

# GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ YONCA KURUTMA ÜNİTESİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE ELDE EDİLEN YONCALARIN KUZULAR ÜZERİNE ETKİSİ: I. KURUTMA ÜNİTESİNİN VERİMLİLİĞİ VE YONCA KALİTESİNİN BELİRLENMESİ\*

Talat GÜLER İ.Halil ÇERÇİ

Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Elazığ-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 11.03.1998

Developing of Alfalfa Drying Unit Supported with Solar Energy and Effect of Alfalfa on Lambs. I. Productivity of Drying Unit and Determination of Alfalfa Quality.

## SUMMARY

This experiment was conducted to determine the changes in physical and chemical compositions of alfalfa dried with two different way in the drying unit supported with the solar energy and dried traditionally on field.

Treatment groups consisted of alfalfa dried with different methods were as follows: Alfalfa cut and dried in the drying unit at the harvested day ( K Group), alfalfa wilted for 24 h and dried in the drying unit ( P Group ) and alfalfa dried traditionally on field ( T Group).

Collector's heat benefit was higher in July and August had the highest temperature and in this period the highest heat benefit was determined. As having been regard to hours the highest heat benefit was determined between 12.00 - 13.00 h in which sun rays are most intensive. The longest drying period was determined in T group and this group followed by K and P group. Drying time of alfalfa was shortened with wilting before putting in to drying unit.

When comparisons between groups were made with respect to physical composition of alfalfa, leaf loss was higher in T group than K and P groups. Alfalfa in group T was more lightcolored, dirtier and lower quality than that of in group K and P. The nutritive value were 18.58, 18.36 and 13.05 % for crude protein, 2.86, 2.88 and 1.90 % for ether extract, 26.88, 26.20 and 31.02 % for crude fiber, 37.34, 37.48 and 46.76 % for NDF, 32.9, 33.04 and 38.80 % for ADF, 7.92, 7.94 and 9.64 for ADL, 24.98, 25.10 and 29.16 % for cellulose and 4.44, 4.24 and 8.16 % for hemicellulose in K, P and T groups, respectively. The energy levels of alfalfa in K and P group were similar but lower in T group than other groups. The average beta carotene levels in K, P and T group were 206.95, 122.18 and 38.93 mg/kg DM respectively (  $P < 0.05$  ).

*Key Words: Alfalfa, Solar Energy, Drying, Nutrition*

## ÖZET

Bu çalışmada, güneş enerjisi destekli kurutma ünitesinin geliştirilmesi ve geliştirilen kurutma ünitesinde iki farklı şekilde kurutulan yoncayla, geleneksel olarak tarlada kurutulan yoncanın fiziksel ve kimyasal bileşimlerindeki farklılaşımın tespiti ele alınmıştır.

Farklı şekilde kurutulan yoncalar araştırma gruplarını oluşturmuştur. Buna göre, biçildiği gün kıyılarak kurutma ünitesinde kurutulan yoncalar K grubunu, bir gün pörsütüldükten sonra kurutma ünitesinde kurutulan yoncalar P grubunu ve tarlada geleneksel yöntemlerle kurutulan yoncalar ise T grubunu oluşturmuştur.

Kollektörün ısı kazancı hava sıcaklığının en yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında daha fazla olmuş ve bu dönemlerde en yüksek sıcaklık kazancı elde edilmiştir. Saatler itibarıyla değerlendirildiğinde en yüksek sıcaklık

\* Bu araştırma FÜNAF tarafından desteklenmiştir ( FÜNAF-164 No'lu proje ) ( Aynı adlı doktora tezinden özetlenmiştir ).

kazancı güneş ışığının en yoğun olduğu 12.00 - 15.00 saatleri arasında gerçekleşmiştir. Yoncalarda en uzun kuruma süresi T grubunda gerçekleşmiş, bunu K ve P grupları takip etmiştir. Yoncaların kurutma ünitesine konmadan önce pörsütmeye tabi tutulması yoncaların kuruma sürelerini kısaltmıştır.

Yoncalar fiziksel olarak değerlendirildiğinde T grubunda K ve P gruplarına göre belirgin bir yaprak kaybı söz konusudur. T grubunda K ve P gruplarına göre yoncaların renginin açıldığı, kirlenmenin olduğu ve ot kalitesinin düştüğü belirlenmiştir. Ham besin madde düzeyi K, P ve T gruplarında sırası ile ham protein için % 18.58, 18.36 ve 13.05 ham yağ için % 2.86, 2.88 ve 1.90, ham selüloz için % 26.88, 26.20 ve 31.02 hücre duvarı maddelerinde NDF için % 37.34, 37.48 ve 46.76, ADF için % 32.90, 33.04 ve 38.80, ADL için % 7.92, 7.94 ve 9.64, selüloz için % 24.98, 25.10 ve 29.16 ve hemiselüloz için % 4.44, 4.24, ve 8.16 oranlarında olduğu saptanmıştır. Yoncalardaki enerji düzeyi K ve P gruplarında birbirine yakın, T grubunda ise her iki gruptan daha düşük bulunmuştur. Beta-karoten düzeyi K, P ve T gruplarında sırası ile ortalama 206.95, 122.18 ve 38.93 mg/kg KM düzeyinde tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Yonca, Güneş Enerjisi, Kurutma, Besin Maddeleri

## GİRİŞ

Besin maddeleri bakımından oldukça zengin olan yeşil yemlerden hayvanlar ancak ilkbahar ve yaz mevsimlerinde istifade ettikleri halde, özellikle ruminantlar için büyük önem taşıyan kaba yemlerin sonbahar ve kış aylarında da hayvanların tüketimine sunulması gerekmektedir. Bu amaçla, yeşil yemler konservasyon metotlarından biri olan kurutma yöntemleri ile dayanıklı duruma getirilmekte ve yılın her ayında hayvanların istifadesine sunulmaktadır. Ancak, burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, yeşil yemlerin en düşük besin madde kaybı ile kurutulmasıdır (2,33).

Kurutma metotları arasında en yaygın olanı ucuz ve uygulaması kolay olan toprak üstü kurutma metodudur (2,17,28,30). Bu metot ise hava şartlarına en çok bağımlı ve kayıpların en fazla olduğu kurutma metodudur. Ucuz ve uygulanması kolay olduğu için oldukça yaygın bir kullanımı alanına sahiptir. Selhpada ve çatı altında kurutma metotları ise, daha çok yağışlı bol olan bölgelerde başvurulmuş kurutma yöntemidir (2,30,33,40). Yapay kurutma metodunda ise, kurutma sırasında ortaya çıkan besin madde kayıplarını en aza indirmek ve taze materyalin yem değeri en iyi şekilde muhafaza edilmekte fakat, yeşil otun içerdigi su, suni ısıtıcılar yardımıyla buharlaştırıldığı için elde edilen ürünün maliyeti oldukça yükselmektedir (2,17,30,33).

Kurutma metotlarına bağlı olarak ve kurutmanın kalitesine göre besin madde düzeyi önemli ölçüde etkilenmektedir. Otlarda kuruma süresinin uzamasına bağlı olarak, özellikle karbonhidratların ve beta-karotenin oksidasyon ile kaybı artmakta (2,8,25,30), gövdeye oranla daha hızlı kuruyan ince dal ve yapraklar en küçük müdahalelerde bile gövdeden ayrılarak kuruyan otta büyük ölçüde mekanik kayıp meydana gelmektedir (2,28,30,33). Hava şartlarının kötü ve yağışlı olduğu dönemlerde ise yağışlara bağlı olarak kolay çözünebilen maddeler yıkanıp ottan uzaklaştığı gibi, kuruma süresinin uzamasıyla da fermantasyon yoğunluğu artarak

karbonhidrat ve proteinlerde önemli kayıplar meydana gelmektedir (2,7,18,28). Söz konusu kayıplar göz önüne alındığında doğal şartlara açık kurutma yöntemlerinde küçümsemeyecek düzeyde bir enerji ve protein kaybı meydana gelmektedir (9,27,30,33). Ayrıca kuruma süresinin uzamasına bağlı olarak, kuru madde miktarı azalmakta (9,13,27,32), ham selüloz ve hücre duvarı maddeleri oranı artmaktadır (16,20,27,32). Bunun sonucunda da besin maddelerinin sindirilme katsayısı düşmekte (2,3,18,18), ve buna güneşin ultraviyole ışınlarının yol açtığı beta-karoten kaybı eklenince toplam kayıp oranı daha da yükselmektedir (2,8,12,22,33).

Enerji sarfiyatını azalttığı ve zamandan tasarruf sağladığı için havanın ısıtılmasında güneş kollektörlerinin kullanılması, ülkemiz gibi güneş enerjisi potansiyeli yüksek olan ülkeler için önemlidir. Bu amaçla, son yıllarda yapılan bir çok araştırmada tarım ürünlerinin kurutulmasında güneş enerjisinin kullanımının yaygınlaştırılması amaçlanmıştır (5,6,31,36). Güneş enerjisinden en yaygın faydalanma yöntemi tarımsal ürünlerin direkt güneş altında, tarlada kurutulması şeklinde olmaktadır. Fakat gerek güneşin oksidasyon etkisi, gerekse toz, yağmur ve çiftlik hayvanları gibi faktörlerden meydana gelen olumsuz etkiler insanları bir takım tedbirler almaya zorlamıştır. Bunun sonucunda da tarımsal ürünlerin farklı şekilde kurutulma metotları geliştirilmiştir (37).

Bilindiği üzere, ülkemiz güneş enerjisi bakımından oldukça zengindir. Sahip olunan bu doğal kaynak, pratikte su ısıtmasından meyve ve sebze kurutulmasına kadar bir çok yerde kullanılmaktadır (10,29,39,40). Öte yandan, hayvan besleme açısından çok önemli olan ve kurutulması da ayrı bir özen isteyen yoncanın kurutulması en etkin biçimde yapay kurutma sisteminde gerçekleştirilmektedir. Ancak, elektrik enerjisiyle ısıtılan yapay kurutma sisteminin maliyeti oldukça yüksektir. Bu maliyeti, ısıtmada, elektrik enerjisi yerine güneş

enerjisinden yararlanılarak düşürmek amacıyla bu çalışmada, atölye şartlarında yapılan güneş kolektörü'nün doğal havanın ısısını ne ölçüde artırıp yapay kurutma sisteminde hangi ölçüde kullanılabildiğini, farklı kurutma yöntemlerinde elde edilen yoncaların, fiziksel ve kimyasal yöntemlerle kalitelerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Yem Materyali

Bu araştırmada yem materyali olarak kullanılan yonca, Fırat Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden temin edilmiştir.

### Yemlerin Kurutulması

Yoncalar, yaklaşık olarak %10 çiçeklenme döneminde ve sabahın erken saatlerinde biçilmiştir. Biçilen yoncaların bir kısmı tartıldıktan sonra tarlada bırakılarak geleneksel yöntemlere göre kurutulmuştur (T grubu). Biçilen yoncaların diğer bir kısmı ise kurutulmak üzere kurutma ünitesine (şekil 1) getirilmiştir. Kurutma ünitesine getirilen yoncaların da bir kısmı hemen 5-10 cm uzunluğunda doğranıp tartıldıktan sonra kurutma ünitesine konarak kurutulmuştur (K grubu). Diğer bir grup yonca ise biçildikten sonra tartılıp 24 saat pörsütüldükten sonra kurutma ünitesine konarak kurutulmuştur (P grubu).

Her üç yöntemle göre kurutulan yoncalar kuruduktan sonra tekrar tartılarak yoncaların mekanik kayıpları tespit edilmiş ve kuru yoncaların duyuşal muayeneleri ile kimyasal analizleri yapılmıştır.

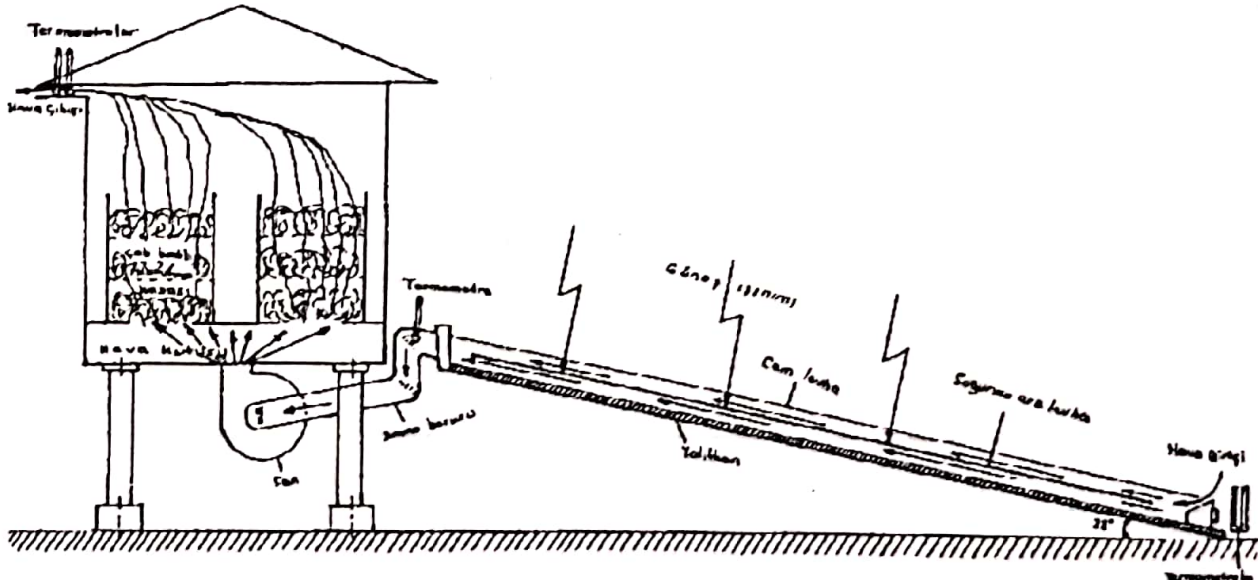
Deney süresince, kolektör girişi ile kurutma platformu girişi ve çıkışında hava sıcaklıkları yağ ve kuru termometreler ile ölçülmüştür. Kurumakta olan yoncanın ağırlık kayıplarını belirlemek amacıyla, kuruma periyodu süresince belirli aralıklarla tartılmıştır.

### Laboratuvar Analizleri

Araştırmada, kuru yoncalardaki, kuru madde, ham kül, organik madde, ham protein ve ham yağ düzeyleri A.O.A.C. (1)'de verilen yöntemlerle, ham selüloz düzeyi Crampton ve Maynard (14)'a, NDF, ADF ve ADL Van Soest (38)'e, yoncaların duyuşal muayene bulguları ve enerji düzeyleri Meyer ve ark. (26)'a, beta-karoten düzeyleri ise Çetinkaya ve ark.(15)'ları ile Suziki ve ark.(35)'lerinin bildirdikleri yöntemlere göre tespit edilmiştir.

### İstatistik Analizler

Araştırmada gruplar arasındaki fark tek yönlü varyans analizi ile, farklılığın hangi grup veya gruplardan kaynaklandığı ise Duncan testi ile ortaya konmuştur (34).



Şekil 1. Yonca kurutma Ünitesi

**BULGULAR**

Kurutma ünitesinde ki aylara göre ortalama sıcaklık değerleri Tablo 1'de, kurutma ünitesinde saatler itibariyle sıcaklık kazancı Tablo 2'de, yoncalarda duyu-sal muayene bulguları Tablo 3'de, yoncaların kuruma

süreleri Tablo 4'de, yoncaların kimyasal bileşimleri Tablo 5'de, yoncalardaki enerji düzeyleri Tablo 6'da ve gruplardaki beta-karoten düzeyleri Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Kurutma ünitesinde kaydedilen aylara göre ortalama sıcaklık değerleri, °C ( 9.30- 18.30 saatleri arasında )

| Aylar      | Konvektör Giriş Sıcaklığı, T(°C) | Konvektör Çıkış Sıcaklığı, T(°C) | Baca çıkış Sıcaklığı T(°C) |
|------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 08.06.1996 | 24.8                             | 39.1                             | 28.1                       |
| 18.06.1996 | 27.3                             | 43.9                             | 30.5                       |
| 25.06.1996 | 32.6                             | 52.1                             | 38.4                       |
| 07.07.1996 | 30.8                             | 49.9                             | 34.1                       |
| 15.07.1996 | 35.1                             | 54.4                             | 42.0                       |
| 25.07.1996 | 34.0                             | 53.8                             | 41.7                       |
| 08.08.1996 | 32.2                             | 51.0                             | 39.2                       |
| 15.08.1996 | 331.9                            | 51.0                             | 40.1                       |
| 24.08.1996 | 31.4                             | 50.2                             | 38.6                       |
| 10.09.1996 | 23.1                             | 37.1                             | 26.1                       |
| 20.09.1996 | 28.1                             | 40.3                             | 36.5                       |
| 04.10.1996 | 24.7                             | 37.9                             | 29.4                       |

**Tablo 2.** Saatler itibariyle konvektör sıcaklık kazancı, °C

| Saatler   | 9.30 | 10.30 | 11.30 | 12.30 | 13.30 | 14.30 | 15.30 | 16.30 | 17.30 | 18.30 | Ort. Sıcaklık Farkları |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| 8/6/1996  | 15.0 | 16.0  | 17.5  | 20.0  | 20.0  | 19.5  | 18.0  | 9.0   | 6.0   | 2.0   | 14.3                   |
| 18/6/1996 | 18.5 | 20.0  | 21.0  | 22.0  | 20.0  | 18.0  | 15.5  | 15.0  | 11.0  | 5.0   | 16.6                   |
| 25/6/1996 | 18.0 | 20.0  | 23.5  | 24.5  | 24.5  | 24.0  | 19.0  | 18.5  | 13.0  | 3.0   | 18.8                   |
| 7/7/1996  | 18.5 | 21.0  | 24.0  | 25.0  | 26.0  | 26.0  | 23.5  | 18.0  | 10.0  | 3.0   | 19.5                   |
| 15/7/1996 | 18.0 | 22.0  | 26.0  | 28.0  | 28.5  | 27.0  | 19.0  | 13.5  | 12.0  | 6.0   | 19.8                   |
| 25/7/96   | 18.0 | 20.0  | 23.0  | 25.0  | 26.0  | 24.5  | 22.5  | 19.5  | 13.5  | 2.0   | 19.3                   |
| 8/8/1996  | 17.0 | 19.0  | 22.0  | 24.0  | 26.0  | 22.0  | 20.0  | 19.0  | 15.0  | 7.0   | 19.1                   |
| 15/8/1996 | 17.0 | 18.0  | 20.5  | 22.5  | 25.5  | 23.0  | 20.0  | 19.0  | 16.0  | 7.0   | 19.1                   |
| 24/8/1996 | 17.0 | 18.5  | 19.0  | 23.0  | 24.0  | 22.5  | 21.0  | 18.0  | 16.0  | 9.0   | 18.8                   |
| 10/9/1996 | 15.0 | 17.0  | 20.0  | 22.0  | 23.0  | 20.0  | 11.0  | 9.0   | 3.0   | 0.0   | 14.0                   |
| 20/9/1996 | 14.0 | 16.5  | 18.0  | 19.5  | 19.0  | 15.5  | 10.5  | 6.0   | 3.0   | 0.0   | 12.2                   |
| 4/10/1996 | 12.0 | 15.0  | 18.0  | 20.0  | 22.0  | 15.5  | 14.0  | 9.5   | 6.0   | 0.0   | 13.2                   |

**Tablo 3.** Yoncalarda duyu-sal muayene bulguları

| Dönemler            | K                      | P                      | T                              |
|---------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Görünüm             | Doğal ot rengi         | Doğal ot rengi         | Solmuş, sarı-yeşil renk        |
| Koku                | Doğa ot kokusu         | Doğa ot kokusu         | Çok hafif ot kokusu            |
| Dokunma             | Narin, yaprakça zengin | Narin, yaprakça zengin | Yaprak az, kaba ve sert yapıda |
| Kirlenme ve bulaşma | Kirlenme yok           | Kirlenme yok           | Kirli, toz vs. bulaşmış        |

Tablo 4. Yoncaların kuruma süresi

| Tarih      | Grup | YaşYonca<br>kg | K.Yonca<br>kg | Kuruma Süresi    | 1. Gün             | 2. Gün             | 3. Gün             | 4. Gün             | Pörsütmenin |
|------------|------|----------------|---------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|
|            |      |                |               |                  | Kuruma<br>Oranı, % | Kuruma<br>Oranı, % | Kuruma<br>Oranı, % | Kuruma<br>Oranı, % | Etkisi<br>% |
| 08.06.1996 | K    | 30 kg          | 6.200(7.04)*  | † (16.5)32.5saat | 48,16              | 70,45              | 80,82              | -                  | -           |
|            | P    | 30 kg          | 6.250(7.18)   | (11.0)26.5saat   | 60.15+p            | 79,82              | -                  | -                  | 30,0        |
|            | T    | 30 kg          | 5.200(5.77)   | 72saat           | 33,01              | 62,03              | 77,52              | -                  | -           |
| 18.06.1996 | K    | 30 kg          | 6.200(7.04)   | (15.0)31.0saat   | 48,85              | 71,42              | 80,25              | -                  | -           |
|            | P    | 30 kg          | 6.200(7.04)   | (10.0)26.0saat   | 60.25+p            | 78,01              | -                  | -                  | 30,0        |
|            | T    | 30 kg          | 5.200(5.77)   | 72 saat          | 35,24              | 62,54              | 79,82              | -                  | -           |
| 07.07.1996 | K    | 30 kg          | 6.200(7.04)   | (13.5)29.5 saat  | 50,12              | 79,52              | -                  | -                  | -           |
|            | P    | 30 kg          | 6.250(7.10)   | (9.5)24.5 saat   | 62.05+p            | 79,51              | -                  | -                  | 32,4        |
|            | T    | 30 kg          | 5.000(5.49)   | 60 saat          | 38,95              | 63,02              | 80,63              | -                  | -           |
| 25.07.1996 | K    | 30 kg          | 6.250(7.10)   | (13.5)29.5 saat  | 50,32              | 79,85              | -                  | -                  | -           |
|            | P    | 30 kg          | 6.200(7.04)   | (9.5)24.5 saat   | 61.25+p            | 79,95              | -                  | -                  | 35,3        |
|            | T    | 30 kg          | 5.100(5.60)   | 62 saat          | 37,46              | 62,83              | 79,54              | -                  | -           |
| 15.08.1996 | K    | 30 kg          | 6.200(7.21)   | (13.0)29.0 saat  | 51,09              | 79,85              | -                  | -                  | -           |
|            | P    | 30 kg          | 6.240(7.17)   | (9.0)24.0 saat   | 65.24+p            | 78,21              | -                  | -                  | 35,7        |
|            | T    | 30 kg          | 5.100(5.54)   | 60 saat          | 40,15              | 61,23              | 78,51              | -                  | -           |
| 24.08.1996 | K    | 30 kg          | 6.200(7.21)   | (13.5)29.5 saat  | 50,73              | 77,58              | -                  | -                  | -           |
|            | P    | 30 kg          | 6.150(7.06)   | (9.5)24.5 saat   | 62,45+p            | 78,02              | -                  | -                  | 37,2        |
|            | T    | 30 kg          | 5.150(5.59)   | 86 saat          | 35,21              | 57,42              | 68,25              | 80,54              | -           |
| 10.09.1996 | K    | 30 kg          | 6.250(7.10)   | (19.0)51.0 saat  | 50,26              | 68,05              | 79,93              | -                  | -           |
|            | P    | 30 kg          | 6.250(7.10)   | (14.0)46.0 saat  | 68.64+p            | 79,03              | -                  | -                  | 28,0        |
|            | T    | 30 kg          | 5.200(5.71)   | 88 saat          | 29,56              | 53,42              | 68,74              | 78,12              | -           |
| 20.09.1996 | K    | 30 kg          | 6.200(7.04)   | (15.0)31.0 saat  | 54,13              | 78,06              | -                  | -                  | -           |
|            | P    | 30 kg          | 6.200(7.04)   | (11.0)27.0 saat  | 62.84+p            | 78,02              | -                  | -                  | 30,0        |
|            | T    | 30 kg          | 5.300(5.88)   | 72 saat          | 32,36              | 62,41              | 77,91              | -                  | -           |
| 04.10.1996 | K    | 30 kg          | 6.300(7.32)   | (16.0)48.0 saat  | 56,32              | 67,08              | 78,26              | -                  | -           |
|            | P    | 30 kg          | 6.250(7.18)   | (12.0)44.0 saat  | 65.63+p            | 71,32              | 79,65              | -                  | 25,7        |
|            | T    | 30 kg          | 5.300(5.88)   | 82 saat          | 28,05              | 53,74              | 68,45              | 77,52              | -           |

\* Parantez içindekiler kuru madde üzerinden, parantez dışındakiler havada kuru madde üzerinden

+ Parantez içindekiler kurutma sisteminin çalışma süresi, parantez dışındakiler yoncaların toplam kuruma süresi

- p Pörsütme sırasında meydana gelen kuruma yüzdesi dahil ( pörsütme süresi 24 saat)

Tablo 5. Gruplarda ham besin madde düzeyleri, %

| Günler        | K                  | P                  | T                  | SEM  |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
| Kuru Madde    | 87.2 <sup>b</sup>  | 87.4 <sup>b</sup>  | 90.8 <sup>a</sup>  | 0.35 |
| Ham Kül       | 9.38 <sup>b</sup>  | 9.4 <sup>b</sup>   | 10.76 <sup>a</sup> | 0.05 |
| Organik Madde | 77.82 <sup>b</sup> | 78.02 <sup>b</sup> | 79.64 <sup>a</sup> | 0.45 |
| Ham Protein   | 18.58 <sup>a</sup> | 18.36 <sup>a</sup> | 13.05 <sup>b</sup> | 0.26 |
| Ham Yağ       | 2.86 <sup>a</sup>  | 2.88 <sup>a</sup>  | 1.90 <sup>b</sup>  | 0.08 |
| Ham Selüloz   | 26.28 <sup>b</sup> | 26.20 <sup>b</sup> | 31.02 <sup>a</sup> | 0.22 |
| N'suz Özmadde | 30.10 <sup>b</sup> | 30.58 <sup>b</sup> | 34.27 <sup>a</sup> | 0.44 |
| NDF           | 37.34 <sup>a</sup> | 37.48 <sup>a</sup> | 36.76 <sup>b</sup> | 0.82 |
| ADF           | 32.90 <sup>b</sup> | 33.04 <sup>b</sup> | 38.80 <sup>a</sup> | 0.22 |
| ADL           | 7.92 <sup>b</sup>  | 7.94 <sup>b</sup>  | 9.64 <sup>a</sup>  | 0.14 |
| Selüloz       | 24.98 <sup>b</sup> | 25.16 <sup>b</sup> | 29.16 <sup>a</sup> | 0.22 |
| Hemiselüloz   | 4.44 <sup>b</sup>  | 4.24 <sup>b</sup>  | 8.16 <sup>a</sup>  | 0.22 |

Aynı satırda değişik harf taşıyan değerler birbirinden farklı çıkmıştır ( $P < 0.05$ )

Tablo 6. Gruplarda enerji düzeyleri, MJ/kg KM

| Gruplar | Ham Enerji<br>(HE) | Metabolize Olabilir<br>Enerji (ME) | Net Enerji<br>Laktasyon (NEL) | Nişasta<br>Birimi (NB) |
|---------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| K       | 18.53              | 8.28                               | 4.72                          | 369.2                  |
| P       | 18.45              | 8.18                               | 4.66                          | 366.77                 |
| T       | 17.79              | 7.70                               | 4.36                          | 306.62                 |

Tablo 7. Gruplarda beta-karoten düzeyleri, mg/kg KM

| Dönemler | K                   | P                  | T                | TM*     |
|----------|---------------------|--------------------|------------------|---------|
| 1. Biçim | 184.63<br>(209.81)* | 112.30<br>(129.08) | 35.70<br>(39.66) | (242.0) |
| 2. Biçim | 181.13<br>(205.83)  | 107.9<br>(122.61)  | 38.00<br>(42.22) | (238.4) |
| 3. Biçim | 180.26<br>(204.84)  | 104.3<br>(118.52)  | 32.40<br>(36.00) | (240.2) |
| 4. Biçim | 193.70<br>(208.75)  | 104.30<br>(118.52) | 28.90<br>(32.11) | (238.8) |
| 5. Biçim | 180.86<br>(205.52)  | 107.50<br>(122.16) | 35.43<br>(40.66) | (235.0) |

\* Parantez içindeki değerler kuru madde üzerinden hesaplanmıştır,

+ Taze materyal

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Güneş enerjisinin dolaylı olarak ot kurutmada kullanılması amacıyla kurulan Güneş enerjisi destekli kurutma sisteminin verimliliği ile bu sistemde kurutulan otlarla, geleneksel olarak kurutulan otlar arasındaki fiziksel ve kimyasal farklılıklar bu çalışmada ele alınmıştır.

Şekil 1'de şematize edilen kurutma ünitesi kollektör ve hava kutusu olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur. Kollektör havayı ısıtmak amacıyla kullanılmış, hava kutusu ise yoncaları dış etkilere (güneş, yağmur) koruduğu gibi, ısınan havanın burada toplanması ile yoncaların hızlı bir şekilde kuruması sağlanmıştır.

Kollektörden geçen havanın sıcaklığı, kollektörün giriş ve çıkış ağzına yerleştirilen termometreler ile ölçülmüştür. Tablo 1'de de görüldüğü gibi hava sıcaklığındaki artışa paralel olarak kollektör sıcaklığı da yükselmiş ve kollektörün termik verimliliği artmıştır. Kollektördeki sıcaklık kazancı, kollektör çıkış sıcaklığının kollektör giriş sıcaklığına farkı ile bulunmuştur. Buna göre, en yüksek sıcaklık kazancı temmuz ayında tespit edilirken, en düşük sıcaklık kazancı haziranın ilk dönemi ile eylül ve ekim aylarında tespit edilmiştir.

Saatler itibariyle konvektörün sıcaklık değerlerine bakıldığında, en yüksek sıcaklık kazancı güneş ışınlmasının en yoğun olduğu 12.30-15.30 saatleri arasında tespit edilmiştir. Bu saatlerde konvektör havası dış havaya oranla 20-24 °C daha sıcak bulunmuştur. Bu fark güneş ışınlmasının azaldığı saatlerde giderek düşmüş, saat 18.30'dan sonra ise konvektör giriş-çıkış sıcaklıkları eşit hale gelmiş, daha ileriki saatlerde ise negatif yönde bir gelişme göstermiştir. Bu nedenle bu olumsuz durumdan yoncaların etkilenmemesi için saat 18.30'dan sonra kurutma sistemi çalıştırılmamıştır. Benzer yaklaşımla yapılmış bir çalışmada (36), bu araştırma bulgularını destekler nitelikte sonuçlar elde edilmiştir. Söz konusu araştırmada, en yüksek sıcaklık kazancı temmuz ayında, en yüksek sıcaklık kazancı 30 °C ile 12.00-13.00 saatleri arasında, kollektör sıcaklık kazancı ise 12.0-13.00 saatleri arasında % 52, saat 8.00'de % 29 ve saat 18.00'de ise % 26 düzeyinde tespit edilmiştir. Yaptığımız araştırmadaki kollektör sıcaklık kazancının (20-24 °C), bahsi edilen araştırmada ki kollektör sıcaklık kazancından (30 °C) daha düşük çıkması, araştırmalarda kullanılan kollektörlerin uzunluklarındaki farklılıktan kaynaklanabilir. Çünkü, bu çalışmada 5 m olan kollektör uzunluğu, Tuncer (37)'in yaptığı çalışmada 25 m olarak tasarlanmıştır. Kollektör uzunluğunun kısa olması, fan'ın havayı daha hızlı bir şekilde çekmesine neden olmakta ve fanın çektiği hava içerisinde kollektör havasından başka dış ortam havası da bulunmakta, bu durum ise kolektöre giren havanın yeterince ısınmadan kollektörü terketmesine neden olmaktadır.

Yoncaların kuruma sürelerine bakıldığında, en hızlı kuruma P grubunda görülmüş, bunu K grubu takip etmiş, en düşük kuruma hızı da T grubunda gerçekleşmiştir. Yoncalar, güneş ışınlmasının en yoğun olduğu temmuz ve ağustos aylarında daha çabuk kurumuş, en düşük kuruma hızı ise eylül ve ekim aylarında tespit edilmiştir. Temmuz-Ağustos aylarında kurutma ünitesi K grubu için ortalama 13-13.5 saat çalıştırılırken, havanın yağışlı ve bulutlu olmasından dolayı yeterli güneş ışınlması elde edilemediği 10 eylül ve 4 ekim tarihlerinde kurutma ünitesi 16-19 saat çalıştırılmış, ve bu gruptaki yoncalar yaklaşık 34 saat'te kurumuşlardır. P grubuna ait yoncalar için ise kurutma ünitesi ortalama 10-12 saat

çalışmış, yoncalar yaklaşık olarak 29.6 saatte kurumuşlardır. P grubundaki yoncaların K grubuna göre daha kısa sürede kurumasının nedeni, P grubundaki yoncalar kurutma ünitesine konmadan önce, yaklaşık 24 saat ön pörsütmeye tabi tutulmuş ve bu ön pörsütme de yoncalar %25.7 ile % 37.2 arasında bir nem kaybına uğramıştır. T grubuna ait yoncaların kuruma süresi ortalama 73.5 saatte gerçekleşmiş en hızlı kuruma 60 saat ile 7 Temmuz dönemi ile 15 Ağustos dönemlerinde gerçekleşmiş, en yavaş kuruma ise 88 saat ile havanın yağmurlu ve bulutlu olduğu 10 Eylül döneminde gerçekleşmiştir. Tablo 3'de de görüldüğü gibi K ve P gruplarında önemli bir mekanik kayıp tespit edilmezken, özellikle T grubunda tamamına yakın kısmı yapraklardan olmak üzere %25-30'luk bir kayıp meydana gelmiştir. Bunun nedeni ise yoncaların ters-yüz edilmesi ve depoya aktarılması sırasında sap bağlantıları zayıf olan yapraklar kolayca kırılmakta ve yüksek oranda mekanik kayıplar meydana gelmektedir (2,30,33,37).

Yoncalar fiziksel açıdan değerlendirildiğinde, görünüm olarak kurutma ünitesinde kurutulan yoncalar koyu yeşil renkte, yaprakça zengin, doğal ot kokusunda ve temiz görünümündedirler. Ancak, tarlada geleneksel yöntemle kurutulan yoncalarda rengin, güneşin etkisiyle ve kuruma süresine bağlı olarak sarı-yeşil veya solgun bir ton aldığı, yonca yapraklarının özellikle tırmıklama, ters-yüz etme gibi mekanik müdahalelere bağlı olarak önemli ölçüde döküldüğü, doğal ot kokusunun giderek azaldığı, özellikle yağmurlu havalarda toz, toprak v.b. maddeler ile kirlenmenin olduğu görülmüştür.

Yoncalar kimyasal olarak değerlendirildiğinde, ham besin madde düzeyleri bakımından K ve P grupları arasında önemli bir fark oluşmazken, T grubu bu iki gruptan farklı çıkmıştır. Nitekim, kuru madde düzeyleri K ve P-Gruplarında % 86 ile 88, T grubunda % 90 ile 92 arasında olduğu gözlenmektedir (Tablo 5). Kuru madde oranının T grubunda daha yüksek çıkması, kuruma süresinin uzun ve mekanik müdahalelerin fazla olması sonucu yaprak kaybının fazla olmasından kaynaklanabilir.

Organik madde ve ham kül düzeyleri bütün gruplarda birbirine yakın çıkmış, ham yağ düzeyi ise K ve P gruplarında birbirine yakın, fakat T grubunda daha düşük düzeyde tespit edilmiştir. Ham yağ oranının T grubunda düşük çıkması, yonca gibi besin maddelerinin büyük çoğunluğunu bünyesinde bulunduran yaprakların mekanik etkilerle kaybolmasına bağlanabilir.

Ham protein düzeyleri K, P ve T gruplarında sırası ile %18.58, 18.36 ve 13.05 düzeylerinde bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Gruplar arasındaki bu fark, proteininin % 70'ni yapraklarında bulunduran yoncanın, tırmıklama, balyalama, taşıma ve depolama gibi mekanik müdahale-

lerle yapraklarının % 30 kadarını kaybetmesinden kaynaklanabilir. Benzer yaklaşımlarla yapılmış çalışmalarda da, bulgularımızı destekler biçimde tarlada kurutulan yoncalarda ham protein oranının düştüğü ve %25-30 arasında bir kaybın olduğu bildirilmiştir (4,7,9). Azotsuz öz madde düzeyi K, P ve T gruplarında sırası ile % 30.1, 30.58 ve 34.27 düzeyinde olduğu görülmektedir. Gruplar arasındaki bu farklılık ise başta protein olmak üzere diğer besin maddelerindeki farklılıktan kaynaklanabilir.

Ham selüloz düzeyi K, P ve T gruplarında sırası ile % 26.28, 26.2 ve 31.02 düzeylerinde bulunmuştur. T grubundaki bu artış, bu gruptaki yoncaların yaprakça yoksun ve daha çok hücre duvarı maddeleri bakımından zengin olan sap oranının yüksek olmasından kaynaklanabilir (23,27). K ve P gruplarında hücre duvarı maddeleri açısından benzerlik görülürken, T grubunda belirgin bir artış görülmektedir. Ortalama NDF, ADF ve ADL düzeyi K, P ve T gruplarında sırası ile % 37.34, 32.9, 7.92; % 37.48, 33.04, 7.94 ve % 46.76, 38.8, 9.64 düzeylerinde bulunmuştur. Selüloz ve hemiselüloz oranlarında da T grubunda diğer iki gruba göre bir artış görülmektedir. Tarlada kurutulan yoncalardaki NDF, ADF ve ADL düzeyindeki artışlar, mevcut literatür verileri ile de desteklenmektedir (5,11,21,27,29,37).

Araştırma yemlerinin enerji düzeylerine bakıldığında, yoncaların yaprak/sap oranı ve ham besin maddelerinin sindirilme derecesindeki farklılığın buraya da yansdığı net olarak görülmektedir. Buna neden olarak sindirilme oranlarına etki eden sap/yaprak oranı ile

hücre duvarı maddelerinin toprak üstünde kurutulan da diğer iki gruptakinden daha yüksek olmasıdır.

Beta karoten düzeyi K, P ve T gruplarında ortalama olarak sırasıyla 206.95, 122.18 ve 38.93 mg/kg KM düzeyinde bulunmuştur. Taze materalde ise ortalama 238.88 mg/kg KM düzeyinde bulunmuştur. K grubunda beta-karoten oranının bu kadar yüksek çıkması (taze materyale yakın) bu gruptaki yoncaların biçilir biçilmez kurutma sistemine getirilmesi ve güneşin ultraviyole ışınlarının etkisine fazla maruz bırakılmadan kurutulmasından kaynaklanabilir. P grubundaki beta-karoten düzeyinin K grubuna daha düşük çıkması, bu gruptaki yoncaların bir gün ön kurumaya tabi tutulmasına bağlanabilir. Bu tür bir ön pörsütme yoncanın kuruma süresinin kısaltmakla birlikte, beta-karoten düzeyinde önemli bir kayba neden olmaktadır. Tabloda da görüldüğü gibi T grubunda önemli düzeyde bir beta-karoten kaybı söz konusudur. Bunun nedeninde, T grubundaki yoncaların geleneksel olarak tarlada kurutulması ve uzun süre güneş altında bırakılmasına bağlanabilir (8,11,12,24).

Bu çalışmada, yoncaların tarlada kurutulması sırasında meydana gelen kayıplara bağlı olarak fiziksel ve kimyasal yapılarda önemli ölçüde değer kaybının meydana geldiği, fakat buna alternatif olarak geliştirilen güneş enerjisi destekli kurutma yöntemi ile yoncaların besin madde kaybı olmadan hızlı bir şekilde kuruduğu, yapılan ön pörsütme ile yoncaların kuruma süresinin kısaltıldığı tespit edilmiştir. Kısaca elde edilen verilere göre, güneş enerjisi destekli kurutma sistemi hayvan beslemeye net ve olumlu sonuçlar getirmiştir.

## KAYNAKLAR

1. A.O.A.C. Official Methods of Analysis Association of Agricultural Chemists Virginia, D.C., U.S.A., 1990.
2. Akçıldız, R. Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ankara Ü. Ziraat Fak. Yay. Ankara, 1986.
3. Allinson, D.W. and Osbourn, D.F. The cellulose-lignin complex in forages and its relationship to forage nutritive value. J. Agr. Sci. . 1970; 74: 23-30.
4. Andrighetto, I., Cozzi, G., Zancan, M., et al. Haymaking in two stage with round baled forage, harvesting losses and nutritional characteristics of the forage. Informatore Agrario. 1991; 47: 27-31.
5. Atagündüz, G. ve Karagülle, N. Güneş enerjisi ile kırmızı biberin kurutulması. Isı Bil. ve Tekn. Derg. . 1980; 2: 21-26.
6. Atagündüz, G. ve Gürses, A.Ç. Panjurlu güneş kollektörleri ile çekirdeksiz üzüm kurutulması. Isı Bil. ve Tek. Der. 1980; 2: 33-37.
7. Barr, A.G., Smith, D.M. and Brown, D.M. Estimating forage yield and quality changes during field drying for hay. I. Model of dry-matter and quality losses. Agric. and Forest Meteor. 1995; 76: 83-105.
8. Barrows, F.A. and King, R.L. Comparative study of tocopherols and beta-carotene in selected forages during a growing season. J. Dairy Sci. 1968; 51: 973-980.
9. Brasche, M.R. and Russell, J.R. Influence of storage methods on the utilization of large round hay bales beef cows. J. Anim. Sci. 1988; 66: 3218-2226.
10. Brubacher, G.B. and Wiser, H. The vit A activity of beta-carotene. Int. J. Vit. and Nutr. Res. 1985; 55: 5-15.

11. Bruhn, J.C and Oliver, J.C. Effect of storage on tocopherol and carotene concentrations in alfalfa hay. J. Dairy. Sci. 1978; 61: 980-982.
12. Burdick, D. and Fletcher, D.L. Carotene- xanthophyll in field-wilted and dehydrated alfalfa and coastal bermuda grass. J. Agric. and Food Chem. 1985; 33: 235-238.
13. Chancellor, W.L. Mechanical dehydration blanching. ASAE. 1963; 63-652.
14. Crampton, E.W., and Maynard, L.A. The relation of cellulose and lignin content to nutritive value of animal feeds. J. Nutr. 1983; 15: 383-395.
15. Çetinkaya, N. ve Özcan, H. Investigation of seasonal variations in cow serum retinol and beta-caroten by high performance liquid chromatographic method. Comp. Biochem. Physiol. 1991; 10: 1003-1008.
16. Donker, J.D., Marten, G.C., Jordan, R.M. et al. Effects of drying on forage quality of alfalfa and reed canarygrass fed to lambs. J. Anim. Sci. 1976; 42: 180-184.
17. Ergül, M. Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 1988.
18. Haresign, W. and Cole, D.J.A. Ruminant Nutrition. British Library Cataloguing in Publication Data, Bodmin Cornwall, 1981.
19. Jung, H.G. and Vogel, K.P. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. J. Anim. Sci. 1986; 62: 1703-1712.
20. Kawa, J.R. Significance of fiber level on nutritive value of alfalfa hay-based diets for ruminants. Ph.D. Diss. Univ. Wisconsin, Madison, 1983.
21. Kawa, J.R., Jorgensen, N.A. and Lu C.D. Influence of alfalfa maturity on feed intake and site of nutrient digestion in sheep. J. Anim. Sci. 1990; 67: 4376-4387.
22. Kobozev, I.V. Ways of decreasing losses of carotene, crude protein and essential amino acids when preparing various types of fodder from perennial herbage species. Izvestiya Timiryazevskoi Sel'skokhozyaistvennoi Akademii. Moskow. 1984; 3: 31-41.
23. Kohn, R.A. and Allen, M.S. Effect of plant maturity and preservation method on in vitro-degradation of forages. J. Dairy. Sci. 1995; 78: 1544-1551.
24. Livingstone, A.L., Knoles, R.E. and Kohler, G.O. Xanthophyll, caroten and alfa- tocopherol stability in alfalfa as affected by pilot and industrial scale dehydration. USDA. Agr. Res. Serv. Tech. Bull. 1970: 1414-1420.
25. Maynard, L.A., Loosli, J.K., Hintz, H.F. et al. Animal Nutrition. 7th. Ed., McGraw-Hill Book Company. New York, 1979; 283-355.
26. Meyer, H., Bronsch, K. und Leibetseder, J. Suplemente zu vorlesungen und ubungen in der tierernahrung. Verlag, Sprungman, Hannover, 1984.
27. Nelson, W.F. and Satter, L.D. Effect of stage of maturity and method of preservation of alfalfa on production by lactating dairy cows. J. Dairy. Sci. 1990; 73: 1800-1811.
28. Oktay, E., Olgun, H., Ünal, S. Çeşitli koşullarda kurutulan yoncanın besin değeri kaybı üzerine bir araştırma. Lalahan Hay. Arşt. Der. 1990; 3: 35-45.
29. Örs, Y. ve Üçüncü, K. 41° Kuzey paralelinde güneş enerjisi ile kereste kurutma olanakları üzerine araştırmalar. Tr. J. Agric. and Forestry. 1992; 16: 22-37.
30. Özgen, H. Hayvan Besleme. S. Ü. Vet. Fak. Yay. YÖK Matbaası, Ankara, 1986.
31. Robert, M.P. and Barret, J.A. Solar drying, plastic collector. Agric. Engineer. Dept. Pro. Uni. USA, 1978.
32. Robles, A.Y., Belyea, R.L. and Martz, F.A. Intake, digestibility, ruminal characteristics and rate of passage of alfalfa diets fed to sheep. J. Anim. Sci. 1981; 53: 774-779.
33. Sarı, M. ve Çerçi, İ.H. Yemler, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Örnek Matbaası, Elazığ, 1993.
34. Snedecor, G.W. Statistical Methods, The Iowa State College Pres Ames Iowa, 1957.
35. Suzuki, J. and Katoh, N. A simple and cheap methods for measuring serum vitamin A in cattle using only a spectrofotometer. Jpn. J. Vet. Sci. 1990; 52: 1281-1283.
36. Tırıs, M., Tırıs, Ç. ve Edin, M. İki ayrı tip güneşli kurutucuda çeşitli meyve ve sebze türlerinin kurutma eğrilerinin incelenmesi. Isı Bil. ve Tek. Der. . 1994; 17: 27-32.
37. Tuncer, İ.K. Çukurova bölgesinde yonca kurutmada pratik güneş kollektörü uygulaması üzerine bir araştırma. Ç. Ü. Ziraat Fak. Yayın. . 1980; 1-55.
38. Van Soest, P.J. and Robertson, B.J. Analysis of forages and fibrous foods. A Lab. Manual for Anim. Sci., 613. Cornell University, 1985.