dik | 898.85 |
| | | Paralel | 482.50 |
| | Açık | Dik | 1109.03 |
| | | Paralel | 472.93 |
| | Kapalı | Dik | 1051.95 |
| | | Paralel | 466.18 |

Her üç tip malzemenin önemli bulunan interaksiyonlarına bakıldığında çekme dayanımı değerlerindeki değişimler için aşağıdakiler söylenebilir;

- Orijinal değerleri ile karşılaştırıldığında, Tip 1'de %7-12, Tip 2'de %5-21 oranında bir düşüş, Tip 3'te ise %2-8 arasında bir artış belirlenmiştir.
- Her üç tip için ekstrüzyon yönündeki çekme dayanımı dik yönüne göre %14-24 oranında daha yüksek bulunmuştur. Vakum uygulamasının etkisi ise her iki yönde %1-6 oranında düşüş şeklinde saptanmıştır.
- Torbaların söz konusu depolama süresi için açıkta veya kapalı ortamda depolanmasının çekme dayanımı üzerine etkisi anlamlı bulunmamıştır.

Malzemelere ait % kopma uzaması değerleri için aşağıdakiler söylenebilir;

- Orijinal değerleri ile karşılaştırıldığında Tip 1'de %6-15, Tip 2'de %4-27 oranında azalma, Tip 3'te ise sadece açıkta depolamada %16 oranında artma saptanmıştır. Vakum uygulamasının kopma uzaması üzerine etkisi ise anlamlı bulunmamıştır.
- Açıkta depolama genel olarak % kopma uzamasını %2-10 oranlarında yükseltmiştir.
- % Kopma uzamasının ekstrüzyon yönüne dik yönündeki değerinin paralel yöndeki değere oranla %50-57 yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tip 1 ve 2'de açık ve kapalı depolamada çekme dayanımında bir azalma belirlenmiş ancak Tip 3'te açıkta depolanan torbalarda artış saptanmıştır. PE için açıkta depolanan ve kullanılmış malzemelerde çekme dayanımının düşmesi olağandır. Ancak, Tip 3'te bunun tam tersi olmuştur. Tip 3 içine UV ışınlarına karşı koruma amaçlı katkıları katılmıştır. Bu da Tip 3'ün doğal davranışını değiştirmiş olabilir.

Bütün örneklerde ekstrüzyon yönünde saptanan çekme dayanımı ve % kopma uzaması değerleri dik yönde saptanan değerlere göre daha yüksek bulunmuştur. Özellikle torbaların taşınması sırasında deformasyonu en aza indirmek için kısa kenarlarından tutularak taşınması önerilmektedir.

Önemli bulunan interaksiyonlarda gerek çekme dayanımı gerekse kopma uzaması değerleri arasında malzeme tercihi güçlendirecek önemli farklılıklar saptanamamıştır. Her üç malzeme tipinden yapılan torbalar silajlık ürünün paketlenerek depolanmasında kullanılabilir. Söz konusu koşullarda bir seçim yapılacaksa; Tip 2, içindeki çeşitli hurda hammaddesi nedeniyle düşük malzeme maliyeti açısından silaj torbası yapımında öncelikli olarak tercih edilebilir.

Özet

Silaj yem kullanımı hayvan beslemede önemi giderek artan bir konudur. Üretim maliyeti düşük bir üründür. Silajlık kaba yem materyalinin paketlenmesi, yemin kalitesini muhafaza etmesini sağlamaktadır.

Bu çalışmada, silajlık kıyılmış kaba yemin torbalamasında kullanılan farklı katkı ve karışım oranlarına sahip üç farklı PE ambalaj malzemesinin depolama süresi sonundaki mekanik özellikleri araştırılmıştır. Silajın konulduğu torbalar üç ayrı tip PE malzeme ve farklı katkı malzemeleri kullanılarak yapılmış, açık ve kapalı olarak belli bir süre depolanmıştır. Depolama süresi sonunda torbalar açılarak kullanılan malzemeler ait mekanik özellikleri çekme dayanımı ve % kopma uzaması olarak belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda, ele alınan tüm PE malzemelerin silajın paketlenmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Ancak bunların içinde Tip 2, düşük malzeme maliyeti nedeniyle tercih edilebilir.

Anahtar sözcükler: silaj, polietilen, mekanik özellik

Kaynaklar

- Anonim 1987. Big Bale Silage, ADAS (P3096).
- Anonim 1989. Mit Ballenwicklern Silage Bereiten ? DLZ-4, S:24-28.
- Anonim 1997. TS 1398-3 EN ISO 527-3 “Plastikler-Çekme Özelliklerinin Tayini-Bölüm 3, Film ve Levhalar İçin Deney Şartları”.
- Anonim 2000. PETİLEN, Alçak Yoğunluklu Polietilen, PETKİM Aliğa Petrokimya Kompleksi, İzmir.
- Ashbell, G., T.Kipnis, M.Titterton, Y.Hen, A.Azrieli, Z.G.Weinberg. 2001. Examination of a Technology for Silage Making in Plastic Bags. Animal Feed Science, 91: 213-222.
- Askeland, D.R., 1998. The Science and Engineering of Materials, Volume 2, ISBN: 975-591-106-5, Yayın No:128, 712 s.
- Bartok J.W., 1992, Recycling Film Plastic. An ASAE Meeting Presentation, Paper No: 92-4031, Charlotte North Carolina USA.
- Bilgen, H., A.Kaya ve S.Akkan. 1992. Mısır Balya Silajı. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Yayın Bülteni No:12, İzmir.
- Bilgen, H., H.Yalçın, H.Öz. 1997. Ot Balya Silajı Yapımı Üzerinde Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, S. 585-591, 17-18 Eylül 1997, Tokat.
- Bilgen, H., H.Yalçın, H.Özkul, B.Çakmak, M.Polat, A.Kılıç. 2005. Plastik Rengi, Vakum Uygulaması, ve Bekleme Şeklinin Paket Mısır Silaj Yemi Kalitesi Üzerine Etkileri. E.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi, ISSN: 1018-8851, Cilt 42, No:2 S. 77-85
- Marshall, I., S. Howe. 1989. Silage Baling Update, Power Farming, April P:38-40.
- Sanchez-Lopez S., H.L.Pardo. 1991. Recycling of Waste Agricultural Polyethylene Film. Plasticulture, No:99/4 P:49-53.