

Samanı Sodyum Hidroksid ile İşleyen Kombine Makinanın Tasarımı ve Yapımı

Hasan H. Silleli, Musa Ayık

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, 06130-Aydınlıkevler / Ankara
hasan.silleli@agri.ankara.edu.tr

Özet : Bu çalışmada, küçük tarımsal işletmelerde, tahıl artığı sap-samanın NaOH ile işlenerek değerlendirilmesini sağlayacak kombine bir makinanın tasarımı ve imalatı amaçlanmıştır. Balyalar halinde toplanmış biçerdöver artığı saman, tasarımı ve imalatı yapılan makinada kıyılarak, NaOH ile işlenip depoya üflenmesi sağlanmıştır. Makinanın çalışma karakteristikleri; samanın hidrolizi sonucunda kuru madde içindeki organik maddenin sindirilebilirlik derecesi, samanın kıyılma boyutu, makina güç gereksinimi ve yakıt tüketiminin belirlenmesi ile bulunmuştur. Buna göre, uygun makina devir sayısı 950 min⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Saman, samanın kimyasal işlenmesi, NaOH, makina tasarımı, makina yapımı

Design and Construction of a Combine Straw Machine with Sodium Hydroxide

Abstract : In this study, the design and construction of a farm scale combine machine which will provide to upgrade the grain residues of straw by treating with NaOH is proposed.

After harvesting the straw collected in bale form was cut and treated with NaOH and then blown in the warehouse by designed and constructed machine. The characteristics of the machine were found by determining digestible organic matter degree in dry matter of straw, chopping length of straw and determining of power requirement and fuel consumption of machine. Having regard to this, optimum machine revolution was determined as 950 min⁻¹.

Keywords: Straw, chemical treatment of straw, NaOH, machine design, machine construction.

GİRİŞ

Dünyanın tarıma uygun alanları sınırlıdır ve bu alanlar hayvan yemi üretiminden çok insanların beslenmesi için kullanılmak zorundadır. Ancak, hızla artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacına cevap verebilmek için bitkisel üretimle beraber hayvansal üretimin de artırılması zorunludur. Bugün verimli bir üretim yapabilmek için konsantre yemlerin yanında bitkisel artıkların da yem olarak değerlendirilmesi gereklidir. 1997 yılı verilerine göre ülkemizde yaklaşık olarak 29.7 milyon ton buğday mısır ve arpa üretilmiştir (Anonymous 2000). Tahıl çeşitlerinden ele geçen saman miktarı ortalama olarak 1'e karşı 1.25 olarak kabul edilmektedir (Akyıldız 1985). Buna göre, toplam tahıl üretiminden elde edilen saman miktarı 37 milyon ton kadardır.

Sap, saman ve diğer harman kalıntıları ülkemiz hayvancılığında her hangi bir işlem uygulamadan yem olarak önemli miktarda kullanıldığı bilinmektedir. Bu artıklar brüt enerji içeriği bakımından diğer yemlerle eşdeğer düzeydedir ve selülozca zengindir (Kristensen

ve ark. 1981). Ancak, selüloz hücresinin etrafı lignin ile çevrilmiş olduğundan bu maddelerin özellikle rumen mikroorganizmalarının enzimleri tarafından sindirilme oranı oldukça düşüktür (Kristensen ve ark. 1981). Lignin tabakasının yoğunluğu bölgeden bölgeye değişebilir (Givens ve ark. 1989). Genç bitkiler, protein bakımından zengin, selüloz bakımından ise fakirdirler. Bitkiler yaşlandıkça; protein içerikleri azalır selüloz içerikleri artarken bitki hücre duvarı giderek odunlaşmaktadır (Şekil 1.1). Bu yüzden de bitki yaşlandıkça sindirilebilirlik derecesi ve dolayısıyla yem değeri düşmektedir.



Şekil 1. Hububat samanı hücre çeperinin yapısı
(Schulz et al 1981)

Samanlara uygulanan parçalama, öğütme ve peletleme işlemleri besin değerini geliştirmez. Ancak yem alımını ve sindirim sisteminden geçiş oranını yükseltir. Geçiş oranının hızlanması sindirime oranını düşürür (Sundstol 1991, Kristensen ve ark. 1981, Hunt ve ark. 1984). Diğer yönden ise parçalama, samanı yumuşatarak, rumenin büzülme sayısını ve tükürük salgısının yoğunluğunu azaltarak sindirim için harcanan enerjiyi azaltır (Kristensen 1984).

Bir kaç baklagil samanı hariç, hemen bütün samanlar sindirilebilir protein bakımından çok fakir, ham selüloz bakımından ise oldukça zengindirler. İçerdikleri enerjinin büyük bir kısmı, hayvanların samanı çiğnemeleri, sindirim organlarından taşımaları ve sindirebilmeleri için harcanır. Bu nedenle samanların hayvansal verime katkısı ve dolayısıyla yararlılık derecesi oldukça düşüktür (Akyıldız 1983). Tarımsal işletmelerde en çok üretilen ve hayvan beslemesinde kullanılan buğdaygil samanlarının ham besin maddeleri Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Buğdaygil samanlarının ham besin değerleri (Shulz ve ark. 1981)

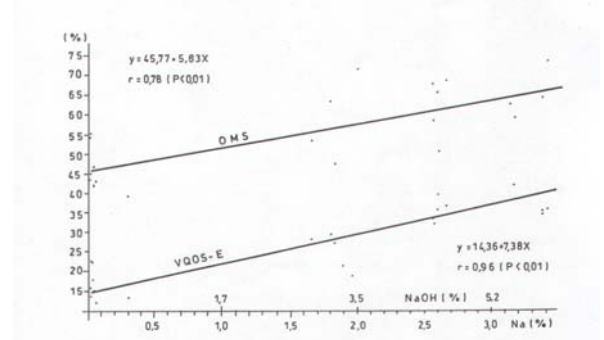
Saman Çeşidi	100 g saman için			Organik Madde	100 g saman için	
	KM	HP	HS		SHP	NB
Kışlık Buğday	892	26	402	42	5	125
Yazlık Buğday	899	29	409	42	8	126
Arpa	896	29	394	51	21	202
Yulaf	883	29	399	50	6	183

Samanın bileşimi ortalama değerlere göre % 65-75 selüloz, %15-20 hemiselüloz (HS) ve pentozanlar, %5-10 lignin, %1-3 mum ve protein, %2-10 silis gibi mineraller ve az miktarda nişastadan oluşmaktadır (Akyıldız 1985). Kimyasal yolla lignin parçalanırsa samanın besin değeri artmakta ve sindirilebilir enerji değeri yükselmektedir. Bu amaç için genellikle iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlar, sodyum hidroksid (NaOH) ve amonyak (NH₃) ile yapılan hidroliz yöntemleridir. Her iki yöntemde de samanın sindirilebilirliğini dolayısıyla yem değerini artırmak için hücre çeperindeki lignin zırhının çözülmesi amaçlanmaktadır. Fakat yöntemler uygulanış bakımından birbirinden farklıdır. NaOH'ın uygulanışı için özel karıştırıcı makinalar gerekmesine karşın, samanın hidrolizi NH₃'a göre daha kısa sürede gerçekleşmektedir. Örneğin aynı miktardaki samanın

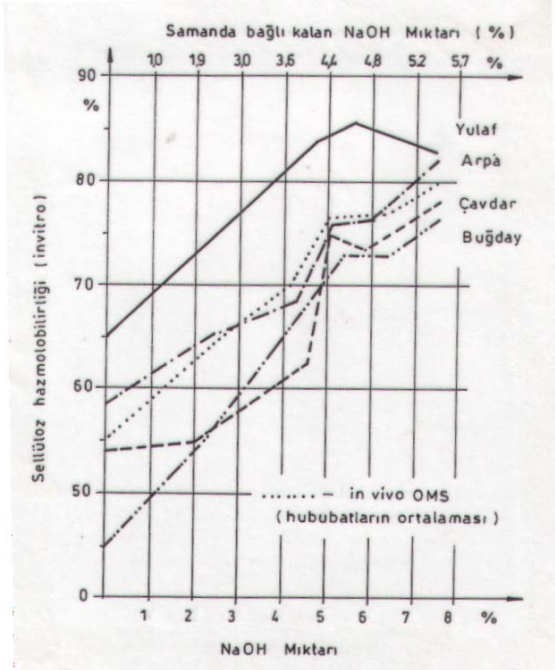
hidrolizi NaOH işleminde en geç bir hafta içinde gerçekleşirken, amonyak uygulamasında, yığın halinde dizilen balyaların üzerine polietilen bir örtü örtülerek içerisine gaz ya da sıvı NH₃ basılmakta ve 7-8 hafta beklemeye bırakılmaktadır (Öztürkcan 1988). Bunun yanında NH₃ ile işlem görmüş samanın organik maddesinin sindirilebilirliği %57 iken bu değer NaOH ile işlem görmüş samanda %66'ya çıkabilmektedir (Sundstol and Coxworth 1984).

Şekil 2.'de samana dozajlanan NaOH miktarının artması sonucu *Organik Maddenin Sindirilebilirliği*ndeki (OMS) artış miktarı görülmektedir. %4'lük NaOH'ın dozajlanmasında OMS; %58, %4.5'lik dozda %62 ve %5'lik dozda da %64 olmaktadır.

Şekil 3'deki grafikte; buğday, yulaf, arpa ve çavdar samanlarının değişik NaOH miktarlarında selüloz sindirilebilirliği verilmiştir. Burada, %5'lik NaOH ile işlenmiş buğday samanının in vitro metodu ile belirlenmiş sindirilebilirlik değeri %70 civarına çıkmaktadır..



Şekil 2. NaOH miktarına bağlı OMS artışı (Richter and Burgstaller 1982)



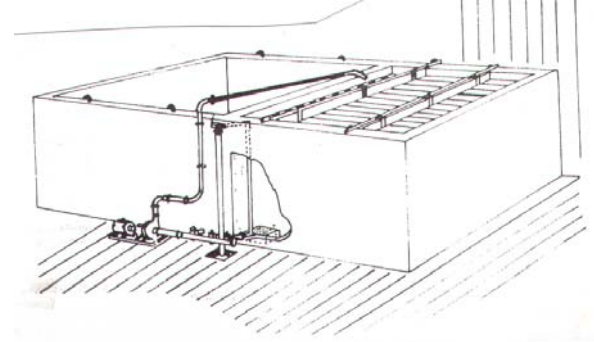
Şekil 3. NaOH miktarına bağlı selüloz sindirilebilirliği (Richter 1983)

NaOH ile Saman İşleme Yöntemleri

Islak yöntem

Beckmann yöntemi olarak adlandırılan ıslak yöntemde (Şekil 4) saman, ağırlığının %8'i kadar NaOH ile yumuşatıldıktan sonra bir kaç saat dinlenmeye bırakılmaktadır. Daha sonra ağırlığının yaklaşık 50 katı kadar su ile yıkanmaktadır (Kılıç 1985). Bu yöntemde samanın OMS derecesi %30-45'den %70-75'lere, enerji değeri ise yaklaşık iki katına çıkabilmektedir. Ancak, bu yöntemin şu sakıncaları vardır (Schulz ve ark. 1981):

- İşgücü gereksinimi fazladır,
- Su gereksinimi fazladır,
- Su ile yıkamadan dolayı kuru madde kaybı oluşmaktadır,
- Çevre kirlenmesine neden olunmaktadır.



Şekil 4. Beckmann yönteminde kullanılan yıkama havuzu (Cottyn and Hoecke 1981)

Yarı kuru yöntem

Bu yöntemde; 20-50 mm uzunluğunda kıyılan saman, %10-12'lik NaOH ile karıştırılmaktadır. Daha sonra karışım presten geçirilerek kullanılan NaOH çözeltisinin %5-6'sı geri kazanılmaktadır. Bu aşamadan sonra ürün kurutulmakta yada pelet haline getirilmektedir (Schulz ve ark. 1981). Ancak, bu yöntem, araç gereç ve kurutma için ek enerji ihtiyacı nedeniyle uygulamada sınırlı olarak kullanılabilmektedir (Kılıç 1985).

Kuru Yöntem

Islak ve yarı kuru yöntemlere göre önemli avantajlar içeren kuru yöntemde, NaOH ile işlenmiş saman nötrale edilmeksizin doğrudan hayvanlara verilebilir. Çünkü, bu yöntemde saman, %5'lik NaOH ile işlenerek, orta kaliteli bir yemle eşdeğer bir duruma gelmektedir (Schulz ve ark. 1981). 5-10 cm boyutlarında kıyılan saman üzerine %5'lik NaOH uygun bir makina içerisinde püskürtülerek karıştırılması sağlanmaktadır. İşlem görmüş saman bir depoya üflenmekte yada yığın oluşturması sağlanarak lignin tabakasının yumuşaması amacıyla 3-4 gün süreyle reaksiyona bırakılmaktadır. Bu sırada saman yığınının ortasında sıcaklık 100 oC'ye kadar yükselebilmektedir.

Samanın Kimyasal İşlenmesi ile Sağlanan Avantajlar

- Yem değeri düşük olan sap ve saman gibi artıklar değerlendirilebilmektedir. 3.4 kg işlenmemiş samanın 1.7 kg NaOH veya 1.9 kg NH₃ ile işlenmiş samanla aynı değerde net enerji verdiği kabul edilir (Kristensen et al. 1984).

- Sulu arazilerin yem üretimi için ayrılması yerine daha karlı olan endüstri bitkilerinin üretimine olanak sağlanmaktadır,
- İşlenmiş yemlerin taşınmasında ve depolanmasında kolaylık sağlanmaktadır.
- İşlenmiş yemler uzun süre dayanıklı olup kokuşmamakta ve küflenmemektedir,
- Hayvan beslemede büyük önemi olan kaba ve kesif yemin hazırlanmasında işgücünden tasarruf sağlanmaktadır,
- Hayvan beslemesinde karlılık artmakta , toplam masrafların %70'ini oluşturan yem masrafları önemli ölçüde düşmektedir. Süt sığırçılığında kimyasal yolla işlenmiş saman en azından yem alma kapasitesinin düşük olduğu laktasyonun ilk kısmında kaba yeşil yemlerle yarışabilmektedir (Kristensen et al.1984).

Araştırmanın Amacı

Selülozca zengin olan saman, sindirilemeyen bileşenleri kimyasal yolla yumuşatılabilmekte ve sindirilme oranı yükseltilebilmektedir. Bu çalışmada, küçük tarımsal işletmelerde, tahıl artığı sap-samanın NaOH ile işlenmesini sağlayacak kombine bir makinanın tasarımı amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Samanın NaOH ile işlenmesi amacıyla oluşturan kombine makina Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Atölyesinde imal edilmiştir. Denemelerde materyal olarak buğday samanı kullanılmıştır. Buğday samanına ilişkin analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Tasarımı ve imalatı yapılan makinanın tahrikinde traktör kullanılmıştır. Sistem; balya iletici, kıyıcı, karıştırıcı, üfleç, NaOH dozaj pompası, hidrolik motor ve yedirciden oluşmaktadır (Şekil 5).

Makinanın saman hidrolizi yönünden etkinliğinin belirlenebilmesi için OMS esas alınarak yapılan in vitro laboratuvar analizlerinde selüloz enzimi (Sigma C-9422 Trichoderma Viride) ve pepsin (Merck 7190-2000 FIP-u/g) kullanılmıştır. Basit Weende analizlerinin yapılmasında ise HCl asit, sodyum asetat ve asetik asit gibi kimyasal maddeler ve ilgili analiz cihazları kullanılmıştır.

Makinanın güç gereksiniminin ölçülmesi amacıyla kuyruk mili torkmetresi ve yakıt tüketiminin ölçülmesi için ise KVZ marka yakıt ölçer kullanılmıştır.

Makinanın hava debisinin belirlenmesi için pitot tüpü ve mikromanometre kullanılmıştır.

Çizelge 2. İşlenmemiş buğday samanın özellikleri

Ham besin değerleri						
KM %	Nem %	HK %	HS %	HY %	HP %	
93.72	6.28	6.50	36.8	1.28	2.80	
Kuru madde esaslı üzerinden besin değerleri						
HK %	HS %	HY %	HP %	Artık %	KMS %	OMS %
7.15	39.47	1.37	3.00	59.42	40.58	36.00



Şekil 5. Kombine makinanın görünüşü B: Balya iletici, Y: Yedirci, H ve M: Hidrolik motorlar, P: Pompa, T: NaOH deposu, A: Çıkış ağı



Şekil 6. Samanın işlenmesi

Denemelerde, A.Ü. Ziraat Fakültesi Kenan Evren Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde üretilen dikdörtgen şeklinde balyalanmış buğday sapı kullanılmıştır.

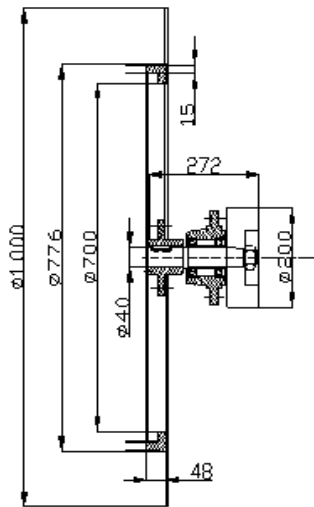
Literatür verilerine ve önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre %33'lük konsantrasyona sahip NaOH'den, 100 kg samana %5 oranında uygulanmıştır. Bu sırada makina devri 700 ile

1050 min⁻¹ arasında 50 min⁻¹ artırılarak değiştirilmiştir. Makina devrine bağlı olarak değişen kıyılma boyutları ve buna bağlı değişebilecek OMS değerleri araştırılmıştır. Makinada işlenen samanlar hidroliz işleminin tamamlanabilmesi amacıyla yığın oluşturacak şekilde depolanmıştır. Yığın içindeki sıcaklıklar, reaksiyonun gelişiminin izlenmesi amacıyla civalı termometrelerle ölçülmüştür. Sıcaklıklar ortam sıcaklığına düştükten sonraki 2 gün içerisinde yığının çeşitli yerlerinden örnekler alınarak, gerekli analizlerin yapılması için örnek torbalarına alınmıştır. Şekil 6'da imalatı yapılan makinada samanın işleme yöntemi görülmektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kombine makinanın teknik özellikleri

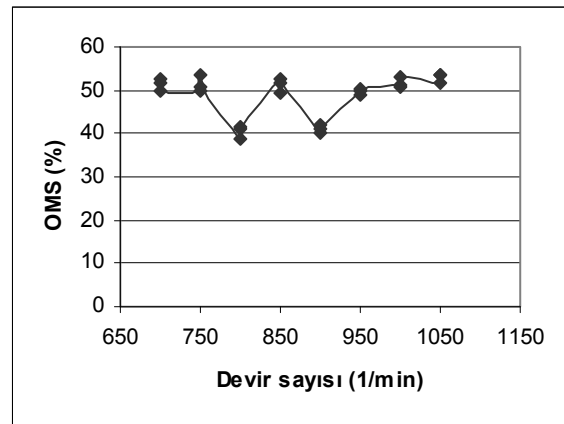
Makinanın tasarlanmasında balyalanmış samanın boyutları dikkate alınarak ortalama dikdörtgen balya ölçülerine göre ilk olarak kıyıcı üretilmiştir. Dış çapı 776 mm iç çapı 700 mm olan kıyıcı gövdesi 50 mm kalınlığındaki sacdan halka halinde kesilmiş ve tornada şekillendirilmiştir. Bu gövde üzerine aralarında 15 mm aralık bulunan bıçaklar bağlanmıştır. Bıçaklar dış ve iç çevreye 23'er adet yerleştirilmiştir. Ayrıca, kıyıcı ön yüzüne samanın aksel olarak alınıp bıçak çevrelerine dağıtılabilmesi amacıyla salyangoz yörünge üzerine dizilmiş parmaklar yerleştirilmiştir. Kıyıcı üzerine, samanın depoya üflenebilmesi amacıyla 4 adet kanattan oluşan bir de üfleç yerleştirilmiştir. Şekil 7'de kıyıcı görülmektedir.



Şekil 7. Kıyıcının temel ölçüleri

NaOH ile işlenmiş samana ilişkin sonuçlar

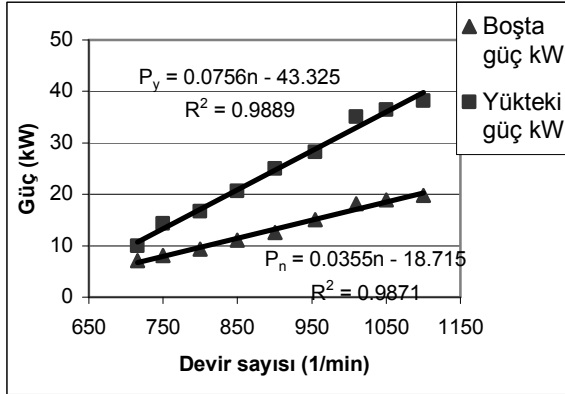
Araştırma kapsamında yapılan 24 adet denemede 100 kg samana %5 NaOH uygulanmıştır. Makina devir sayısına bağlı olarak elde edilen OMS değerleri Şekil 8'deki grafikte verilmiştir. OMS ve devir sayısı arasında yapılan regresyon analizine göre bir ilişki olmadığı görülmüştür. Elde edilen 24 adet OMS'nin ortalaması 48,76 olarak bulunmuş, işlenmemiş samanın OMS değeriyle karşılaştırıldığında ortalama olarak %35 artış belirlenmiştir. En yüksek değer olarak 750 min⁻¹ devir sayısında 53,72 ile %49,22'lik artış sağlanmıştır.



Şekil 8. Makina devir sayısına bağlı OMS değerleri

Makinanın güç gereksinimine ilişkin sonuçlar

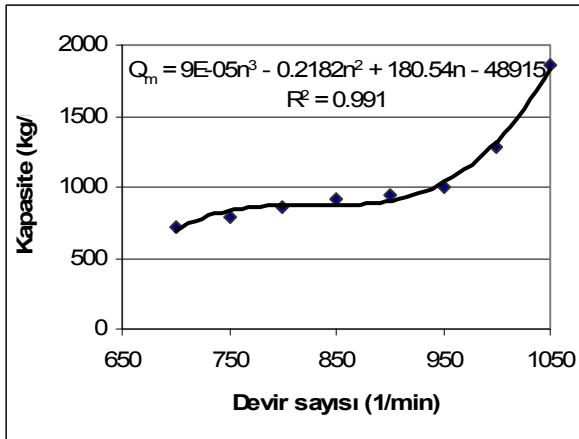
Kuyruk mili torkmetresi ile belirlenen makinanın güç gereksinim değerleri Şekil 9'da verilmiştir. Makina yüklü durumda 700 min⁻¹ devir sayısında yaklaşık 10 kW güç tüketirken 1100 min⁻¹ devir sayısında 38 kW güç tüketmektedir. Makinanın bu güç sınırları arasında yapılan denemelerinde her hangi bir problem oluşmamış, artan devir sayısı makinada titreşim oluşturmamıştır. FIAT 70/56 traktör bu güç sınırları arasında zorlanma belirtisi göstermemiştir. Makinanın 1100 min⁻¹ devir sayısına traktör motorunun 1800 min⁻¹ devir sayısında ulaşılmıştır. Ayrıca, makinanın boşta çalıştırılma güçleri de ölçülmüştür. Şekil 9 incelendiğinde 700 min⁻¹'de boşta yaklaşık 7 kW güç tüketirken, 1100 min⁻¹'de boşta yaklaşık 20 kW güç tüketmektedir.



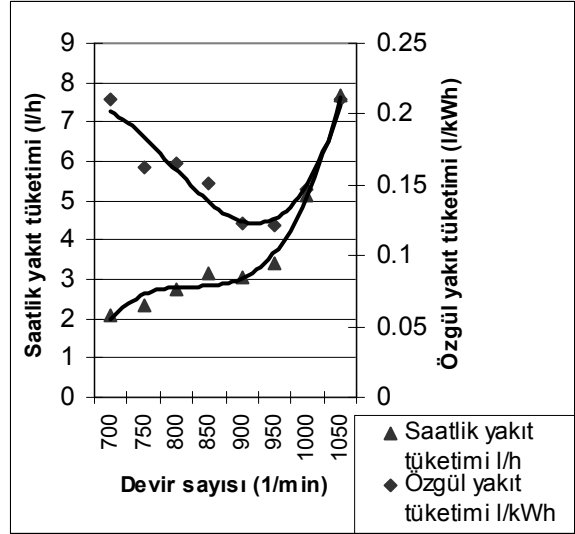
Şekil 9. Makinanın yüklü ve boştaki çalıştırılması durumunda güç gereksinimi

Makinanın saman işleme kapasitesi

Makina devir sayısı ve saman işleme kapasitesini gösterir grafik Şekil 10'da verilmiştir. Şekil incelendiğinde artan makina devir sayısına bağlı olarak işleme kapasitesi de artmakta, 950 min⁻¹'den sonraki devirlerde ani bir yükselme göstermektedir. Bu değerler çalışan kişinin tecrübesine, balyanın yoğunluğuna ve samanın nemine göre değişebilmektedir.



Şekil 10. Makina saman işleme kapasitesi



Şekil 11. Saatlik ve özgül yakıt tüketimi

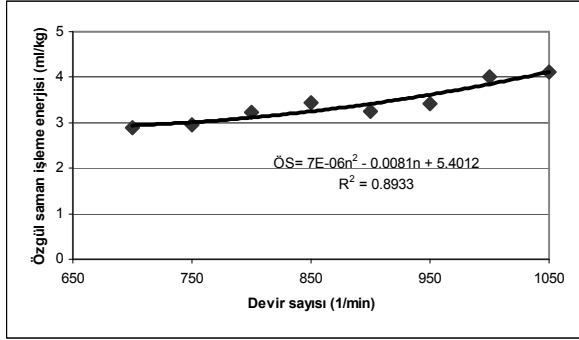
Makinanın yakıt tüketimine ilişkin sonuçlar

Yakıt ölçerden elde edilen saatlik ve özgül yakıt tüketim değerleri Şekil 11'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde saatlik yakıt tüketimi için optimum çalışma şartlarının 700 min⁻¹ devir sayısında olduğu görülürken özgül yakıt tüketimi yönünden en uygun çalışma hızı 950 min⁻¹ de oluşmaktadır. Ancak, makinanın optimum çalışma noktasının bulunabilmesi açısından saatlik ve özgül yakıt tüketimi yeterli olamamaktadır. Bu nedenle Şekil 12'de 1 kg samanın işlenmesi için harcanan yakıt miktarı da ayrıca göz önüne alınmıştır. Buna göre, en küçük özgül saman işleme enerjisine 700 min⁻¹ devir sayısında ulaşılmaktadır. En ucuz saman üretiminin bu devirde olduğu görülmekte ise de bu devirde işleme kapasitesinin düşük olması nedeniyle saman işleme için harcanan süre çok uzamaktadır.

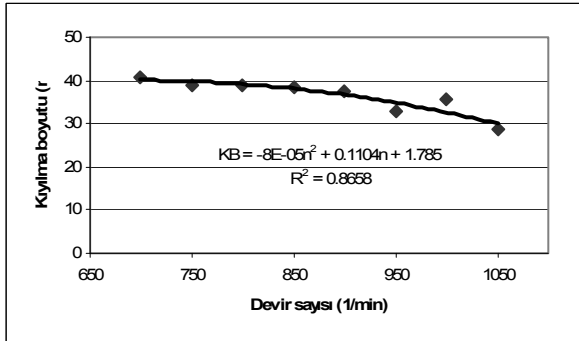
Kıyılma boyutlarına ilişkin sonuçlar

Şekil 13'de makina devir sayısına bağlı olarak elde edilen saman kıyılma boyutları verilmiştir. Grafik incelendiğinde makinanın her devrinde elde edilen saman boyutlarının hayvan beslemesi yönünden uygun sınırlar arasında olduğu görülmektedir. 700 min⁻¹ devir sayısında 40,7 mm, 1050 min⁻¹ de ise 28.69 mm'lik saman boyutuna ulaşılmıştır. Şekil 14'de ise saman kıyılma boyutlarına bağlı olarak

OMS'deki değişim ve ilgili regresyon eşitliği verilmiştir. Grafik ve ilgili regresyon denkleminde saman kıyılma boyutu ile OMS arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmadığı görülmektedir. Bu sonuç literatür değerleri ile de paralellik göstermektedir.



Şekil 12. Özgöl saman işleme enerjisi

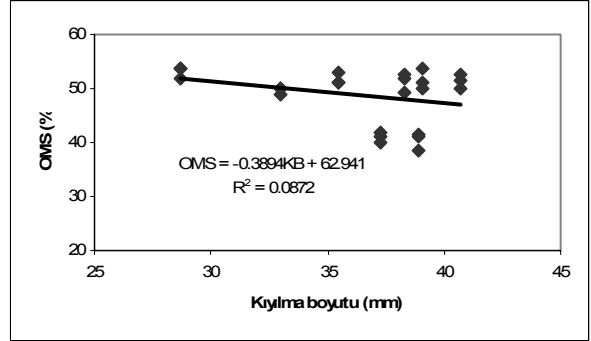


Şekil 13. Devir sayısına bağlı hava hızı

LİTERATÜR LİSTESİ

- Akyıldız, R., 1983. Yemler bilgisi ve teknolojisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 868, Ders Kitabı, s.234, Ankara.
- Akyıldız, R., 1985. Samanın hidroliz yoluyla yem değerinin artırılması. A.Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, seminer (yayımlanmamış), Ankara.
- Anonymous, 2000. Türkiye İstatistik Yıllığı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
- Cottyn, B.G. and Van Hoecke, P.P., 1981. Perspectives du traitement de la paille au moyen de produits chimiques dans l'alimentation animale. Les Elevages Belges 35.
- Givens, D.I., Everington, J.M. and Adamson, A.H., 1989. Chemical composition, digestibility in vitro and

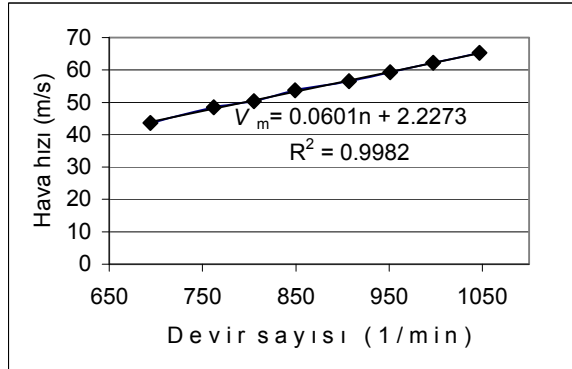
Şekil 13. Devir sayısına bağlı kıyılma boyutu ilişkisi



Şekil 14. Kıyılma boyutuna bağlı OMS değerleri

Makina Hava Hızına İlişkin Sonuçlar

Hava hızı ölçme denemelerden elde edilen sonuçlar Şekil 15'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde makina çıkış ağzında oluşan hava hızının 40-65 m/s arasında değiştiği görülmektedir. Oluşan bu hava hızı düşük yoğunluklu saman için fazlasıyla yeterlidir.



- American Association of Cereal Chemists ST. PAUL, p.589-611, Minnesota.
- Kristensen, V.F., Hermansen, J.E., and Anderson P.E., 1984. Economic use of treated straw in milk production. Commission on Cattle Production, Session 2: Economic Systems of Milk Production Based on Low Cost Feed Inputs, 35th Annual Meeting of EAAP.
- Kristensen, V.F., 1984. Straw etc. in practical rations for cattle. Developments in Animal and Veterinary, v.14, p.431-453, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.
- Öztürkcan, D., 1988. Sap ve samanın amonyakla muamelesi. Yem Sanayi Dergisi, sayı:58, Ankara.
- Richter, W. and Burgstaller, G., 1982. Strohaufbereitung für Futterzwecke. Bayerischen Staatsministerium für Ernaehrung, Landwirtschaft und Forsten Referat Landmaschinenwesen und Energiewirtschaft.
- Richter, W., 1983. Strohaufschluss in Bayern, Strohaufschluss in Norditalien. Bayerischen Staatsministerium für Ernaehrung, Landwirtschaft und Forsten Referat Landmaschinenwesen und Energiewirtschaft.
- Schulz, H., Perwanger, A., Mitterleitner, H., 1981. Technik der Strohaufbereitung für Futterzwecke. Strohaufbereitung für Futterzwecke. Bayerischen Staatsministerium für Ernaehrung, Landwirtschaft und Forsten Referat Landmaschinenwesen und Energiewirtschaft.
- Silleli, H., H., 2002. Samanı Sodyum Hidroksid ile İşleyen Kombine Makinanın Tasarımı ve Yapımı. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s.75, Ankara.
- Sundstol, F. and Coxworth, E.M., 1984. Developments in Animal and Veterinary, v.14, . p.196-247, Ammonia treatment. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.
- Sundstol, F., 1991. Large scale utilization of straw for ruminant production systems.Recent Advances on the Nutrition of Herbivores MSAP, p.55-60.