

# SÜT KURUTMA TESİSLERİNDE DAHA AZ ENERJİ KULLANILMA OLANAKLARI (1)

Poyraz Ülger (2)  
Nurhan Akyüz (3)  
Osman Yazıcıoğlu (4)

## 1. GİRİŞ

Yakın geçmişte sütü vakumda buharlaştırma ve püskürterek kurutma sistemlerinin planlanmasında, enerji maliyetindeki artışlardan dolayı önemli bir değişme gerçekleştirilmiştir.

Süt ve peynir suyunun kurutulması öncekine kıyasla daha ekonomik olmaktadır. Yeni tesisler bu avantajlara sahip bir şekilde inşa edilmektedir ve mevcut tesislerde bazı yollardan enerji kazancı sağlayacak ilaveler yapılabilmektedir.

Beş ve altı etkili düşen film buharlaştırıcıları ve iki veya üç etkili tekrarlı buhar sıkıştırıcılar birçok yeni tesiste kullanılmaktadır. Halbuki, öncelikle ancak üç veya dört tesiste kullanılmaktadırlar.

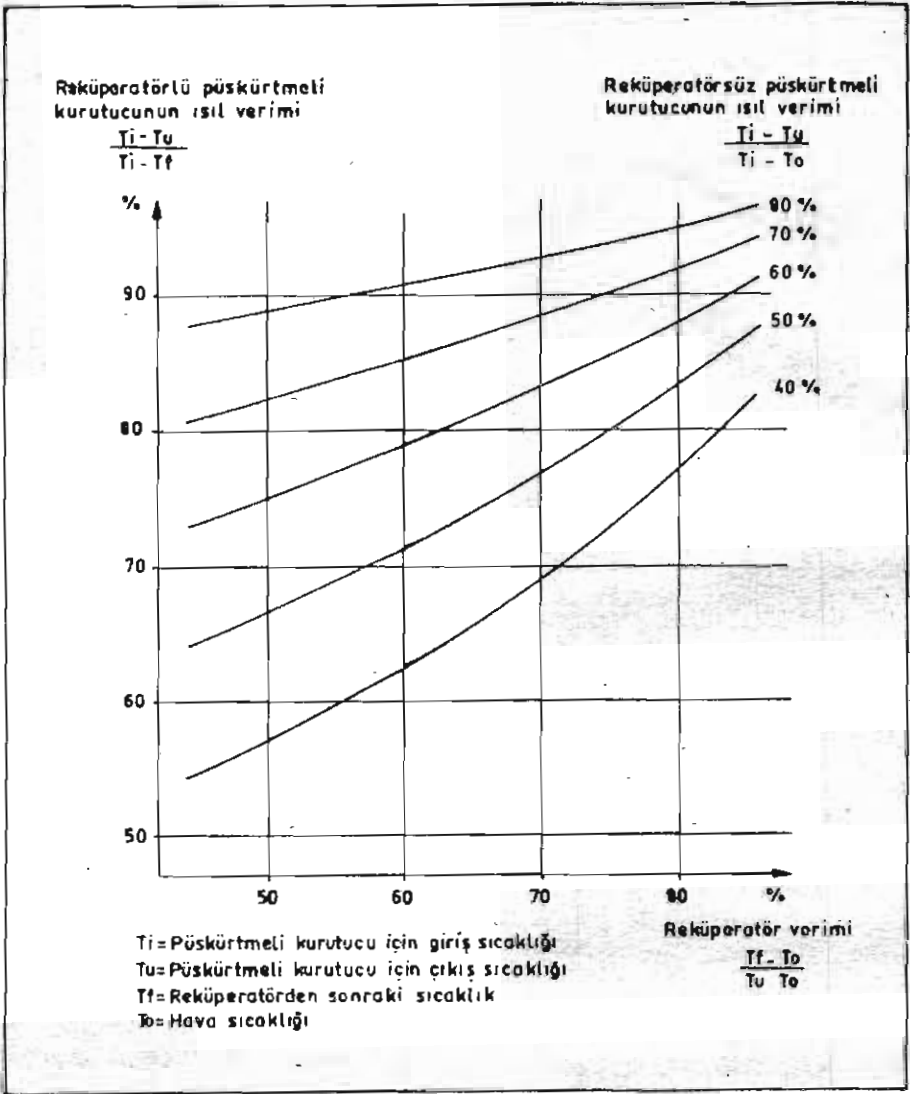
Püskürterek kurutma tesisleri iki kademeli kurutma yönteminde düşük derecede kurutmadan sonra sık sık

sıvı yataklı sistemlere bağlanmakta ve böylece tek kademede kurutma yerine iki kademede düşük sıcaklıkta kurutma yapılarak ısı verim iyileştirilmektedir.

Isı ekonomisinde ilerleme sağlayabilmek için, püskürtücü kurutucular bu gün genellikle ısıyı geri kazanma cihazları (reküperatör) ile donatılmaktadırlar (Şekil 1). Bunlar, çıkış havasının % 60'ını giren havanın ön ısıtılmasında kullanılırlar.

Bütün modern süt kurutma tesisleri için önemli bir planlama koşulu, ürünlerin kontaminasyon riskinin önlenmesidir. Değişik işlem yolları arasında doğrudan temas mutlaka önlenmeli ve tesisin bütün parçaları sırasıyla otomatik CIP-temizleme ve gözle denetleme için sağlıklı ilgili standartlara uyumu büyük bir emniyeti olanaklı kılacak şekilde olmalıdır.

- 
- (1) Dairy Industries International, Vol: 44, No. 1, January 1979, s. 18-20.  
(2) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü Öğretim Üyesi.  
(3) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt ve Gıda Teknolojisi Öğretim Üyesi.  
(4) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Asistanı.



Şekil-1. Havadan havaya rekuperatörlü püskürtmeli kurutucunun ısıl verimi.

## 2. ÇOK ETKİLİ DÜŞEN FİLM BUHARLAŞTIRICILARI

Buharlaştırma verimi, yani özgül buhar tüketimi ile buharlaştırıcı etki sayısı arasındaki ilişki, buharın bir veya daha çok etkili yeniden sıkıştırılması durumu için Şekil 2'de gösterilmiştir. Eğriler koyulaştırılmış yağsız süte uygulanmıştır.

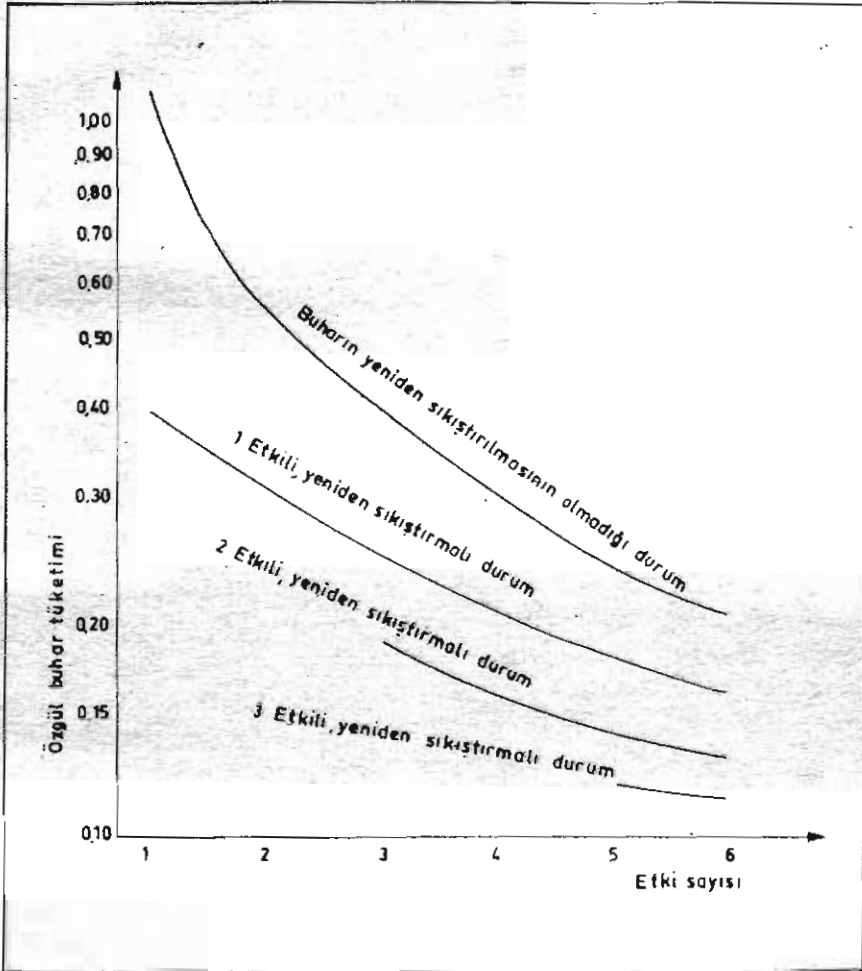
Etki sayısının artmasıyla ve aynı zamanda buharın tekrar sıkıştırılmasından gelen ek etkilerle buhar tüketiminin önemli miktarda azaldığı saptanmıştır.

Eklenecek her etki sayısı için gerekli yatırım masrafları ile enerji ka-

zancı arasında bir kıyaslama yapılarak, verilen bir tesis için optimum etki saptanır.

En modern süt tozu fabrikaları günümüz koşullarında daha çok beş

ve altı etkili borulu düşen film buharlaştırıcıları kullanmaktadırlar. Böylece kısa bir zaman içerisinde sağlanacak enerji kazancı ile eklenebilecek olan ilk yatırım masrafları karşılanabilecektir.



Şekil 2) Çok etkili buharlaştırıcılar için özgül buhar tüketimi.

### 3. İKİ KADEMELİ KURUTMA

İki kademeli bir kurutma işleminde süt tozu, kurutma odasından % 5-7 nemde elde edilir. Süt tozu daha

sonra bir sıvı banyosuna gelir ve burada kurutularak normal neme getirilir ve soğutulur. Peynir suyu genel-

likle kurutma odasından ikinci kurutucuya nem içeriği % 12-13 olarak alınır.

İki kademeli soğutma düzeni hem çok fazla ekonomik olduğu hem de bu sistemle yüksek kaliteli ürün elde edildiği için, diğerlerine kıyasla üstün tutulur. Çıkıştaki hava sıcaklığını azaltmakla, buharlaştırma odasından alınan süt tozunu neminde arttırma sağlanır. Çıkış havasının sıcaklığının daha düşük olmasının anlamı, dışarı çıkan hava ile daha az ısı kaybolması

ve böylece püskürtmeli kurutma tesisinin daha yüksek ısı verimli olmasıdır. İki kademeli bir kurutma tesisindeki buhar tüketimi, eşdeğeri olan tek kademeli bir tesisinkinden % 15-20 daha azdır.

İki kademeli süt kurutma tesisinin kullanılması, daha yüksek sıcaklıktaki giriş havasının kullanılmasına izin verir ve daha çok kuru madde elde edilmesini sağlayarak kurutma maliyetini daha çok azaltır.

#### 4. ISI KAZANILMASI

Bir püskürtmeli kurutucunun özgül buhar tüketimi, çok etkili bir buharlaştırıcının 14-15 katı kadardır. Bundan dolayı kurutucudan dışarı atılan havanın içerdiği ısı vasıtasıyla konsantrasyon için gereksinme duyulan ısıyı azaltma işlemi, fazla ilgi görmektedir. Bununla beraber kurutucunun ısı tüketimini azaltmakta ve bu ısının kullanılması çok büyük önem arz etmektedir. Bu işlem kurutucuya giriş havasının, çıkış havasıyla bir ısı değiştireceğinde ön ısıtmaya tabi tutulmasıyla yapılmıştır. Hava ısıtıcısı dolaylı bir ısıtıcıdır, yani burada kurutma havası ile atılan havanın karışması sakıncası yoktur. Giriş havasının sıcaklığı, dışarı atılan hava ile yaklaşık 50°C yükseltilerek buhar tük-

etiminde yaklaşık % 20-25 kazanç sağlanabilir.

Cetvel 1'de kg olarak süt tozu başına koyulaştırma ve yağsız sütün püskürtülerek kurutulmasında, farklı üç tesis için buhar tüketimleri gösterilmiştir. Beş etkili buharlaştırıcı ve iki kademeli kurutucu ile ısının geri kazanılması halinde ısı tüketimi; dört etkili buharlaştırıcı ve iki kademeli kurutucu ile ısının geri kazanılması halinde ısı tüketimi; dört etkili buharlaştırıcı ve tek kademeli kurutucudan ibaret bir tesisle karşılaştırılırsa, ısı tüketiminin % 40 azaldığı görülür. Bu ısı enerjisi kazancı son yıllarda sütün süt tozuna çevrilmesinde ekonomik yönden bir gelişme oluğunu açık bir şekilde göstermektedir.

#### 5. KAYIP ÜRÜN KAZANCI

Siklon bataryasından süt tozu kaybı, eğer imalatçı ve mahalli çevre koruma yetkilileri tarafından kabul e-

dilebilecek miktarı aşarsa, sisteme taplayıcı düzen veya ıslak toplayıcılar yerleştirilmesi normal olarak düşünül-

Cetvel 1. Adi ve modern süt tozu tesislerinin özgül buhar tüketime yönünden karşılaştırılması 1

	Dört etkili buharlaştırıcı Tek kademeli kurutucu	Be etkili buharlaştırıcı İki kademeli kurutucu	Be etkili buharlaştırıcı İki kademeli kurutucu ile reküperatör
Kg buhar/kg süt tozu	4,3	3,2	2,6
%	100	74	60

1 Yağsız süt % 9 katı madde, 32000 kg.h debi ile girmekte ve% 3,5 nemde süt tozu üretilmektedir. Püskürtmeli kurutucu giriş sıcaklığı 180°C dir.

melidir. Bu toplayıcılar çok yüksek ve sabit ayırma verimine sahiptir ve süt tozu içermeyen ekzos havası, giriş havasının havadan havaya ısı değitireceğinde kullanıldığı ön ısıtma için mükemmeli bir ortamdır. Toplayıcıda biriken ürün hiç bir işlem görmeden diğer süt tozu gibi kullanılabilir. Eğer bu kazanılan fazla süt tozu, insan tüketimine ait standartlara uygun olmazsa hayvan yemi olarak da değerlendirilebilir.

Islak toplayıcı düzenler ise bazan püskürterek kurutma yapan tesislerde dışarı atılan havadaki süt tozunun azaltmak için kullanılır. Sistemde devamlı su dolaşımını sağlamak için ıslak toplayıcılar, yoğuturulan sütü veya peynir suyunu tek geçişte kullanmak suretiyle yıkama ortamı olarak planlanmıştır. Bununla beraber uygulamadan elde edilen sonuçlar n ısıtmaya tabi tutulmuş süt kullanıldığında dahi ıslak toplayıcılarda çok yüksek miktarda bakteri ürediğini göstermiştir. Islak toplayıcının temizlenmeden ayını buharlaştırma ve kurutma süresi içinde kullanılması olanaksız olunca iki-

li bir sistem gereklidir. Bunun sonucu olarak ıslak toplayıcının sık sık değiştirilmesi, boru düzeninin temizlenmesi, insan emeği ve kimyasal maddeler ve temizleme suyu gibi girdiler, tesisin işletme masraflarına ek bir yük getirmektedir.

Süt bir ıslak toplayıcıdan geçtiği zaman, bakteri miktarı önemli lde artacağından sütün buharlatırıcıya gönderilmeden önce yüksek sıcaklıkta pastörize edilmesi mutlaka gereklidir. Bunun sonucu olarak bu düzen, dk sıcaklıkta süt tozu üretimine uygun değildir. Sıcağa dayanıklı bakteriler ve toksinlerin daha sonra uygulanan ısıl işlem sonucu yok edilme riski, son ürünün gıda olarak kullanılabilmesinde sorun doğurarak bir sakıncaya neden olur.

Sütün, özellikle yağlı sütün temizleyicide temizlenmesi esnasında köpük teşekküllü ayrı bir sorun olmaktadır.

Süt temizleyici kurutucudan dışarı atılan havadaki ısının geri kazanılmasında çok az bir etkiye sahiptir. Buharlaştırıcı için buhar tüketimindeki

kazanç dışarı atılan havadaki sının kurutucuya gelen havanın ısıtılmasında kullanıldığı zamanki buhar kazan- cı ile karşılaştırıldığında önemsenme- yecek kadar az olduğu anlaşılır.

Temizleyici maddeyi içeren ıslak bir toplayıcı, son ürünün bulaşması yönünden büyük bir tehlike arzeder. Süt tozu hayvan yemi olarak kullanıldığında peynir suyu ve yağsız süt için bunun kullanılması ihtimali ola-

bilir, fakat kurutucudan dışarı atılan hava ile boşa tüketilen ısı, onu oldukça ekonomiklikten uzaklaştırır.

Kurutucudan dışarı atılan havanın içerisindeki ısının maksimum şekilde kullanılmasını sağlayan ve son ürünün bulaşma tehlikesi olmayan, havadan havaya ısıyı dolaylı olarak geri kazanan bir düzen ayrı olarak ya da bir kutu toplayıcı ile kullanıldığında çok önemli üstünlüklere sahip olmaktadır.