

Suat ÇATAK

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makineleri Anabilim Dalı

Danışman : Yrd.Doç. Dr Türkan AKTAŞ

Bu çalışmada, öncelikle Trakya Bölgesinde oldukça yaygın olarak kullanılmakta olan çekilir depo tipi kurutma tesislerinin genel durumu incelenmiştir. Araştırma kapsamında, bölgede en çok tercih edilen kurutuculardan 4 farklı marka hareketli depo tipi kurutucu sistem denemeye alınmıştır. Bu kurutucuların 3'ü yeni model (Model 2, 3 ve 4) ve biriside nispeten eski (Model 1) model seçilmiştir. Denemelerde Osmancık-97 çeltik çeşidi kullanılmıştır. Bu sistemlerin çeltik kalitesine etkilerini saptamak amacıyla her bir makineden kurutma öncesi ve kurutma sonrasında alınan örneklerde ilk ve son nem değerleri, maksimum kırksız randıman değerleri, pirinç kırılma dirençleri ve çeltik örneklerinin fiziksel özellikleri saptanmıştır. Ayrıca depolama ve pişirme kalitesinin göstergesi olarak ısısız özelliklerden özgül ısı, ısı iletkenlik katsayısı ve ısı yayılım katsayısı değerleri de saptanmıştır. Saptanan kalite parametrelerine göre uygulamadaki bazı olumsuzluklar ve çözüm önerileri bildirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Çeltik, aşırı kurutma, kırksız randıman, kalite, ısısız özellikler

2008, 45 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF EFFECTS OF OVERDRYING PROBLEM IN RESPECT OF QUALITY AND ECONOMIC IN PADDY DRYING SYSTEMS IN TRACHE REGION

Suat CATAK

Namık Kemal University
Graduate Scholl of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Farm Machinery

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Turkan AKTAS

In this research, firstly general status of silo type paddy dryer that are widely used in Trakya Region was investigated. 4 different model dryers were selected to determine of effects on paddy physical properties and rice quality. Three of them are new model (Model 2, Model 3 and Model 4) and one of them is relatively old model (Model 1). Before and after drying, samples were collected from the dryers to find the effects of dryers on rice quality namely initial and final moisture content values, physical properties of paddy samples, maximum rice performance without cracked kernel, rice rupture resistance. In addition to these quality parameters thermal properties namely specific heat, thermal conductivity and thermal diffusivity values of these samples were investigated as an indicator of storage and cooking quality. According to these investigated data, incorrect applications and some suggestions were reported.

Keywords: Paddy, Overdrying, performance without cracks, quality, thermal properties

2008, 45 pages

1.GİRİŞ

Çeltik (*Oryza sativa L.*), kültür bitkileri içerisinde insan beslenmesinde yer alan önemli bir tahıl cinsidir. Çeltik tarımı ilk olarak MÖ 3000' li yıllarda Hindistan'da başlamış, daha sonra Batı' ya doğru yayılmıştır. Avrupa' ya gelişi orta çağa rastlar. Türkiye' ye ise 500 yıl önce geldiği sanılmaktadır.

Çeltik bileşiminde az protein bulundurmasına karşın beslenme için gerekli aminoasitlerce zengin olması nedeni ile insan beslenmesinde buğdaydan sonra en çok kullanılan üründür (Elçi ve ark. 1994). Çizelge 1.1. 'de başta çeltik olmak üzere bazı tahılların besin içerikleri görülmektedir.

Çizelge 1.1. Tahılların ortalama besin içerikleri (Anonim 1997)

Özellikleri	Pirinç	Buğday	Mısır	Sorgum	Akdarı	Arpa	Yulaf	Çavdar
Nem, %	12	12,5	13,8	11	11,8	11,1	8,3	11
Kalori, %	360	330	348	332	327	349	390	334
Protein, %	7,5	12,3	8,9	11	9,9	8,2	14,2	12,1
Yağ, %	1,9	1,8	3,9	3,3	2,9	1,0	7,4	1,7
N, %	77,4	71,7	72,2	73	72,9	78,8	68,2	73,4
Lif, 5	0,9	2,3	2,0	1,7	3,2	0,5	1,2	2,0
Kül, %	1,2	1,7	1,2	1,7	2,5	0,9	1,9	1,8
Thiamine, Mg, %	0,34	0,52	0,37	0,38	0,73	0,12	0,60	0,43
Riboflavin, Mg, %	0,05	0,12	0,12	0,15	0,38	0,05	0,14	0,22
Niacin, Mg, %	4,7	4,3	2,2	3,9	2,5	3,1	1,0	1,6

Çeltik güney ve güneydoğu Asya'da geniş alanlarda bir çok ülkede yetiştirilmektedir. Üretim ve verim açısından incelendiğinde dünya çeltik üretiminin yaklaşık % 91'i Asya kıtasında gerçekleşmektedir. En büyük üretici ülke durumunda olan Çin Halk Cumhuriyeti, 1996 yılı rakamıyla dünya çeltik üretiminin %34.2'sine sahip olup, bu ülkeyi %21.5'lik bir payla Hindistan izlemektedir (FAO 2002) (Çizelge 1.2.). Bu iki ülke, dünya üretiminin yarısından fazlasına sahip olduğu halde, ülke nüfusları oldukça fazla ve temel besin kaynakları pirinç olduğu için ürettikleri ürünlerin büyük bir kısmını kendi ülkelerinde

tüketmektedirler. Çeltik ekiminin yoğun olarak yapıldığı ülkelerden bazıları Güney Kore, Japonya, Çin, Kuzey Kore, Türkiye, Uruguay, Peru, Mısır, Portekiz, İtalya, İspanya, ABD ve Avustralya olarak sayılabilir.

Çizelge 1.2. Çeltiğin dünyadaki ekim alanı, üretim ve verim değerlerinin ülkelere göre dağılımı (FAO 2002)

Ülkeler	Üretim	Verim	Üretim	Verim	Üretim	Verim
	(Bin ton)	(kg/ da)	(Bin ton)	(kg/ da)	(Bin ton)	(kg/ da)
	1995 / 1996		1996 / 1997		2002	
Çin Halk C.	185 214	585	185 214	585	177 589	626
Hindistan	119 202	277	119 202	277	123 000	307
Endonezya	50 462	438	50 462	438	48 654	423
Bangladeş	26 533	268	26 533	268	39 000	357
Japonya	13 245	458	13 245	458	11 264	662
Tayland	21 800	217	21 800	217	27 000	272
Vietnam	26 667	650	26 667	650	31 319	415
Brezilya	10 050	229	10 050	229	10 489	330
Filipinler	11 174	291	11 174	291	12 684	314
ABD	7 887	618	7 887	618	9 616	740
Türkiye	230	502	230	502	400	470
Diğer Ülkeler	64 254	-	64 254	-	-	-
TOPLAM	550 542	359	550 542	359	579 476	396

Dünyada üretilen çeltiğin işlendikten sonra yaklaşık %90'nı insan beslenmesinde, %3,5'u tohumluk %1,5'u endüstriyel alanda tüketilmekte ve %5'i ise kayıp olmaktadır. Dünyada üretilen çeltiğin %91'lik kısmı Asya ülkeleri tarafından, geriye kalan %9' luk kısmı da diğer ülkelerde tüketilmektedir (Finassi 1979).

Çeltik tarımı Tekirdağ, Edirne, Kırklareli ve Samsun yöreleri başta olmak üzere ülkemizde yıldan yıla artış göstermektedir ve çeltik ekilişi 40 ile dağılmıştır. 2006 yılı verilerine göre ülkemizde çeltiğin ekim alanı 991 000 ha, üretimi 417 600 ton seviyelerine ulaşmıştır (Anonim 2006a). Ruhsatsız alanlarda hesaba katıldığında bu miktar, 80 bin hektarın üzerine çıkmaktadır. Çeltik üretimimiz ortalama 550 bin ton civarındadır. Bu da 330 bin ton pirince tekabül etmektedir. Özellikle yağış ve su yetersizliği nedeniyle bazı düşüşler yanında,

son on yılda ülkemiz çeltik ekim alanında küçük artışlar olmuştur. 1994 yılında 44.5 bin hektar olan çeltik ekim alanı 2005’ de 100 bin hektara, üretim 214 bin tondan 700 bin tona ve verim 5000 kg/ ha’ dan 7000 kg/ ha’ a çıkmıştır. Çeltik üretimimizde hedef iç tüketimi karşılamak olmalıdır. Türkiye, çeltik verimi yüksek olan bir ülke ise de; bugün üretimi iç tüketime yetmediğinden, dışalım giderek artmaktadır (Anonim 2006a).

Ülkemizin bütün coğrafi bölgelerinde çeltik ekimi yapılmaktadır. Ancak, gerek ekiliş alanı gerekse üretim miktarı bakımından Marmara bölgesi ilk sırayı almaktadır, onu ikinci sırada Karadeniz bölgesi takip etmektedir. Verim bakımından ise Karadeniz bölgesi 601 kg/da ile ilk sırayı almaktadır. Yaklaşık 48 bin hektar ekiliş ve 261 bin ton üretim ile Marmara ve Karadeniz bölgeleri Türkiye çeltik ekilişinde %89.4, üretimde ise %92.3’ lük pay almaktadır (Anonim 1998).

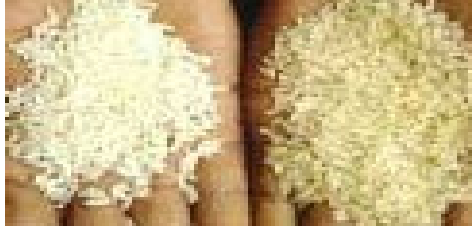
1997 yılı Tarım Bakanlığı verilerine göre Marmara bölgesi Türkiye’nin çeltik ekilişinin %52’ sini, çeltik üretiminin ise %55,2’ sini sağlamıştır (Çizelge 1,3.).

Çizelge 1.3. Marmara bölgesinde çeltik tarımı yapılan illere ait bilgiler (Tarım Bakanlığı Kayıtları, 1997)

İller	Ekiliş Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/ da)
Edirne	230 370	124 190	539.1
Balıkesir	27 840	18 559	667.3
Çanakkale	14 520	9 920	683.5
Bursa	7 120	4 610	647.5
İstanbul	2 100	735	350
Kırklareli	1 250	750	600
Tekirdağ	300	150	500
TOPLAM	283 470	158 918	560.6

Ülkemizde dekara verim dünya ortalamasından yüksek olmasına rağmen çeltik üretimi ülkemiz insanının ihtiyacını karşılayamamaktadır. Yıllara göre değişmekle birlikte yaklaşık olarak 550–600 bin dekar alanda çeltik tarımı yapılmaktadır (Gaytancıoğlu, 1997). Tarımsal üretim çevre koşullarına bağlı bir işittir. Tarım ürünlerinin hasat zamanının belirlenmesinde, hasattan sonra ürünün kurutulma işleminin belirlenmesinde, ürün

depolanma yönteminin tespitinde çevre koşulları önemli rol oynamaktadır. Tarımsal üretimin bir kolu olan tahıl üretiminde verimliliği sağlamak ve ürünü kötü hava koşullarına daha fazla maruz bırakmamak için ürün erken hasat edilip kurutulmaktadır. Doğal koşullarda, yani gölge veya güneşte yapılan kurutmada ürün, uzun bir sürede kurumaktadır. Sonbahara rastlayan dönemde doğal yollarla kurutma yapmak çok zor ve uzun zaman almaktadır. Bu nedenle daha hızlı ve güvenli kurutma yöntemleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Günümüzde bu amaçla, çeşitli ürünlerin kurutulmasına uygun kurutma yöntemleri mevcuttur (Ülger 2002). Trakya Bölgesinde büyük alanlarda çeltik tarımı yapılmakta, bunun hasadı ise sonbahara yani yağışlı bir döneme rastlamaktadır. Hasat edilen çeltiğin bölgede güneş ve gölgede kurutulmasında bu nedenle zorluklar olmaktadır. Kurutucuların yaygın olmadığı süreçte Trakya bölgesinde hasat edilen çeltiğin yollara serilerek güneş altında kurutulması en yaygın yöntemdir. Bu yöntemin bilinen olumsuz etkilerinin yanında bu üründen elde edilen pirinç kalitesini de oldukça düşürdüğü saptanmıştır (Şekil 1.1.).



Makinede

Güneşte

Şekil 1.1. Güneşte yapılan çeltik kurutmasının elde edilen pirinç kalitesine etkisi (Anonim 2002a)

Pirinç kalite kriterleri öncelikle kırksız randıman, dane kriterleri (özellikle 1000 dane ağırlığı ve diğer fiziksel özellikleri), depolama açısından özellikleri ve pişme-yeme kriterleri (ısısal özelliklerindeki değişim) olarak sayılabilmektedir.

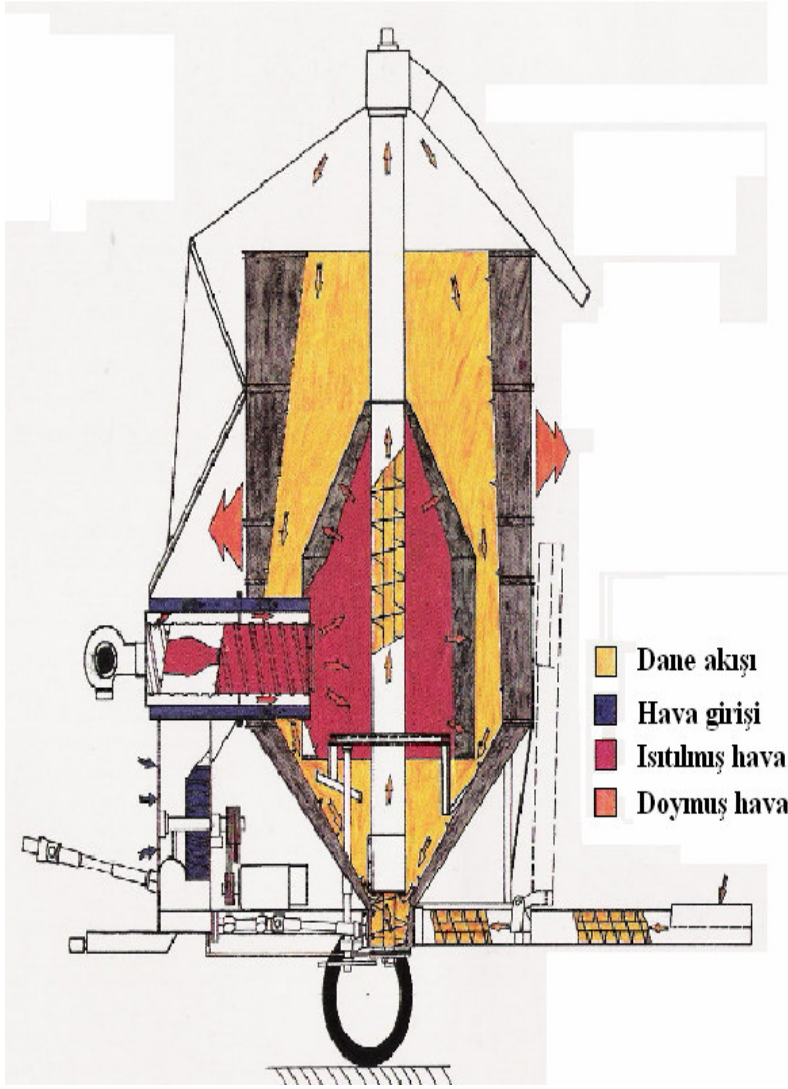
Elde edilen pirinç kalitesini yükseltmek için iklim koşullarına uygun, ürün randımanını düşürmeyen, az enerji harcayan kurutma makine veya sistemleri, çeltiğin hasat sonrası işlemleri için büyük önem taşımaktadır. Çeltik kurutma makineleri Trakya bölgesinde çeltik kurutulmasında yoğun olarak kullanılmaktadır. Fakat makineli kurutma sırasında yapılan yanlış uygulamalardan dolayı özellikle aşırı kurutma veya yüksek sıcaklıkta kurutmadan dolayı, üründe çatlama oluşmaktadır. Bu çatlama en az seviyeye indirilmesi için uyulması gereken kuralların ortaya konulması, kırksız pirinç üretimine büyük katkılar sağlayacaktır ve çeltik üreticisi kurutmada randımanı yüksek ürününü daha yüksek fiyatla satabilecektir.

Çeltik tane depolanmasında en önemli etmenler tanenin ve ortamın nem içeriği, ortam sıcaklığı, oksijen ve tanenin yapısıdır. Bunların içinde nem içeriği ve sıcaklık en önemli faktörlerdir. Çeltik depolanması için uygun tane nem içeriği %14-15'dir. Bundan yüksek nem içeriğinde depolanan çeltiklerde ise pirince işlemede kırıksız randıman düşerken, tohumluk olarak saklanan çeltiklerde ise çimlenme oranı hızla düşmektedir. Depolanan tanedeki nem içeriği çevreden de etkilenmekte ve ortamdaki nem ve sıcaklığa göre artmakta veya azalmaktadır. Yüksek nem içeriğinde depolanan çeltiklerde, tanedeki fiziksel ve biyolojik bozulmalara ek olarak bakteri, mantar ve böcek zararları da artmakta, nem içeriği %62' den az olduğu durumlarda mikroorganizma faaliyeti minimum olmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda depolamada çeltik tanesinin gıda değerinde sıcaklıktan dolayı bir bozulma olmamakla birlikte, 29.4-32 °C üzerindeki sıcaklıklarda mantar faaliyetleri maksimum olmakta ve 21 °C üzerindeki sıcaklıklarda böcek faaliyetleri artmaktadır (Cogburn 1994).

Harman sonucu elde edilen çeltik ürününün depolanabilmesi için nem içeriğinin en az %14-15'e düşürülmesi gerekmektedir. Kurutma güneş altında veya kurutma makinelerinde yapılmaktadır. Bu amaçla kullanılan kurutma makinelerinde; gaz, mazot, fuel oil, kömür veya elektrikle ısıtılan hava (son yıllarda ülkemizde yaygın olmasa da özellikle çeltik işleme fabrikalarında kurutma amacıyla yakıt olarak çeltik kavuzundan da yararlanılmaya başlanmıştır), kurutucunun deposunda sabit veya hareketli haldeki çeltiği ısıtmakta ve nem içeriğini düşürmektedir. Bunun için sıcaklık 40 °C civarında tutulmalıdır. Sıcaklık fazla yüksek tutulursa tohumluk olarak kullanılacak üründe çimlenme gücü düşeceği gibi, hızlı ve yüksek sıcaklıkta kurutmada kırıksız randıman oldukça düşmektedir.

Trakya bölgesinde çeltik üretimi yapılan işletmeler incelendiğinde depo tipi kurutucuların çeltik kurutulmasında önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Bu kurutucular silindirik şekilli silolar halinde ve çeşitli kapasitelerde olabilmektedirler. Bölgede en çok karşılaşılan depo tipi kurutucuların çalışma ilkesi Şekil 1.2' de görülmektedir. Bu tip kurutucularda çeltik kalın bir tabaka şeklinde kurutulmaktadır. Kapasiteye bağlı olarak bir veya birden fazla sayıda fan bulunabilmektedir. Kurutucunun doldurulması ve boşaltılması işlemlerinin kolaylaştırılması ve hızlandırılması amacıyla helezon elevatörler kullanılmaktadır. Kurutma havası ürün istenen ortalama nem düzeyine ininceye kadar yığın içerisinden geçirilmektedir. Şekil 1.2.' de görüldüğü gibi döşeme üzerinde dairesel bir yörünge üzerinde dönerek çalışan bir helezon elevatör, alt katmanda bulunan nispeten kurumuş olan ürünü süpürerek merkeze doğru toplayıp düşey helezonun

giriş ağzına getirmektedir. Merkezdeki düşey helezon ise bu ürünü yukarı doğru çıkarıp yeniden yığının üzerine yayararak karıştırmayı gerçekleştirmektedir.



Şekil 1.2. Çeltik kurutma amacıyla kullanılan depo tipi bir kurutucunun çalışma şeklini gösteren şematik şekil

Bu tip kurutucularda ürünün kuruma durumu kurutucu içerisine yerleştirilmiş iki adet termostat ile kontrol edilmektedir. Bu termostatlardan birisi kurutma havasının öteki ise çeltik tanelerinin sıcaklığını kontrol etmektedir. Kurutma işlemi, birçok üründe olduğu gibi çeltik üretiminde de enerjinin en yoğun olarak kullanıldığı en önemli hasat sonrası işlemlerden biridir. Bundan dolayı çeltiğin optimum depolama için istenen son nemden (%14-15) düşük olması yani aşırı kurutma yapılması, hem kurutma sonunda çeltik fabrikalarına satılan çeltik ağırlığının düşmesi, hem de çeltik nemini %1 düşürebilmek için

kurutma sıcaklığına ve makine kapasitesine bağlı olarak minimum 1 saatin gerekli olması (kurutucudaki ürün nemi düştükçe bu süre oldukça yükselmektedir) elde edilecek pirinç kalitesinin yanı sıra üretici açısından önemli oranda ekonomik kayba da sebep olmaktadır.

Günümüzde Trakya Bölgesinde de çeltik kurutma işlemlerinin büyük çoğunluğu yukarda bahsedilen çeltiği sıcak hava ile kurutan depo tipi kurutucular ile gerçekleştirilmektedir. Bilindiği gibi makineli kurutma doğal kurutmaya göre ürün kalitesini arttıran ve özellikle iklimden etkilenmeden en kısa zamanda ürünün değerlendirilmesini sağlayan kurutma şeklidir. Bununla birlikte artık ülkemizde ve dünyada ürün kalitesine olan hassasiyet günden güne artmaktadır. Avrupa Ekonomik Topluluğu standartlarına göre çiftçilere para ödemesi ve fabrikaların mahsul satın almada göz önüne aldıkları kırıklı pirinç randımanı %68–71 arasında iken kırksız pirinç randımanı ise %56–64 arasındadır (Faure ve Mazaud 1995). Bu sebeple bu çalışmada Trakya bölgesindeki mevcut kurutma makinelerinin durumu incelenmiş, yaygın olarak kullanılan makinelerden 3 adet yeni makine (2003, 2005 ve 2006) ve 1 adet eski makine (1993) kurutucusundan elde edilen kuru çeltik örnekleri kalite açısından incelenmiştir. Özellikle bölgede aşırı kurutmadan, makine ayarlarından veya makinenin ömründen kaynaklanan kalite ve ekonomik kayıpların olup olmadığı değerlendirilmiş ve bunlara bağlı olarak çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Kalite değerlendirilmesi yapılırken elde edilen çeltik örnekleri için kurutma başlangıcındaki ve sonundaki nem içeriği değerleri, fiziksel özellikleri, kırılma direnci, maksimum kırksız randımanı ve ısısal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Bu çalışmadaki amacımız; Trakya bölgesinde çeltik kurutulması sırasında karşılaşılan problemler ve bunların çeltik kalitesine etkilerinin saptanması, üreticiye öneriler sunulması ve kurutma sırasındaki ekonomik kaybın en aza indirilmesidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kurutma İlkeleri ve Ekipmanları

Tarım ürünlerinin kurutulularak saklama yöntemi, insanın doğadan öğrendiği ve bu yüzden ilk çağlardan beri uygulanmakta olan en eski yöntemlerden biridir. Bütün ürünlerde dayanıklılığın sağlanmasındaki amaç ise, mikrobiyolojik ya da enzimatik aktiviteyi durdurmak ya da sınırlamaktır. Diğer bir deyimle, bozulma olgusunu önlemekle beraber onun renk, aroma ve fiziksel yapısına ait duyuşsal niteliklerinin korunmasını amaçlamaktadır (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Ürünlerin içerdiği nemin, amaca bağlı olarak belirli bir sınır değere kadar buharlaştırılarak üründen alınmasına *kurutma* denir. Tarımsal ürünlerin kurutulmasındaki amaç; depolama süresi içersinde ürünün stabilitesini, diğer bir deyimle ürünün bozulmadan saklanmasını sağlamaktır. Kurutma ile ürünün mikroorganizma, enzim ya da ferment aktivitesi durdurulur. Ancak, kurutmanın amacının sadece ürünün bozulmadan saklanması ile sınırlamak da doğru değildir. Çünkü tarım ürünleri üretiminden tüketime kadar geçen süre içinde birçok kayıplar vardır. Örneğin tahıllarda bu oran %10, kuru ot üretiminde %28, meyve ve sebze de %35–40 civarındadır (Yağcıoğlu 1999, Ülger 2002).

Ürünün bozulma nedenleri aşığıdaki gibi sıralanabilmektedir (Güzel ve Ark. 1996).

- Ürünün nemi,
- Ortam sıcaklığı,
- Ortamdaki oksijen miktarı,
- Zaralı organizmalar.

Ürün neminin azaltılmasında en yaygın kullanılan yöntem; kurutmadır. Depolama süresi üzerinde etkili olan faktörler dikkate alındığında, sadece nem değeri düzenlemek tek başına çoğu zaman ürünün saklanması için yeterli olmamaktadır. Sıcaklık, nem ve havanın bağlı nemi ile çimlenme yeteneği gibi faktörlerin de bilinmesi gerekmektedir. Üretici kurutma ile gelir düzeyini bir anlamda yükseltebilmektedir.

Kurutma yöntemlerinden en yaygın olan mekanik kurutmada, ısıtılmış hava ürünün içine belirli bir süre gönderilir. Bu işlem, ürünün nem oranı belirli bir seviyeye düşüneye ve çevre nemi ile tane nemi arsında bir denge kuruluncaya kadar devam eder. Kurutma süresi, sıcaklık seviyesine bağlı olarak 4–8 saat arasında değişir (Vo-tong ve Ross 1976).

Kurutma sistemlerinin esası; gaz veya fuel oil ile ısıtılan havanın, sabit veya hareketli çeltik ürününü ısıtarak nem oranını düşürmektir. Bunun için sıcaklık, tohumluk olarak kullanılacak ürünlerde, biraz daha düşük olmakla birlikte, genelde 40 °C civarında tutulur. Sıcaklık gereğinden fazla tutulursa; tohumluklarda çimlenme gücü düşer ve pirince

işleneceklerde ise, işleme sırasında fazla kırık meydana geleceğinden kırıksız pirinç randımanı azalır (Sürek 2002, Ülger 2002).

Kunze ve Prasad (1978) çeltiğin hasadı ve kurutulması sırasında oluşan çatlaklar üzerine çalışmışlardır. Düşük nemli çeltik çevreden nem alabilmektedir. Çeltikte oluşan çatlakların, hasad öncesi tarlada, biçerdöver deposunda, taşıma esnasında, kurutucularda ve silolarda yapılan işlemlerden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Kavuzlu tanenin hızlı kurutulmasında çatlaklar kurutulma işlemi duruncaya kadar oluşmaz. Çatlaklar tanenin merkezinden başlar, çünkü merkeze göre daha kuru olan yüzeye doğru merkezden nem dağılımı olmaktadır. Çatlamanın ana sebebi de budur (Kunze 1979).

Ban (1971) Japonya’ da bu konuda yaptığı bir çalışmada, çatlakların kurutma süresince ve kurutma bitiminden hemen sonra oluşmadığını tespit etmiştir. Kurutmadan sonra taneler hava sızdırmaz bir ortamda bile saklansa, tanelerde 48 saat içinde yinede çatlamların başladığı tespit edilmiştir.

2.2. Çeltiğin Kurutulmasının Önemi ve Tahıllarda Aşırı Kurutma

Genellikle çeltik ülkemizde, Mayıs ayında ekilip, 15 Eylül ile 30 Ekim arasında hasad edilmektedir. Türkiye’ de çeltik yetiştirme sezonu 140–160 gün arasında değişim göstermektedir. En uzun çeltik yetiştirme periyodu Akdeniz, Ege ve Güney Doğu Anadolu bölgesindedir. Bunun yanın da en kısa çeltik yetiştirme sezonuna, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgeleri sahiptirler (Sürek 2002, Pınar 1984).

Yüksek tane verimi, pirinç randımanı, tane kalitesi ve iyi görüşü, üstün pazar değeri olan pirinç ürünü elde etmek, çok önem taşımaktadır. Bunun için hasadın zamanında yapılmasına, hasat yöntemine, ürünün nem içeriğine, kurutma işlemine ve depolama şartlarına dikkat edilmelidir (Sürek 2002, Pınar 1984).

Filipinler’ de tarlada tanelerin nemi %14–16’ ya düşünceye kadar yapılan kurutma sırasında, %10’ a varan ürün kaybı söz konusu olabilmektedir. Bu kaybın, hasattan- pirince işlemeye kadar, yaklaşık %25’e varabildiği ifade edilmektedir (De Padua 1970, De Datta 1981).

Kaliforniya’ da, yetiştiriciler ürünlerini % 22–26 nemde hasat ettiklerinde en yüksek kırıksız pirinç randımanını elde etmişlerdir (Huey 1977).

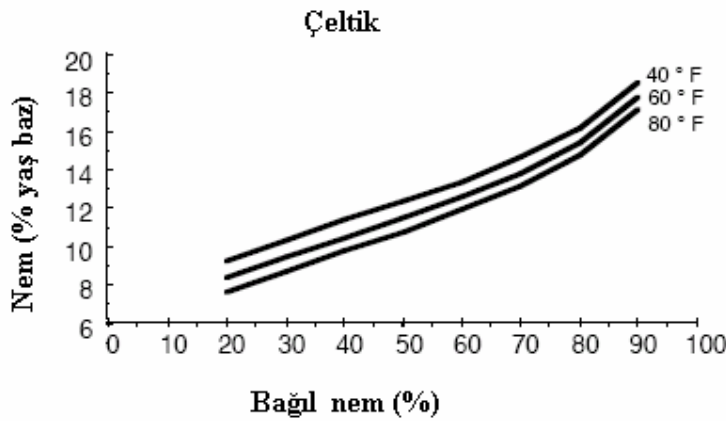
Tarlada meydana gelen tane dökülmesinden, hasattan önce yatmadan dolayı tanelerin çimlenmesi ile kuş ve fare zararı, harman yerine taşıma ve harman işlemi sırasında, tane kayıpları meydana gelmektedir (Pınar 1984).

Tahılların tarlada, doğal şartlarda kurutulması uzun iş gücü gerektiren ve kaybı çok olan bir işlemdir. Ayrıca doğal şartlara bağlı kalınması da bir risk oluşturur. Tahılların kurutulma işlemi kurutucularla yapıldığında bu işlem doğal koşullardan büyük oranda bağımsız olacaktır. Tahılların kurutulmasının sağladığı diğer yararlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Akaryıldız 1998).

- Tahılın tarlada olgunlaştıktan sonra, doğal etkiler nedeniyle uğrayacağı kayıpların azaltılması için erken hasata olanak sağlaması,
- Hasat için uygun olmayan hava şartlarına olan bağımlılığı kaldırarak hasat zamanını önceden diğer işlerle planlayabilmek,
- Tahılı bozulmadan uzun süre depolayabilmek ve böylece tahıl ihtiyacının olduğu hasat mevsimi dışındaki zamanlarda da istenildiği kadar tahılı hazır bulundura bilmek,
- Tahılı hasattan birkaç ay sonra yüksek fiyattan satabilme olanağı,
- Bir sonraki ekim için kullanılacak tohumların bozulmaması,
- Daha kontrollü şartlarda daha kaliteli ürün elde etme olanağı sağlamasıdır.

Tahılların saklanması en büyük güçlük, tahılların nem ve sıcaklık etkisi ile küflenerek bozulması ve değerini yitirmesidir. Kurutma ile tahılın nem yüzdesi, küflenmenin olmayacağı bir değere indirilir. Düşük nem yüzdesi ve sıcaklıkta, uzun ve emniyetli bir depolama süresi elde edilir (Akaryıldız 1998).

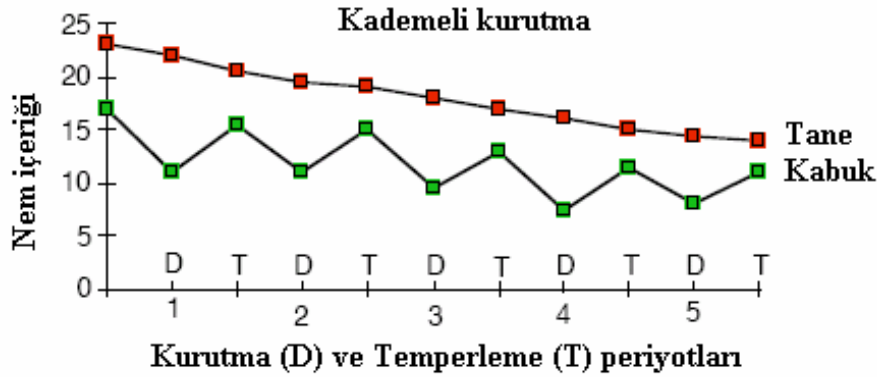
Depolama sırasında çeltik nemi ve ortamdaki havanın nemi arasındaki ilişki Şekil 2.1.'de görülmektedir. Bu ilişki grafikte de görüldüğü gibi ortam sıcaklığından da etkilenmektedir (Ülger 2002).



Şekil 2.1. Kavuzlu çeltik için denge nemi

Çeltik genellikle, %12.5-14 nemdeki depolarda saklanır. Denge nem verilerine göre, %14 nem içeriğinin üzerindeki çeltik, %64 bağıl nem, 40 °F dan daha az veya % 75 bağıl nemde ve 80 °F dan daha az değere sahip ortamlarda depolandığında kurumaya maruz kalacaktır. Eğer %14 nem içerikli çeltik, bu değer üzerindeki koşullarda kalırsa, nem alacak ve nemi artacaktır.

Tek bir tanede ilk olarak kavuzdaki nem kaybolacaktır ki bu bölüm kurutma havasına en çok maruz kalan bölümdür. Kabuktan sonra tane içinde nem kaybolmaya başlar. Yüksek sıcaklıktaki kurutmada, çeltik tanesi 1.5 saat civarında kurutmaya maruz kalır. Bu kısa zaman içinde, çeltik tanesinin kabuğunda % 4–6 oranında nem kaybolur. Fakat tane içinden % 1 oranında nem uzaklaşır (Şekil 2.2.). Kurutma boyunca tane içi sürekli nem kaybederken kabuk nem alır. Sonra kabuktaki nem kaybolur ve kurutma süresince kabuk tane içinden tekrar nem alır sonra tekrar kurur. Bu döngü kurutma süresince devam eder (Mossman 1986).



Şekil 2.2. Çeltiğin kademeli kurutulmasında her kurutma aşamasından sonra tane ve kabuğun nem içeriğindeki değişme (Mossman 1986).

Tahıl kalitesini iki tür küf etkilemektedir. Bunlardan tarla küfü, genellikle nemin %20 den fazla olduğu zaman, tahıl tarladayken oluşur. Kurutma işlemi sayesinde bu sorun tamamen ortadan kaldırılabilir. İkinci tür küf ise depolama küfüdür. Bu küfün oluşmaması için, tahılın neminin belli bir derece altına düşürülmesi gerekmektedir. Ayrıca küfün büyüme hızı sıcaklığa bağlıdır. Küflenme + 4,5°C sıcaklıkta durmakta, 26–32 °C arasında maksimum hıza ulaşmaktadır. Çeşitli tahıllara ait depolama için emniyetli nem değerleri Çizelge 2.1.' de gösterilmektedir (Akaryıldız 1998).

Çeltikte nem içeriği, depolanan tanelerde, mikroorganizma faaliyetleri için çok önemlidir. Eğer nem oranı, istenilen seviyede düşük tutulabilirse, diğer faktörler tanelerin bozulması üzerinde fazla bir etkiye sahip olamayacaklardır.

Genelde %62 oranındaki nispi nem, mantar gelişmesi için minimum nispi nemdir. Fakat bakterilerin gelişmesi için %90 veya daha yüksek nispi neme ihtiyaç duyulur. Tanelerin bozulmasında, mantarlar daha fazla etkili olmaktadır. Bu nedenle, depolama koşullarında, nispi nem %62 veya onun altında tutulmaya çalışılmalıdır (Sürek, 2002).

Çizelge 2.1. Bazı tahıllar için emniyetli depolama nem değerleri (Akaryıldız 1998 ve Huey 1977).

TAHİL	Maksimum emniyetli nem içeriği (% y.b.)
1 yıldan fazla depolanacak Mısır	13
Buğday	13
Arpa	13
Ayçiçeği	9
Çeltik	14

Aşırı kurutma ürünlerin bilerek veya bilmeyerek pazarlama zamanına kadar gerekli olan güvenli depolama neminden daha düşük bir nem seviyesine kadar kurutulmasıdır. Tahıllar genellikle satış için gerekli olan nemin biraz altındaki nem düzeyine kadar kurutulmakta ve depolanmaktadır. Pek çok ürün satılırken toplam ağırlığı (kuru madde ağırlığı+içerisindeki su ağırlığı) dikkate alındığı için optimum nem düzeyinden düşük olarak kurutulmuş olan tahıl daha düşük bir ağırlığa sahip olacak ve dolayısıyla satılan ürün miktarı da daha düşük olacaktır. Bunun yanında yapay olarak kurutulmuş ürünlerde, enerji, işçi ve ekipman masrafları da artacağı için 1 birim nemin uzaklaştırılması maliyetlerin artışına sebep olacaktır (Anonim, 2004a).

Çeltikten kaliteli ve kırksız randımanı yüksek pirinç elde etmek için saptanan optimum nem%14 olarak saptanmıştır. Bu nemden daha düşük değerlere kadar kurutma, ağırlığı düşürdüğü gibi çeltik işleme kalitesini de düşürmektedir. Çeltik eğer 12 aya kadar depolanmak isteniyorsa neminin %13 civarına kadar düşürülmesi gerekmektedir. (Anonim, 2004b).

2.3. Çeltikte Kalite Kaybı ve Pirinç Randımanı

Çeltiğin kurutulması sırasında çatlamaya çok yatkın yapısı nedeniyle özel bir dikkat gerekmektedir. Çeltik hem kururken ve hem de nem alırken, iç yapısında meydana gelen sıcaklık ve nem farklılaşmaları nedeniyle, bünye içinde, merkezden çevreye radyal yönde çok

ince çatlaklar oluşturabilir. Bu çatlaklar depolama sırasında ürünün bozulmasının ve işleme sırasında tanelerin kırılmasının başlıca nedenidir. Çeltiğin ısıtılmamış havayla kurutulması için depo tipi kurutucular uygundur. Çeltik taneleri çok higroskopik olduklarından, kurutucuya koyulan ürün farklı nemdeki tanelerden meydana geliyorsa, az nemli taneler diğerlerinden nem çekerler. Tanelerin nemlilikleri arasında %4-5 fark olması, hızlı bir nem alma ve çatlak oluşması için yeterlidir. Ancak, karışımın büyük bölümü düşük nemli tanelerden oluşmuşsa, bu tanelerde çatlak oluşma riski çok azalmaktadır (Yağcıoğlu, 1999).

Çeltiğin sıcak havayla kurutulması sırasında, tane içinde oluşacak nem ve sıcaklık farklılaşmasına bağlı çatlak oluşumunu en aza indirebilmek için, ürünün yavaş kuruması yeğlenmelidir. Düşük sıcaklıkta kurutulan ürünler istenen son neme ulaşana kadar kesintisiz olarak kurutulabilir. Yüksek sıcaklıkta yapılan kurutmada ise istenen nem düzeyine inene kadar kurutmaya bir kaç kez ara verilmelidir. Bu tür uygulamada ürün her seferinde %2-3 (k.b.) nem kaybedecek şekilde yüksek sıcaklıktaki kurutucudan geçirilir. Kurutucuda kaldığı süre 15-30 dakika kadardır. Ürün kurutucudan geçtikten sonra 4-24 saat süreyle bekletilir. Bu işleme temperleme adı verilir. Temperleme süresi içinde, iç kısımlardaki nem, tanenin yüzeyine doğru ilerler ve buharlaşmaya hazır hale gelir. Bekleme sırasında tane içi nem ve sıcaklık dağılımında bir tekdüzelik meydana gelir. Ürünün bekletildiği ortamın sıcaklığı yüksekse, mikroorganizmaların faaliyete başlamalarını önlemek amacıyla, bekleme süresinin 24 saati geçmemesi gerekir. Çeltiğin belirtilen şekilde kademeli olarak kurutulması yönteminin bir başka uygulamasında, temperleme süresi içinde yığından çevre havası geçirilmektedir. Bu uygulamada, yığın her tarafı çevre havası sıcaklığına gelene kadar hava üflenmesi sürdürülmelidir. Çeltik taneleri bu havalandırma sırasında da kurumaya devam ederler. Gözlemler bu sırada tanelerin %1 (k.b.) oranında nem kaybettiğini ve kurumunun %30-50' sinin bu işlemler sırasında gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Temperleme periyodundaki hava üfleme süresi, tane nemi ve hava akımı miktarına bağlıdır. Ancak, pratik uygulamalarda havalandırma süresi, hava miktarına bağlı olarak belirlenmektedir (Yağcıoğlu, 1999).

Pirinç randımanı, belirli bir miktardaki ham çeltiğin, kavuzundan soyularak pirince işlenmesi sonucu elde edilen beyazlatılmış pirinç oranı ile ölçülür. Buna toplam pirinç randımanı denir. Bundan kırık tanelerin ayrılmasından sonra, kırksız pirinç randımanı elde edilir. Pirinç randımanını belirlemek için önce ham çeltiğin kavuzu soyulur ve kargo pirinç elde edilir. Kargo pirinç kepeği ve embriyoyu da içermektedir. Kargo pirinçten kepek ve embriyonun temizlenmesi ile beyazlatılmış (parlatılmış) pirinç elde edilir. Genelde, % 18-26

arasında değişim göstermesine rağmen, kabuk oranı ham çeltiğın % 20-22' sini içermektedir. Kepek ve embriyo ise tanenin % 8-10' unu teşkil eder (Sürek 2002).

Beyazlatılmış pirinç, sağlam ve kırık tane olarak ikiye ayrılır. Kırık toplam pirinç randımanı, çeltiğın % 70' ni teşkil eder. Bunun %10-20' si kırık tane ve % 50-60'da kırksız pirinç miktarıdır (Sürek 2002).

Pirinç randımanı yıllara, çeşitlere ve çevre koşullarına göre değişim göstermektedir. Tane nemi % 14-16 arasında olduğu zaman, pirinç verimi daha yüksektir. Aynı zamanda, çeşitlerin tane uzunluğu, genişliği ve görünüşü gibi özellikler de pirinç randımanı üzerine etkilidir (Celement ve Seguy 1994).

Kurutma sonucunda çeltikte çatlamalar oluşmakta ve pirince işleme sırasında kırksız pirinç oranı düşmektedir (Kunze ve Prasad 1978). Bu çatlamaları en aza indirmek için yerine getirilmesi gereken şartlar vardır. Doğru hasat nemi bu şartlardan en önemlilerinden biridir. Sürek (2002) tarafından Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yapılan, hasat zamanını tespit çalışmasında, bölgemiz için en uygun çeltik hasat zamanının çiçeklenmeden 49 gün sonra olduğu tespit edilmiştir.

Çeltikten elde edilen pirinç tanelerinin sağlam olması istenir, pirinç ürünü içerisinde sağlam tanelerin çokluğu, onun pazar değerini artırır. Bu nedenle mekanik kurutma sırasında, kırık tane oranı asgari seviyeye düşürülmelidir (Sürek 2002).

Mekanik olarak, yani kurutma sistemleri ile kurutma, güneş altında yapılan kurutmadan daha yüksek kırksız pirinç randımanı sonucu vermektedir. Fakat, toplam pirinç randımanı bakımından, iki kurutma metodu arasında önemli bir fark söz konusu değildir. Küçük parti ürünlerin, güneş altında kontrollü şekilde kurutulmasında, mekanik kurutma ile güneş kurutması arasında, fazla bir fark ortaya çıkmamaktadır (Duff ve Toquero 1975).

2.4. Tarım Ürünlerinin Isısal Özellikleri

Tarım ürünlerindeki ısısal özelliklerin başlıcaları ısı iletkenlik, entalpi, özgül ısı, ısı difüzyon katsayısı, başlangıç donma noktası, donmayan su içeriği, ısı jenerasyonu, buharlaşma noktası vb. özelliklerdir. Isısal özellikler, ürünlerin kimyasal kompozisyonuna (su, kül, yağ, protein ve karbonhidrat bileşimine), fiziksel kompozisyonuna (yoğunluk, boşluk hacmi ve büyüklüğu, ürüne doğru olan ısı akış yollarını etkileyen diğer özellikler) bağlı olarak değişmektedir (Tavman ve Kumcuoğlu 2002, Mohsenin 1980).

Isıl özellikler içerisinde en yaygın olanı ısı iletkenliktir ve kurutma, donma ve sterilizasyon gibi ısısal işlemlerin kontrol parametresidir (Donsi ve ark. 1996).

Isıl özelliklerin saptanmasında, gıda sanayinde ekipman tasarımı ve fabrika organizasyonunun doğru olarak yapılması amaçlarının yanında en önemli diğer bir amaç ise elde edilen üründe kalite sağlanmasıdır. Isısal özelliklerden bu alanda daha çok önem taşıyan özellikler ise özgül ısı ve bunu takiben ısı iletkenlik ve ısı yayılım (difüzyon) değerleridir. Özgül ısı, bir maddenin sıcaklığını değiştirmek için ne kadar ısı sağlanması gerektiğini gösteren değerdir. Isıl iletkenlik ise bir materyalin ısıyı iletme yeteneğidir. Materyalin özgül ısı, ısı iletkenliği ve yoğunluğuna bağlı olarak hesaplanabilen ısı yayılım (difüzyon) değeri materyalin bir ısı kaynağından aldığı ısıyı iletme kapasitesinin ısı bünyesinde tutma kapasitesine oranı olarak tanımlanabilmektedir. Isıl difüzyonun artışı, ısı iletkenliğinin artması anlamına gelirken azalması ile ısının materyal tarafından tutulma kapasitesi artmaktadır (Tavman ve Kumcuoğlu 2002).

Tarım ürünlerinde ısısal özelliklerin saptanmasına yönelik olarak altı çeşit darı ve bu darıların unlarının ısısal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada %10-30 nem aralığında ısı iletim katsayısının materyalin nem içeriğinin artmasıyla arttığı saptanmıştır (Subramanian ve Viswanathan 2003).

Üç farklı sıcaklık ve beş farklı nem içeriğinde hodan otu tohumlarının ısı iletim katsayılarını belirlemek için yaptıkları çalışmada, ısı iletim katsayılarının %1.2–30.3 nem içeriği aralığında $0.11-0.28 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$ arasında değiştiği ve tohumların nem içeriği artışının ısı iletim katsayısını pozitif şekilde etkilediği saptanmıştır. Bu tohumların özgül ısıları ise $6-20 \text{ }^\circ\text{C}$ ilk sıcaklık ve %1.2–30.3 nem aralığında $0.77-1.99 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ arasında değişmiştir (Yang ve ark. 2002).

Çeltiğin ısısal iletkenliği %10–20 nem aralığında 0.0894 ve $0.112 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, değişmiştir ve nem ile arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır (Wratten ve ark 1969). Ayrıca %12-15 nem aralığında ve $43-86 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta, çeltiğin, kahverengi pirincin ve beyaz pirincin de ısısal iletkenlikler sırasıyla $0.622 - 0.837$; $0.819- 0.901$ ve $0.918 0.93 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ arasında bulunmuştur.

Kolza için yapılan bir çalışmada, ölçülen özgül ısı değerleri %7.31-37.60 (y.b.) nem aralığında $2.10-3.12 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ arasında değişirken, aynı nem aralığında ısısal iletkenlik $0.214-0.292 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ arasında ve ısısal difüzyon ise $1.486 \times 10^{-7} - 1.633 \times 10^{-7} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ aralığında değişmiştir (Tezer ve Kocabiyik, 2007).

Isı iletim katsayısının belirlenmesi için yapılan pek çok çalışmalarda (çeltik, mısır, arpa, ayçiçeği, buğday, kimyon, kahve tohumu vb.) ısı iletim katsayısı ile nem oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır (Singh ve Goswami 2000; Perez-Alegria ve ark. 2001; Yang ve ark. 2003; Kayisoglu ve ark. 2004; Tezer ve Kocabiyik 2007).

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal

Araştırmada Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 1997 yılında ıslahı gerçekleştirilmiş olan Türk çeltik çeşitlerinden Osmancık-97 kullanılmıştır. Bu çeltik çeşidi gerek Trakya Bölgesinde gerekse yurdun diğer çeltik üretimi yapan bölgelerinde hem üreticiler hem de tüketiciler tarafından çok beğenilen ve kalitesi Baldo'yu aratmayan bir çeşittir ve 2000 yılı başından bu yana, ülkemizde ekim alanı hızla artmaktadır. Bu çeşidin diğer belli başlı özellikleri aşağıdaki gibi sayılabilir (Anonim 2002b)

—Bitki boyu, 95-100cm arasındadır.

—Dane sarı renkte ve uzundur. Çeltiğin bin tane ağırlığı, 34-35 gr dır.

— Orta erkenci ve olgunlaşma süresi, 130–135 gündür.

— Kırksız pirinç randımanı %65'in üzerindedir. Pirinç bin dane ağırlığı, 24-26 arasında değişmektedir.

—Pirinç dane görünüşü camsı ve mattır. Pirince işlendiğinde net camsı görünüşe sahip pirinç mahsulü vermektedir.

—Dekara 800–1000 kg arasında bir verim potansiyeline sahiptir.

—Salkım yanıklık hastalığına orta derecede toleranslı ve kök boğaz çürüklüğüne dayanıklıdır.

— Serin hava ve soğuk sulama suyu koşullarından fazla etkilenmez.

3.2.Yöntemler

3.2.1. Örneklerin Kurutulması

Bölgede kullanılan kurutucularla ilgili yapılan anket çalışmaları ve kamu kuruluşlarından elde edilen bilgiler ışığında farklı model kurutucuların bir arada bulunabileceği İpsala bölgesindeki makineler deneme kapsamına alınmıştır. Bunlardan aynı çalışma prensibine göre çalışan (Şekil 1.2.), her biri 8-10.5 ton arasında kapasiteli, farklı yıllarda üretilmiş 4 farklı model hareketli tip kurutma makineleri test örneklerini kurutma amacıyla seçilmiştir. Bu makinelerin ayarlarının tüm üreticiler tarafından aynı yapıldığı saptanmıştır. Bu tip makinelerde optimum kurutma havası sıcaklığı 45 °C ve ürün sıcaklığı 36 °C olacak şekilde ayarlamalar yapılması gerekmektedir (Sürek 2002, Pınar 1984). Fakat çeltik kurutma sezonunda bölgedeki kurutucularda yapılan incelemeler sonucunda üreticilerin kurutma havası sıcaklığını 65–70 °C aralığında ve ürün sıcaklığını ise 38–45 °C arasında

ayarladıkları saptanmıştır. Denemelerde kullanılan tüm kurutucularda kurutma havası mazot kullanılarak ısıtılmıştır. Hasat edilen çeltik yığınları helezonlu bir götürücü yardımıyla kurutma makinesine konulmuştur. Yeni hasat edilen çeltiğin nemini belirlemek için örnekler alınmış ve tahıl nemölçer vasıtasıyla nem anlık olarak belirlenmiştir. Isıtılmış kurutma havası ürün içine belli bir basınç ile gönderilerek ısıtılmış havanın ürün içinden geçişi sağlanmıştır. Bu esnada ürün helezon yardımıyla depo içinde yukarıdan aşağıya doğru devir-daim ettirilmiştir.

Çalışmada çeltik kurutulmasında yaygın olarak kullanılan 1'i 1993 model (Makine 1), 1'i 2003 model (Makine 2) ve 1'i 2005 model (Makine 3) ve 1'ide 2006 model olmak üzere 4 farklı makinede çeltik kurutulmuştur. Bu kurutucuların teknik özellikleri Tablo 3.1' de çalışma prensibini gösterir şematik şekli Şekil 1.2.' de ve resimleri Şekil. 3.1.' de görülmektedir.

Çizelge. 3.1 Kurutucuların teknik özellikleri

Özellikler	Makine 1	Makine 2	Makine 3	Makine 4
Kapasite (m³)	8	10	10.5	10.5
Taşıma yüksekliği (mm)	3000	3800	4000	4000
Boşaltma zamanı (dk)	15	13	10	10
Yükleme zamanı (dk)	18–20	15	10–12	10
Nemi alış (saatte %)	8–9	7–8	6–7	5–7
Ağırlık kğ	1900	2150	2300	2350
Yakıt	Mazot	Mazot	Mazot	Mazot

3.2.2. Çeltik ve Pirinç Örneklerinin Kalite Değişimlerinin Saptanması

Denemeler iki aşamada yürütülmüştür. Birinci aşamada, yeni hasat edilmiş çeltiklerin özellikleri saptanmıştır, ikinci aşamada önceden belirtilen 4 farklı model kurutucuda ürün kurutulmuştur. Yeni hasat edilmiş ve kurutulmuş çeltik örneklerinde uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, alan ve hacim gibi bazı fiziksel özellikleri saptanmıştır. Kurutma kalitesinin göstergesi olarak sertlik ve kırksız pirinç randıman değerleri saptanmıştır(Çizelge 4.3)

3.2.3. Çeltik ve pirinç örneklerinin fiziksel özelliklerinin saptanması

Tanelerin uzunluğu, genişliği ve kalınlık değerleri saptanırken 0,01 mm hassasiyete sahip dijital sürgülü kumpastan yararlanılmıştır.

Geometrik ortalama çap (D_g), küresellik değerleri (Φ), yüzey alanı (S) ve hacim değerleri (V) aşağıda yer alan eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Mohsenin 1980, Arslan ve Vursavuş 2006).

$$D_g = (L * W * T)^{1/3} \quad (1)$$

$$\Phi = ((L * W * T)^{1/3} / L) * 100 \quad (2)$$

$$S = \pi D_g^2 \quad (3)$$

$$V = \frac{\pi B^2 L^2}{6(2L - B)} \quad (4)$$

Burada B değeri $(WT)^2$ olarak hesaplanmaktadır.

Bu eşitliklerde L uzunluk, W genişlik, T kalınlık boyutlarını göstermektedir.



1



2



3



4

Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan farklı kapasitelerdeki depo tipi kurutma sistemleri
(1-Makine 1, 2- Makine 2, 3- Makine 3, 4-Makine 4)

3.2.4. Maksimum kırıksız randıman, sertlik ve nem içeriği değerlerinin saptanması

Hasat edilmiş çeltik ve kurutulmuş çeltik örneklerinin nemi Şekil. 3.2.'de görülen Kett-Riceterl marka cihaz kullanılarak ölçülmüştür. Karşılaştırma amacıyla örneklerin nem değerleri kurutma metodu ile de saptanmıştır. Bu amaçla öncelikle ürünlerin ağırlıkları 0.01 g hassasiyetli terazi kullanılarak ölçülmüştür. Daha sonra ürün etüvde 105 °C sıcaklıkta 8 saat tamamen kurutulduktan sonra, soğutulması için desikatörde bekletilmiş ve ağırlıkları tekrar

ölçülmüştür. Aradaki farktan nem değeri yüzde yaş baz temel alınarak hesaplanmıştır. (Şehirli, 1989).



Şekil 3.2. Tahılların nemlerinin saptanmasında kullanılan cihazlar

Çeltiğin pirince işlenmesinde en önemli kalite unsuru kırksız randımandır. Kırksız randıman her ne kadar ekime başlamadan çeşit seçimi ile başlar ve yetiştirme tekniği ve çevre şartlarından etkilense de yüksek kırksız randıman için en önemli faktörlerden birisi de kurutma işleminin uygun yapılmasıdır. Yapılan araştırmalar en yüksek kırksız randımanın tanedeki nem içeriğinin %14 olduğu zamanda alındığını göstermektedir. Nem içeriği bu derecenin altına düştükçe veya yükseldikçe kırksız randıman oranı hızla düşmektedir (Ruiten 1994).

. Denemelerde kullanılan çeltiğin toplam maksimum kırksız pirinç randımanı saptanırken 100 gramlık çeltik örneklerinin kavuzları soyulmuş ve pirince işlenmiştir. Bu amaçla Şekil 3.3.'de görülmekte olan Zaccaria marka tahıl kalite kontrol ekipmanından yararlanılmıştır. Bu ekipmanda 100 gram çeltiğin pirince işlenmesi, tüm örnekler için 75 saniyede tamamlanacak şekilde ayar yapılmıştır. Bu makinede 100 g olarak hazırlanmış örneğin önce kabukları soyulmakta, parlatılmakta, elekler vasıtasıyla kırık pirinçler ayrılmakta ve siklonlar vasıtasıyla da kepek ve kavuz ayrılmaktadır. Bu bileşenler makinenin farklı çıkışlarından alınarak ayrı ayrı hassas terazide tartılmıştır. Ölçülen bu ağırlıklardan yararlanılarak kırksız randıman değerleri (%R) aşağıdaki eşitlikle saptanmıştır.

$$R = TM - (K + KP) \quad (5)$$

Bu eşitlikte TM toplam çeltik ağırlığı (g), K toplam kırık çeltik ağırlığı (g) ve KP kavuz ve kepek kütlelerini göstermektedir (g).



Şekil 3.3. Çeltiğin toplam kırıksız pirinç randımının saptanmasında kullanılan kompakt ekipman

Elde edilen pirincin kırılmaya karşı direncini gösteren ve önemli bir parametre olan kırılma direncinin saptanması amacıyla Lutron marka 5000 g kapasiteye sahip bir dinamometre uygun bası probu kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.5. Çeltik örneklerinin ısıl özelliklerinin saptanması

Bu çalışma kapsamında kurutulmamış ve kurutulmuş çeltik örneklerinin özgül ısıları, ısıl iletkenlikleri ve ısıl yayılım (difüzyivite) değerleri belirlenmiştir. Çeltik ve pirincin ısıl özelliklerinin saptanmasında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü tarafından hazırlanmış olan ölçüm setlerinden yararlanılmıştır.

3.2.5.1. Örneklerin özgül ısılarının belirlenmesi

Çeltiğin özgül ısısının belirlenmesinde karışım yöntemi kullanılmıştır (Mohsenin, 1980; Subramanian ve Viswanathan 2003; Tezer ve Kocabıyık 2007). Bu yöntem; ısı yalıtımı olan bir ortamda temas halinde olan sıcak ve soğuk kaynak arasında sıcak kaynağın kaybettiği ısının soğuk kaynağın kazandığı ısı miktarına eşit olduğu ilkesine dayanmaktadır. Kalorimetrede örneklerin su ile temaslarını önlemek için cam kapsül kullanılmış, ağırlığı belli olan cam kapsül yardımıyla kalorimetrenin kalibrasyonu yapılmıştır. Cam kapsül içerisine sızdırmaz şekilde yerleştirilmiş örnekler sıcak kaynak olarak kullanılan suyun içerisine daldırılmış (Şekil 3.4.) ve suyun sıcaklık değişimi Fluke 54 II termometre ve k tipi termokupl ile 1 s aralıklarla 90 s boyunca kayıt edilmiştir. Sıcaklık düşüşünün ve sıcaklık değişiminin durduğu anda kayıt işlemi durdurulmuş ve örneğin özgül ısısı için 6 numaralı eşitlik yazılarak bu eşitlikten çıkarılan 7 numaralı eşitlikten yararlanılarak hesap edilmiştir (Mohsenin, 1980). Nem içeriğinin özgül ısı üzerine etkisini belirlemek için denemeler iki tekrarlı olarak yapılmıştır.

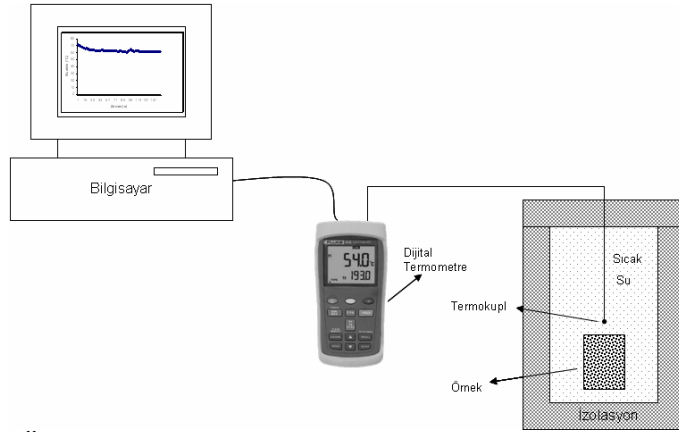
$$c_k w_k (T_{ki} - T_d) + c_ö w_ö (T_{öi} - T_d) = c_s w_s (T_d - T_{si}) \quad (6)$$

$$c_ö = \frac{c_s w_s (T_d - T_{si}) - c_k w_k (T_{ki} - T_d)}{w_ö (T_{öi} - T_d)} \quad (7)$$

Burada;

- $c_ö$: Örneğin özgül ısısı; $\text{kJ kg}^{-1}\text{K}^{-1}$,
- c_s : Suyun özgül ısısı; $\text{kJ kg}^{-1}\text{K}^{-1}$,
- c_k : Kalorimetre kabının özgül ısısı; $\text{kJ kg}^{-1}\text{K}^{-1}$,
- w_s : Kalorimetre kabındaki suyun miktarı; kg,
- w_k : Kalorimetre kapsülünün ağırlığı; kg,
- $w_ö$: Örneğin ağırlığı; kg,
- T_d : Denge sıcaklığı; K,
- T_{si} : Suyun ilk sıcaklığı; K,
- $T_{öi}$: Örneğin ilk sıcaklığı; K.

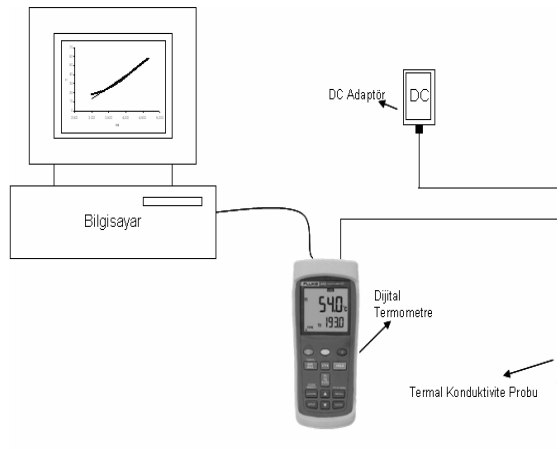
$$T_{ki} = T_{öi} \text{ olur.}$$



Şekil 3.4. Özgül ısı ölçüm düzeneği (Tezer ve Kocabıyık, 2007)

3.2.5.2. Örneklerin ısı iletim katsayılarının belirlenmesi

Çeltiğin ısı iletim katsayısı kararsız hal koşullarında ısıl iletkenlik probu kullanılarak belirlenmiştir (Mohsenin 1980; Tavman ve Tavman 1998, Tezer ve Kocabıyık 2007, Kayisoğlu ve Ark. 2004). Isı iletim katsayısının belirlenmesi için kullanılan ölçüm düzeneği Şekil 3.5’de görülmektedir. Isı iletim probu 3.84 mm çapında ve 130 mm uzunluğunda ve et kalınlığı 0.27 mm olan cam malzemedan yapılmıştır. Isıtma elemanı olarak 0.4 mm çapında ve 130 mm uzunluğunda ısıtıcı tel kullanılmıştır. Örneğin merkezine yerleştirilen ısı iletim probuna 4.5 V gerilim ve 1200 mA doğru akım uygulanmıştır. Uygulanan gerilim ve akım nedeniyle meydana gelen sıcaklık yükselmesi 1 saniye aralıklarla toplam 90 saniye kayıt edilmiş ve ısıtma elemanına giden güç kesilerek sıcaklığın düşüşü yine 1 saniye aralıklarla toplam 90 saniye kayıt edilmiştir.



Şekil 3.5. Isı iletim kat sayısı ölçüm düzeneği (Tezer ve Kocabıyık, 2007)

Probun ısıtıcı teline verilen ısı miktarı ve lnt değişim oranının belirlenmesiyle (Eşitlik 8), ısı iletim katsayısının (k_{δ}) hesaplanmasında 9 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır. Bu eşitlikte (R) ısıtıcı telin direnci ve (I) tele verilen akımdır (Sabapathy ve Tabil 2003).

$$\frac{d \ln(t)}{d(\Delta(\Delta - S))} = \frac{1}{S} \quad (8)$$

$$k_{\delta} = \frac{I^2 \cdot R}{4\pi} \frac{1}{S} \quad (9)$$

3.2.5.3. Örneklerin ısı yayılım (difüzivite) katsayılarının belirlenmesi

Çeltiğin ısı yayılım katsayısı ölçülen özgül ısı ve ısı iletim katsayılarından yararlanılarak eşitlik (10) yardımıyla hesap edilmiştir (Singh ve Goswami 2000; Irtwange ve Igbeka 2003). Saptanan değerlerden yararlanılarak çeltik nem içeriğinin ve kullanılan çeltik kurutucularının ısı yayılım katsayısına etkisi incelenmiştir.

$$\alpha_{\delta} = \frac{k_{\delta}}{\rho_{\delta} \cdot c_{\delta}} \quad (10)$$

Burada;

- α_{δ} : Isı yayılım katsayısı; $m^2 s^{-1}$,
- k_{δ} : Isı iletim katsayısı; $W m^{-1}K^{-1}$,
- ρ_{δ} : Yoğunluk; $kg m^{-3}$,
- c_{δ} : Özgül ısı; $J kg^{-1}K^{-1}$, dir.

3.2.6. Aşırı Kurutmanın Ekonomik Açıdan Etkilerinin Saptanması

Kurutma sırasında oluşan maliyet sabit masraflar ve değişken masraflar olmak üzere iki başlık altında toplanmaktadır (Anonim 2006b). Bu çalışmada sadece aşırı kurutmadan kaynaklanan maliyet farkı saptanmaya çalışıldığı için sabit masraflar dikkate alınmamış, değişken masraflardan aşırı kurutmaya bağlı olabilecek masraflar irdelenmiştir. Toplam değişken masraf (YTL/t) eşitlik 11 kullanılarak hesaplanabilmektedir (Anonim 2006b).

$$C_{dm} = C_y + C_e + C_i + C_d \quad (11)$$

Bu eşitlikte C_y yakıt masrafını, C_e elektrik masrafını, C_i işçi masrafını ve C_d diğer masrafları göstermektedir. Bu çalışma kapsamında değişken masraf bileşenlerinden sadece yakıt ve elektrik tüketimlerinden kaynaklanan masraflar dikkate alınmıştır. Üreticinin kendisi ve aile bireyleri çalıştıkları için işçilik masrafları yok sayılmış ve diğer masraflarda ihmal edilmiştir. Yakıt tüketimine yönelik masraflar eşitlik 12 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$C_y = \frac{YT * c_f}{m} \quad (12)$$

Bu eşitlikte YT 1 ton çeltiğin nemini bir birim düşürmek için harcanan yakıt miktarı (l/t), c_f 1 litre yakıtın maliyeti, m ürün miktarı olarak alınmaktadır. Hesaplamalar, sanayi fiyatı mazota göre daha düşük olan ve Trakya Bölgesindeki kurutucularda da yaygın olarak kullanılan LPG yakıtı fiyatı ve kullanım oranları göz önüne alınarak ve 1 ton ürün için yapılmıştır. 1 litre LPG fiyatı olarak sanayi kullanımı için Ocak 2008' de açıklanmış verilen fiyat (2.2545 YTL kg^{-1}) olarak alınmıştır. 1 ton çeltiğin nemini 1 birim düşürmek için gerekli olan yakıt miktarı ise Anonim (2004a) verilerinden yararlanılarak 2,148 $l t^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Optimum kırksız randıman ve uygun depolama koşulu sağlamak için çeltiğin %14 nem düzeyine kadar kurutulması uygun olsa da bu araştırma kapsamında üretici açısından aşırı kurutmadan kaynaklanan ekonomik kayıp %16 altındaki nem değerleri için hesaplanmıştır. Çünkü bölgedeki çeltik üreticileri ürettikleri mahsulü kuruttuktan sonra depolama yapmaksızın çeltik fabrikalarına veya Tarım Kredi Kooperatiflerine vermektedir. Gerek fabrikalar ve gerekse Tarım Kredi Kooperatifleri %16 nem değerindeki çeltiği dahi üreticiden almakta ve kendi tesislerinde %14 optimum nem düzeyine kadar kurutmaktadırlar.

Depo tipi hareketli kurutucularda 1 ton çeltiğin kurutulması sırasında kurutucu üzerindeki konveyörler ve fan gibi parçaların çalıştırılmasında kullanılan elektrik enerjisi miktarı literatürlerde 43 kWh olarak bildirilmiştir (Anonim, 2003). Denemeye alınan tüm kurutucularda konveyör ve fan özellikleri aynı olduğu için elektrik masraflarının belirleyici olmayacağı düşünülerek dikkate alınmamıştır.

Aşırı kurutma sırasında oluşan ürün ağırlık kaybından üreticinin ekonomik olarak karşılaşacağı kaybı bulmak için öncelikle su çekilme faktörü (SÇF) olarak tanımlanan her %1 nem düşüşü için % olarak kaybedilen su miktarını ifade eden faktörün saptanması gerekmektedir. Bu faktör eşitlik 13 kullanılarak bulunabilmektedir (Anonim, 2004a).

$$SÇF = \frac{100}{100 - M_s}$$

Bu eşitlikte M_s kurutma sonundaki nem içeriğini göstermektedir.

SÇF faktörü kullanılarak toplam üründen ne kadar kuru ürün elde edilebileceği hesaplanmakta ve bu değer çeltiğin birim fiyatı ile çarpılarak ekonomik olarak ne kadarlık bir kayıp oluştuğu saptanmaktadır. Hesaplamalar yapılırken Toprak Mahsulleri Ofisi'nin (TMO) 2007 mahsulü çeltik için açıkladığı alım fiyatı (ton başına 840 YTL) kullanılmıştır (<http://www.megahaber.net/index.php?mod=article&cat=T%C3%BCrkiye&article=94>).

3.2.7. Anket Hazırlanması ve Deneme Sonuçlarının İstatistiksel Analiz

Üreticilerle yapılan anket Ek 1' de verilmiştir. Bu anketin sonuçlarına bağlı olarak denemeye alınacak kurutucular seçilmiş ve üreticinin çeltik üretimi boyunca ve kurutma işlemi sırasında yaptığı uygulamalar saptanmıştır. Anketler sonucunda elde edilen özellikle üreticinin kurutma işlemi sırasında yaptığı uygulamaların olası sonuçları yapılan araştırma sonucunda elde edilen bulgularla ilişkilendirilerek bu uygulamaların kalite üzerine etkileri yorumlanmıştır.

Deneme kapsamında elde edilen sonuçlara ait varyans analizleri (One-Way Anova) ve regresyon testleri SPSS 10.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Trakya Bölgesinde Kullanılan Kurutucuların Genel Durumu ve Anket Çalışmasına İlişkin Sonuçlar

Trakya Bölgesinde çeltik kurutma amacıyla kullanılan sistemlerle ilgili bilgiler üretimin yoğun olduğu ilçeler olan İpsala, Uzunköprü ve Keşan Tarım İlçe Müdürlüklerinden ve Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğünün (TÜGEM) 2004 yılına ait verilerinden ve üreticilerle yapılan anket çalışmasından sağlanmıştır. Bu bilgilere göre bölgede yoğun olarak kullanılmakta olan kayıtlı 178 adet depo tipi değişik marka ve kapasitedeki makinelerin üretim tarihleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Bu çizelge incelendiğinde kullanılan kurutucuların yaklaşık %64’ünün 2000 yılından eski üretim tarihine sahip eski makineler olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1. Trakya Bölgesinde kullanılmakta olan kurutucular(Tügem 2004)

Makine imalat tarihleri	Sayısı	% olarak miktarı	Kapasiteleri (ton)
1985-1990	14	7.86	8
1991-1995	21	11.79	10
1996-2000	65	36.51	10.5
2001-	78	43.82	10.5

Anketler Keşan, İpsala ve Uzunköprü de bulunan 20 işletme ile gerçekleştirilmiştir. EK 1’ de verilmiş olan ankette görüldüğü gibi öncelikle çeltik üretimiyle ilgili genel uygulamalar hakkında bilgi edinilmiştir. Daha sonra kurutma ile ilgili daha detaylı bilgiler alınmıştır. Bu çalışmada işletmelerin genel durumu ve kurutma ile ilgili yapılan uygulamalara ilişkin sonuçlar değerlendirilmiş ve aşağıda maddeler halinde verilmiştir. Sonuçlar anket çalışmasına dahil edilen işletmelerin %’si olarak verilmiştir.

1) Çizelge 4.2.’ de görüldüğü gibi ankete alınan işletmelerin büyük çoğunluğunun (%40) 101–200 dekarlık alanda çeltik üretimi yaptıkları saptanmıştır. Anket yapılan işletmeler içerisinde maksimum üretim alanına sahip işletme 1200 dekadır. Ortalama değerler dikkate alındığında işletmelerin tarıma elverişli arazilerin %70’ inde çeltik tarımı yaptıkları belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Trakya Bölgesinde Çeltik Tarımı Yapılan Arazilerin Dağılımı

Çeltik Tarımı Yapılan Arazi varlığı (da)	%
10–50	13
51–100	20
101–200	40
201–500	20
501>	7
TOPLAM	100

2) Üreticilerin %100'ü hasat zamanı için ürün nemine bağlı bir cevap vermemişlerdir. Verilen cevaplar üreticilerin hasat zamanına bazı gözlemlere bağlı olarak karar verdiklerini göstermiştir (çiçeklenmeden 40–45 gün sonra, başakların %80' i sarardığı zaman vb. gibi). Oysaki yapılan çalışmalar hasat zamanının ürün nemine bağlı olarak doğru seçilmesinin (Osmancık çeşidi için optimum değer %23–24 olarak saptanmıştır) kırksız randımanı etkileyen en önemli etken olduğunu göstermektedir.

3) Bölgede üreticilerin %90'ı bu araştırma kapsamına alınan 4makine depo tipi kurutucuları kullanırken, %5'i farklı markalar ve %5'ide (küçük arazi sahipleri) doğal kurutma yapmaktadırlar. Makineli kurutma yapan üreticilerin %85'i kurutucuda yakıt olarak mazotu kullanırken %10'u LPG ve %5'ide kurutucuya ayrı bir kazan ekleyerek kömür kullanmaktadır. Üreticilerin kurutma işlemi ile ilgili belirttikleri en büyük problemler kurutucunun çalışma maliyeti ve tamir giderleridir.

4) Üreticilerin %10' u hasat ettikleri çeltiği taneler arasındaki nem eşitlenmesini sağlamayı beklemeden hemen kurutucuya almaktadır, diğer yandan %70'i ise 1–2 gün, %20'si 3-4 gün bekletmektedir. Oysaki ürünün optimum 4 saat ve en çok 24 saat bekletilmesinin ürün kalitesi açısından uygun olduğu bilinmektedir.

5) Kurutma süresi arazi büyüklüğüne bağlı olarak anket yapılan işletmelerin %35'inde 10-20 gün arasında ve %65'inde 4-5 günde tamamlanmaktadır.

6) Kurutucu ayarları yapılırken ürün sıcaklığı işletmelerin %70'inde 38-42 °C arasında ve %30'unda 42-45 °C arasında ayarlanmaktadır (optimum değer 36 °C). Kurutma havasının sıcaklığı ise işletmelerin %100'ünde 65–70 °C arasında yapılmaktadır. Oysaki yapılan araştırmalar sıcak havalı kurutma yapan depo tipi kurutucularda optimum kurutma havası sıcaklığının 45 °C olduğunu göstermektedir (Sürek 2002, Pınar 1984).

7) İşletmelerin %55'i ürünü %14 ve altında nem değerine kadar, %30'u %15 nem değerine kadar ve %15'i %16 nem değerine kadar kurutmaktadırlar (uygun bir depolama ve maksimum kırksız randıman elde etmek için optimum değer %14 ve fabrikaların kabul ettiği üst limit nem değeri %16' dır).

8) Üreticilerin %70'inin kurutma tesisi işletme içindeyken %30'ununki ise dışarıda bulunmaktadır. Dolayısıyla çeltiğin kurutma tesisinin olduğu yere kadar taşınması, yüklenmesi ve boşaltılması sırasında kayıplar oluşmaktadır. Ayrıca taşıma sırasında harcanan mazotta üreticiye ek bir masraf getirmektedir.

9) Kurutucuların %30'unda 1 birimlik nem değişimi 2-3 saat sürerken, %70'inde 1-2 saat arasında zaman almaktadır.

10) 2007 döneminde işletmelerin %50'sinde 600-650 kg/da , %40'ında 650-700 kg/da arasında ve %10'unda da 700-800 kg/da arasında verim alınmıştır. Bu ürünün satılması sırasında çeltiğin birim fiyatı 0.595–0.660 YTL/kg arasında değişmiştir.

11) İşletmelerin %70'i kuruttukları çeltiği depolamadan hemen elden çıkarmaktadır (çeltik fabrikaları, tüccarlar veya Tarım Kredi Kooperatifine vb.). %30'u ise depolama yapmaktadır. Fakat genel olarak depolama alanlarının yetersiz olduğu, depolama için gerekli olan uygun sıcaklık ve nem değerlerinin dikkate alınmadığı, fare ve kemirgenler için herhangi bir tedbirin olmadığı koşullarda depolamanın gerçekleştirildiği saptanmıştır. Ayrıca bazı işletmelerde yeterli kurutma yapılmadan (uygun depolama için %14) depolama nedeniyle üründe kızışma olmakta ve bu durum depolama kayıplarını arttırmaktadır.

4.2. Çeltik ve Pirincin Fiziksel Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

Bütün ölçümler 20 adet örnek için tekrarlanmıştır. Kurutmadan önce farklı işletmelerden alınmış olan yaş örneklerin ilk nem içerikleri birbirinden farklı olmakla beraber boyutsal özellikler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Yaş çeltik için ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerleri sırasıyla 8.8, 3.20 ve 2.18 mm olarak ölçülmüştür. Kurutulmuş çeltik için bu özelliklerdeki değişimler Çizelge 4.3' de görülmektedir. Farklı kurutucularda kurutulan aynı çeşit çeltik örneklerinde boyutsal olarak önemli bir farklılık saptanmamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi kurutma sonunda elde edilen çeltik nem içeriği her uygulamadan sonra hemen hemen eşit olmakla beraber (kurutma öncesi çeltik nem içeriğindeki standart sapma 2.29 iken kurutma sonrasında bu değer 0.17'ye düşmüştür) %16.6 oranında nem içeriği ile kurutulmaya başlanılan durumda (1) randıman değerlerinde ve kırılma dirençlerinde önemli bir düşüş olmuştur.

Çizelge 4.3. Farklı model kurutucularda kurutulmuş olan çeltiklerin fiziksel özellikleri (20 tane için yapılan ölçüm ortalamaları)

KURUTUCU MODELİ	Makine 1	Makine 2	Makine 3	Makine 4
Kurutma sonu çeltik nem içeriği (%)	13.9	14.5	14.1	13.6
Uzunluk (mm)	8.72 (0.52)	8.35 (0.33)	8.26 (0.65)	8.45 (0.28)
Genişlik (mm)	3.15 (0.20)	2.91(0.15)	3.12 (0.22)	3.03 (0.14)
Kalınlık (mm)	2.16 (0.058)	2.15 (0.083)	2.13 (0.12)	2.14 (0.06)
Geometrik Ort. Çap (mm)	3.89 (0.12)	3.734 (0.11)	3.79 (0.21)	3.79(0.11)
Küresellik (%)	44.7 (0.017)	44.7 (0.019)	46 (0.021)	44.9 (0.01)
Alan (mm ²)	47.73 (3.18)	43.82 (2.69)	45.4(5.21)	45.32 (2.75)
Hacim (mm ³)	18.34 (1.78)	16.14 (1.55)	17.19 (2.95)	16.99 (1.599)

(Parantez içindeki değerler standart sapmayı göstermektedir)

Farklı kurutucularda kurutulmuş çeltik örneklerinin pirince işlenmesinden sonra elde edilen kırık yüzdesi Çizelge 4.4’ de verilmiştir. Bu tablodan da anlaşıldığı gibi kırık yüzdesi en yeni makine olan makine 4’de en yüksek bulunmuştur. Bu sonuç da çeltik üreticileri tarafından kurutucu ayarlarının yanlış yapıldığını veya kurutma öncesinde yanlış uygulamaların yapıldığını göstermektedir.

Çizelge 4.4. Farklı makine kurutucularda kurutulmuş olan çeltiklerin işlenmesi sonunda elde edilen örneklerdeki kırıklı ve kırıksız pirinç miktarı (ölçümler 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir)

KURUTUCU MODELİ	Toplam Çeltik Ağırlığı (g)	Kırık Pirinç Ağırlığı (g)	Kırıksız Pirinç Ağırlığı (g)	Toplam Pirinç Ağırlığı (g)	Kırık Yüzdesi (%)
1	100	13.27	57.33	70.6	18.8
2	100	13.33	60.77	74.1	18
3	100	11.87	57.93	69.8	17
4	100	15.46	54.84	70.3	22

Bazı işletmelerde çeltik, nem içeriği oldukça düştükten sonra hasat edilmekte ve kurutucuya alınmaktadır. Biçerdöverde tane kayıplarının en aza indirilebilmesi için tane nem içeriğinin % 22–24 arasında olduğunda hasat yapılması gerektiği ve bu nem içeriğinde hasatın en yüksek kırksız pirinç randımanı eldesi için gerekli olduğu bilinmektedir. Düşük nem içeriğinde biçerdöverle hasatta tanelerde gizli kırık oluşmakta ve pirince işlemede kırksız randıman oranı düşmektedir (Beşer ve Sürek, 1996). Düşük nem içeriğinde hasat edilmiş ve makine 1 kurutucuya alınmış olan çeltikte elde edilen düşük randıman (%54.84) ve elde edilen pirincin kırılmaya karşı hassasiyetinin de diğerlerine göre yüksek olması, yani kırmak için gerekli kuvvetin diğerlerine göre oldukça düşük olarak saptanması (7.35 N) bunu doğrulamaktadır (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Kurutulmuş çeltiğin kırksız randıman ve kırılma direnci değerleri

KURUTUCU MODELİ	Kurutma öncesi çeltik nem içeriği (%)	Kurutma sonrası çeltik nem içeriği (%)	Elde edilen pirinç nem içeriği (%)	Randıman (%)	Kırılma direnci (N)
1	16.6 (0.25)	13.9 (0.17)	13.8 (0.02)	57.33 (0.09)	7.35 (0.18)
2	19.1 (0.06)	14.5 (0.25)	13.8 (0.05)	60.77 (0.1)	11.49 (0.27)
3	21.5 (0.21)	14.1 (0.16)	13.6 (0.07)	57.93 (0.12)	13.16 (0.16)
4	19.8 (0.51)	13.6 (0.25)	13.5 (0.09)	54.84 (0.03)	8.46 (0.11)

(Parantez içindeki değerler standart sapmayı göstermektedir)

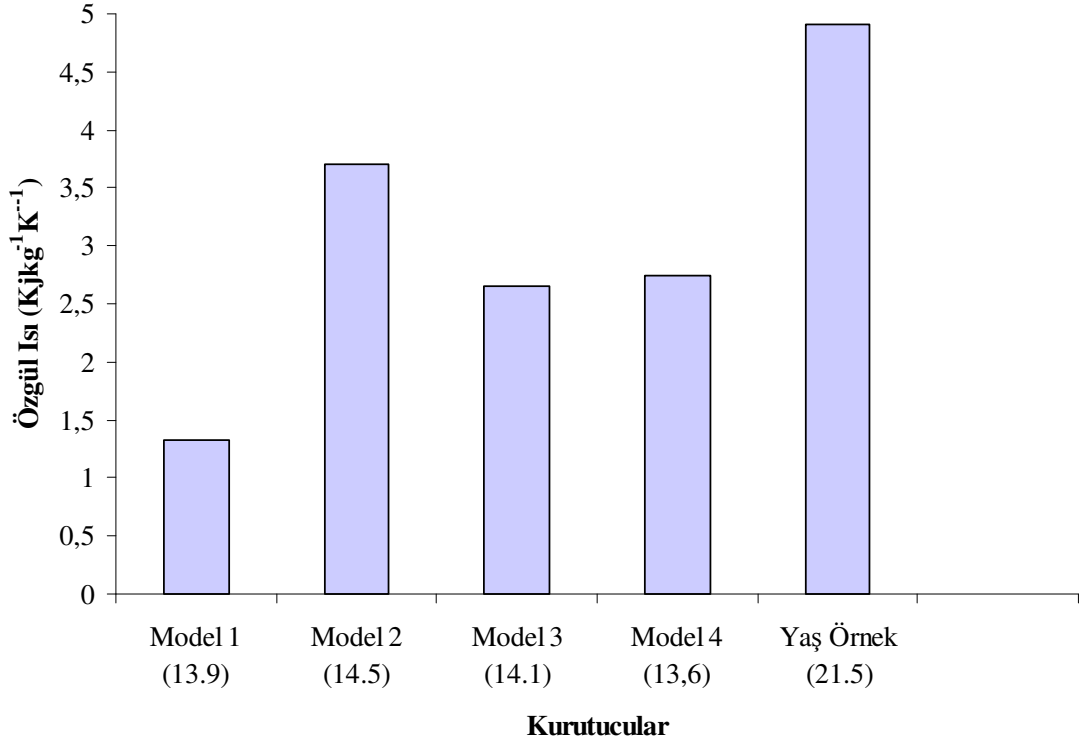
Kurutma öncesindeki çeltik nem içeriği ile çeltiğin kırılma direnci arasındaki ilişki yapılan regresyon analizine göre $P < 0.01$ önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Fakat kurutma sonunda elde edilen pirinç örneklerinin nem içeriği ile kırılma dirençleri arasında önemli bir ilişkinin olmadığı saptanmıştır ($R^2 = 0.009$, $P > 0.05$). Bu durum kurutma sırasında kurutuculardaki kurutma işleminin çeltiğin bünyesine farklı etki etmesi ile açıklanabilir. Çizelge 4.5' de verilen kırılma direnci değerlerinin, makine 1 ve makine 4 kurutucularda kurutulan çeltikten elde edilen pirinç örneklerinde düşük olması, bu kurutucuların çeltiği istenenden daha hızlı kuruttuğu şeklinde yorumlanabilir. Bu ise kurutucunun imalat yılının yanı sıra kurutma ayarlarının ürün kalitesi üzerine ne kadar etkili olduğunu doğrulamaktadır.

Yapılan incelemeler sonucunda hasat edilen ürünün hasat edilir edilmez hemen kurutma makinesine atılmaması ve 24 saati geçmeyecek şekilde bir süre bekletilmesi gerekirken bazı üreticilerin bu bekletmeyi yapmadan hemen kurutma işlemini yaptığı

saptanmıştır (en az 4 saat). Bu ise nem içeriği yüksek taneler ile kuru taneler arasında nem içeriği bakımından dengenin sağlanamaması ve sonuç olarak homojen olmayan bir kurutmaya sebep olmaktadır. Bundan dolayı daha düşük kırksız randıman elde edilmektedir. Öte yandan üreticinin bu konuda oldukça dikkatli olması gerekmekte ve çeşide bağlı olarak eğer ürününün nem içeriği çok yüksekse istenmeyen kokular ve renk değişimlerine neden olmamak ve kaliteyi düşürmemek için hasattan en geç 24 saat sonra çeltik kurutucu içine alınmalıdır. Fakat yapılan anket çalışmasının sonuçlarına göre üreticinin bu konuya dikkat etmediği ve 4-5 gün kadar ürünü kurutmadan bekleten üreticilerin olduğu saptanmıştır.

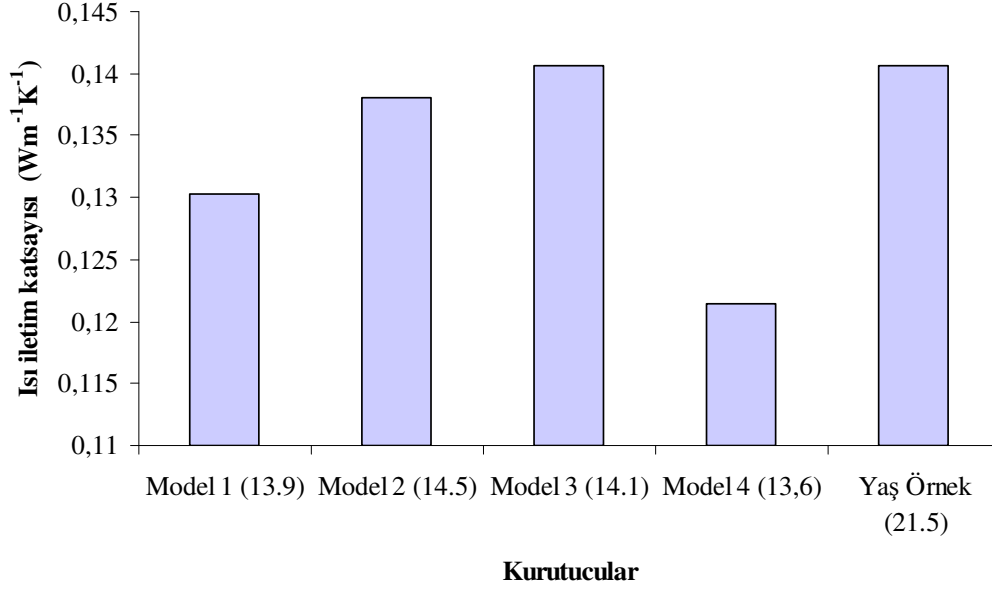
4.3. Çeltik ve Pirincin Isısal Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

Şekil 4.1'de yaş çeltiğin ve farklı makine kurutucularda kurutulmuş çeltiğin özgül ısılarındaki değişim görülmektedir. Bu çalışmada özgül ısının bir kalite kriteri olarak saptanması kurutmadan sonra ürünün depolanması sırasında depo koşullarına dayanıklılık açısından irdelenmiştir. %21.5 ilk neme sahip yaş çeltikte özgül ısı $4.91 \text{ kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. En yüksek son nem içeriğine (%14.5) sahip olan Makine 2 ile kurutulan çeltiklerin ısıtılması için gerekli ısı enerjisi $3.7 \text{ kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ olarak diğer kurutulmuş örneklerinkine göre daha fazla bulunmuştur. Tezer ve Kocabıyık (2007) sonuçları bunu desteklemektedir. Bununla beraber Makine 1'de kurutulan %13.9 nem içeriğine sahip örneklerin özgül ısı ortalamaları 1.32 birim ve Makine 4'de kurutulan %13.6 nem içeriğine sahip örneklerin özgül ısı ortalamaları ise $2.74 \text{ kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ olarak saptanmıştır. Kurutulmuş çeltik örneklerinin özgül ısı değerlerinden de anlaşıldığı gibi makine 2'de kurutulan çeltik örneklerinde depolama sırasında ısınan ürünün birim miktarını $1 \text{ }^\circ\text{C}$ serinletmek için daha fazla enerji gerektiği anlaşılmaktadır. Gerekli olan enerjinin Makine 4'de kurutulmuş olan örneklerde (nem içeriği %13.6), Makine 1'de kurutulan örneklerinkine göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.



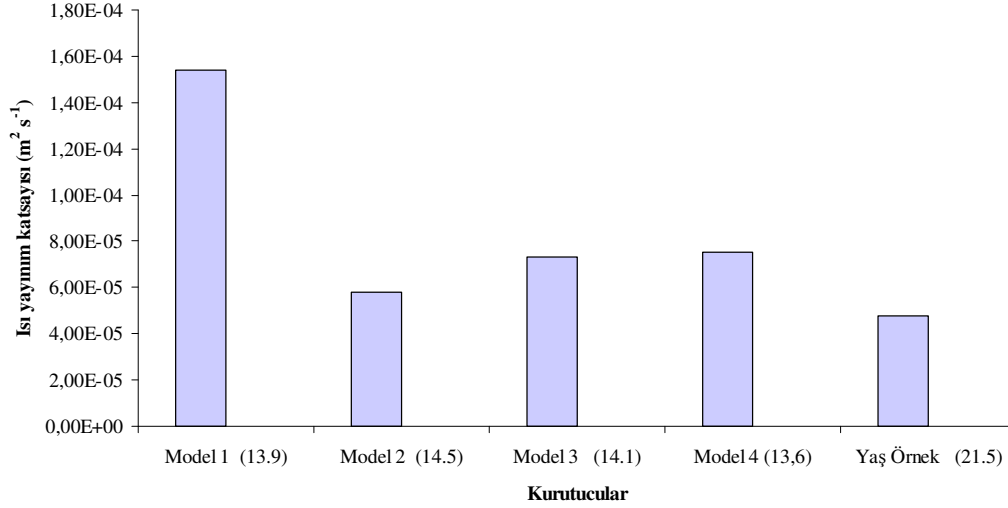
Şekil 4.1. Farklı makinelerde kurutulmuş çeltiğin özgül ısısının değişimi (parantez içerisindeki değerler o örneğe ait nem ortalamasını göstermektedir)

Şekil 4.2’de yaş çeltiğin ve farklı makine kurutucularında kurutulmuş çeltiğin ısı iletim katsayılarına ait ortalama değerler görülmektedir. %21.5 ilk neme sahip yaş çeltikte ısı iletim katsayısı değeri $0.1406 \text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. En yüksek son nem içeriğine (%14.5) sahip olan makine 2 ile kurutulan çeltiklerin ısı iletim katsayısı $0.1381 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ olarak diğer kurutulmuş örneklerinkine göre daha fazla bulunmuştur. Bununla beraber makine 1’de kurutulan %13.9 nem içeriğine sahip örneklerin ısı iletim katsayısı ortalama olarak 0.1303 ve makine 4’de kurutulan ve %13.6 nem içeriğine sahip örneklerin ısı iletim katsayısı ortalamaları ise $0.1214 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ olarak saptanmıştır. Bilindiği gibi ısı iletim katsayısı materyalin sıcaklığa cevap verme hızının bir göstergesidir. Sonuçlar incelendiğinde bu değerlerin makine 3’de kurutulan çeltiklerde en yüksek ve makine 4’de kurutulan çeltiklerde ise en düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. Farklı makinelerde kurutulmuş çeltik örneklerinin ısı iletim katsayıları

Şekil 4.3’de yaş çeltiğin ve farklı makine kurutucularında kurutulmuş çeltiğin ısı yayılım katsayılarına ait ortalama değerler görülmektedir. %21.5 ilk neme sahip Makine 1’de yaş çeltikte ısı yayılım katsayısı en düşük bulunmuştur ($1.54 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$). Makine 1, 2, 3 ve 4’de kurutulan örneklerin ısı yayılım katsayısı değerleri ise sırasıyla $4.75 \cdot 10^{-5}$, $5.8 \cdot 10^{-5}$, $7.3 \cdot 10^{-5}$ ve $7.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Sonuçlardan da anlaşıldığı gibi en düşük son nem içeriğine (%13.6) sahip olan makine 4 ile kurutulan çeltiklerin ısı yayılım katsayıları diğer kurutulmuş örneklerinkine göre daha fazla bulunmuştur. Bununla beraber makine 1’de kurutulan %13.9 nem içeriğine sahip örneklerin ısı yayılım katsayısı ise diğerlerine göre oldukça yüksektir. Bilindiği gibi ısı yayılım katsayısının düşük olması ısıyı bünyede tutma kapasitesinin bir ölçüsüdür ve ısı yayılım katsayısının azalması ile pişirme süresinin azaldığı söylenebilir (Tavman ve Kumcuoğlu, 2002). Bu sonuçlar pişirme hızı açısından dikkate alındığında makine 1’de kurutulan ve %13.9 nem içeriğine sahip örneklerin ısı yayılım katsayısı değerlerinin en yüksek olduğu ve bunların pişirilmesi için gereken sürenin diğerlerine göre oldukça uzun olacağı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.3. Farklı makinelerde kurutulmuş çeltik örneklerinin ısı yayılım katsayıları

4.4. Aşırı Kurutma ile Olan Ekonomik Kayba İlişkin Sonuçlar

Materyal ve Yöntem bölümünde de belirtildiği gibi bu araştırma kapsamında üretici açısından aşırı kurutmadan kaynaklanan ekonomik kayıp %16 altındaki nem değerleri için hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda ağırlık kaybından ve yakıt masraflarının toplamından oluşan aşırı kurutmanın sebep olduğu toplam kayıplar 1 ton ürün için YTL olarak Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Buna göre özellikle makine 1 ve makine 4 ile yapılan kurutmalarda aşırı kurutma kaybının diğer makinelerle yapılan kurutmaya göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu ise kurutucuların eskiliğinden çok kurutma sırasında ve kurutma boyunca yapılan yanlış uygulamaların etkisinin ne denli önemli olduğunu doğrulamaktadır.

Çizelge 4.6. Aşırı kurutmadan kaynaklanan olası ekonomik kayıplar

KURUTUCU MODELİ	Çeltik ağırlık kaybı (kg/t)	Çeltik ağırlık kaybından dolayı oluşan kayıplar (YTL/t)	Yakıt tüketiminden kaynaklanan kayıplar (YTL/t)	Toplam (YTL/t)
1	24.39	20.49	10.16	30.66
2	17.54	14.74	7.26	22.00
3	22.12	18.58	9.20	27.78
4	27.78	23.33	11.62	34.96

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, bu çalışmada; Trakya Bölgesinde çeltik kurutma işlemleri için yoğun olarak kullanılmakta olan depo tipi kurutma makinelerinin durumu incelenmiş, yaygın olarak kullanılan makinelerden kurutma öncesi ve sonrasında alınan çeltik örnekleri ile bu örneklerden elde edilen pirinç örnekleri kalite açısından karşılaştırılmıştır. Özellikle bölgede aşırı kurutmadan, üreticinin kurutma öncesi ve kurutma boyunca yaptığı yanlış uygulamalardan, makine ayarlarından veya makinenin ömründen kaynaklanan kalite kayıplarının olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Yapılan incelemeler sonunda işletmelerde kurutma işlemi ile ilgili pek çok yanlış uygulamanın gerçekleştirildiği saptanmıştır. Bunlardan başlıcaları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

—Çeltik oldukça düşük nem içeriğinde hasat edilmekte ve kurutulmaktadır. Oysaki hasat zamanı kırksız pirinç randımanını etkileyen en önemli kriterlerden birisidir (Beşer ve Sürek, 1996). Osmancık çeşitlerinde yapılan bir çalışmada maksimum kırksız randımanın elde edilmesi için optimum hasat neminin %23–24 arasında olması gerektiği saptanmıştır (Evcı ve Ulger, 2006). Oysa hasat edildikten sonra çeltik örneklerinde yapılan nem ölçümleri, birçok işletmede hasat neminin %18.5-%22 arasında değiştiğini göstermiştir. Denemeye alınan en eski makine olan makine 1’ de kurutulmuş olan çeltikte elde edilen oldukça düşük kırksız randıman (%54.84) ve elde edilen pirincin kırılmaya karşı hassasiyetinin de diğerlerine göre yüksek olması, yani kırmak için gerekli kuvvetin diğerlerine göre oldukça düşük olarak saptanmasının (7.35 N) bundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Üreticiler kurutma maliyetini azaltmak için bu yanlış uygulamayı yapmaktadır fakat bu uygulama kırksız randımanı oldukça düşürmekte, tanede çatlamların oluşmasını kolaylaştırmaktadır.

—Sıcak havalı kurutma yapan depo tipi kurutucularda optimum kurutma havası sıcaklığı 45 °C ve ürün sıcaklığı 36 °C olacak şekilde ayarlamaların yapılması gerektiği yapılan çalışmalarla saptanmıştır (Sürek 2002, Pınar 1984). Fakat bu çalışma kapsamında çeltik kurutma sezonunda bölgedeki kurutucularda yapılan incelemeler sonucunda üreticilerin kurutma havası sıcaklığını 65–70 °C ve ürün sıcaklığını ise 38–45 °C aralığında ayarladıkları saptanmıştır. Oysaki bilindiği gibi çeltik kurutulması sırasında çatlama yakın yapısıyla özel dikkati gerektirmektedir. Kurutma havası ile tane sıcaklığı arasındaki bu sıcaklık farkının düşük olması tane içindeki sıcaklık farklılaşmasına bağlı çatlak oluşumunu en aza indirebilmek için tercih edilmesi gereken bir uygulamadır.

—Pirinç kalitesini etkileyen bir diğer etmende üreticinin hasat ettiği çeltiği taneler arasında nem homojenliği sağlayacak kadar (en az 4 en fazla 24 saat) bekletmeden direkt kurutmaya başlaması olarak saptanmıştır. Bunun yanında çeltiği kurutmadan 4-5 gün kadar

bekleten üreticilerde bulunmaktadır. Bu tür yanlış uygulamalar piriñte en önemli kalite göstergesi olan çatlamaların, tebeşirimsi tanelerin varlığının yüksek seviyelere çıkmasına ve bunun yanında kırıksız randımanın da oldukça düşmesine sebep olmuştur.

—Farklı kurutucularda kurutulan çeltik örneklerinden elde edilen piriñlerde nem içeriği her uygulamadan sonra hemen hemen eşit olmakla beraber %16.6 oranında nem içeriği ile kurutmaya başlanılan durumda randıman değerlerinde ve kırılma dirençlerinde önemli bir düşüş olmuştur. Buda ürünün ilk nem içeriğine bağlı olarak kurutucunun kurutma ayarlarının (ürün ve kurutma havası sıcaklığı) önemini göstermektedir.

— Yapılan anket çalışmaları sonucunda üretim alanına da bağlı olarak bu makinelerin kullanılmasıyla çeltik kurutma işlemlerinin genelde 4–10 gün arasında tamamlandığı, büyük işletmelerde ise 20 günü bulduğu saptanmıştır. Kurutma işlemlerinde en fazla şikâyet edilen konunun ise kurutma makinelerinde kullanılan yakıttan ve elektrikten dolayı kurutma işleminin yüksek maliyetli olması olarak saptanmıştır. Üreticiler kurutma makinesinin maliyetinin ve değişken masraflarının yüksek olması ve doğal koşullarda kurutmada hava koşullarının uygun olmamasından yakınmaktadırlar. Özellikle son yıllarda araştırılan alternatif yakıtlar bu soruna çözüm getirecektir. Son zamanlarda çeltik kurutma amacıyla uzak doğu ülkelerinde çeltik kavuzlarının yakıt olarak kullanılması uygulamaları yapılmaktadır. Çeltik kavuzları ülkemizde çeltik fabrikaları için büyük sorun olan, kullanım alanı çok kısıtlı olan ve elden çıkarmaya çalıştıkları materyallerdir. Bundan dolayı bu veya bunun gibi alternatiflerin hareketli tip çeltik kurutucularda da yaygınlaştırılması üretici için çok büyük bir kazançlar getirecektir.

6. KAYNAKLAR

- Akaryıldız , E (1998). Pnömatik Nakil Metoduyla Tahıl Kurutulmasının Araştırılması, Yıldız üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Doktora Tezi, İstanbul.
- Anonim (1997). Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Gelişme Raporları. Edirne.
- Anonim (1998). Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Gelişme Raporları. Edirne.
- Anonim (2002a). <http://www.omkhadya.com/quality.htm>
- Anonim (2002b) (<http://www.bizimmarketdergisi.com/?sid=47&hid=156>):
- Anonim (2003). High Temperature Rice Drying. Rice Quality Workshop, 2003, http://www.plantsciences.ucdavis.edu/uccerice/QUALITY/rqw2003/C-11Heated_air_drying.pdf
- Anonim (2004a). Costs for Overdrying Crops. Univeristy of Minnesota, Biosystem and Agricultural Engineering. Engineering Notes , <http://www.bae.emn.edu> (Erişim tarihi, 2004).
- Anonim (2004b). Paddy Drying Systems. International Rice Research Institute (IRRI).
- Anonim (2006a). Türkiye’de Çeltik Üretimi ve Pirinç Tüketimi, Türkiye Hasad Gıda Dergisi. 252: 9–12.
- Anonim (2006b). Economic Aspect of drying. <http://www.knowledgebank.irri.org>
- Arslan, S ve Vursavuş K (2006). Bir Badem İşleme Makinası Tasarımı İçin Gerekli Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi. Tarım Makineleri Bilimi Dergisi, 2(3): 245–254.
- Ban, T (1971). Rice Cracking in High Rate Drying. Japanese Agricultural Research Quarterly, 6: 113–116.
- Beşer, N., H. Sürek, (1996). Çeltik Hasat, Harman, Kurutma ve Depolama. Marmara’da Tarım. Sayı:67: 24–24.
- Cemeroğlu B, Acar J (1986). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:6, Ankara.
- Celement G, Seguy J (1994). Behaviour of Rice During Processing. Agriculture and Development, 16: 38–46.
- Cogburn R R (1994). Rough Rice Storage. In Rice chemistry and Technology. Edt. Juliona, B.O., 265-287.
- De Datta S K (1981). Principles and Practices of Rice Production. John Willey and Sons, New York.

- De Pauda D (1970). Basic Principles in Grain And Milling. Pages 247–260 in University of the Philippines College of Agriculture in cooperation with the international Rice Production Manual. Los Banos, Philippines
- Duff B, Toguero Z (1975). Factors Affecting The Efficiency of Mechanization in Farm Level Rice Post-Production Systems. IRRI paper 75-04 AE. Los Banos, Philippines.
- Donsi G, Ferrari G, Nigro R (1996). Experimental Determination Of Thermal Conductivity Of Apple And Potato At Different Moisture Contents. J. Food Eng. 30: 263–268.
- Elçi Ş, Geçit H, Kolsarıcı Ö (1994). Tarla Bitkileri Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara.
- Evcı G, Ülger P (2006). Çeltiğin Hızlı Kurutulması Sonucunda Maksimum Randıman Alabilmek Amacıyla Hasat Nemi - Maksimum Randıman Arasında İlişkinin Belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(3): 275-284
- FAO (2002). FAO Production Yearbook.
- Faure J, Mazaud F (1995). Rice Quality in European Union. Agricultural Development. Özel baskı, 2-10.
- Finassi A (1979). Rice and Food for Development, Fiat Trattori Edition, Torino, İtaly.
- Gaytancıoğlu O (1997). Türkiye’de Çeltikte Uygulanan Üretim, Fiyat ve Pazar Politikalarının Değerlendirilmesi. T.Ü. Fen Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Tekirdağ.
- Güzel E, Ülger P, Kayışoğlu B (1996). Ürün İşleme ve Değerlendirme Tekniği. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No. 145, Ders kitapları yayın no. 47, Adana.
- Huey B A (1977). Rice production in Arkansas. University of Arkansas, Division of Agriculture, and USDA Cooperating Circ.
- Irtwange SV, Igbeka J C (2003). Influence of Moisture Content on Thermal Diffusivity and Specific Heat of African Yam Bean (*Sphenostylis stenocarpa*). Transactions of the ASAE 46(6): 1633-1636.
- Kayisoglu B, Kocabiyik H, Akdemir B (2004). The Effect of Moisture Content on The Thermal Conductivities of Some Cereal Grains. Journal of Cereal Science 39: 147–150.
- Kunze O R, Prasad S (1978). Grain Fissuring Potentials in Harvesting and Drying of Rice. Transaction of ASAE. Vol.21, No. 2:361-366.
- Kunze OR (1979). Fissuring of The Rice Grain After Heated Air-Drying. Transactions of the ASAE, 22:1197–1202 1207 .
- Mossman A P (1986). A Review of Basic Concepts in Rice-Drying Research. Critical Rev. in Food Sci and Nutr. 25(1):49–70.

- Mohsenin NN (1980a). Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Mohsenin NN (1980b). Thermal Properties of Food and Agricultural Materials. New York, NY: Gordon and Breach.
- Perez-Alegria LR, Ciro HJ, Abud L C (2001). Physical and Thermal Properties of Parchment Coffee Bean. Transactions of the ASAE 44(6), 1721-1726.
- Pınar Y (1984). Çeltik Tarımında Mekanizasyon Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, Erzurum.
- Ruiten H T L (1994). Rice Milling: an Overview. in Rice Chemistry and Technology. Edt. Juliona, B.O. pp:349-388.
- Sabapathy N, Tabil L G (2003). Thermal Conductivity of Kabuli Type Chickpea. ASAE/CSAE North Central Intersectional Meeting, Fargo, North Dakota, October 3-4, ASAE Paper No. RRV03-0012. <http://www.ageng.ndsu.nodak.edu/asae/rrv/RRV03-0012.pdf>
- Singh K, K.Goswami T K (2000). Thermal Properties of Cumin Seed. Journal of Food Engineering 45:181-187.
- Subramanian S, Viswanathan R (2003). Thermal Properties of Minor Millet Grains and Flours. Biosystems Engineering 84(3)289-296.
- Sürek H (2002). Çeltik Tarımı. 1:132-143. Hasat Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul , Türkiye.
- Şehirli S (1989). Tohum ve Teknolojisi , Ankara.
- Tavman S, Tavman I H (1998). Measurement of Effective Thermal Conductivity of Wheat As a Function of Moisture Content. International Community Heat Mass Transfer 25(5):733-741.
- Tavman S, Kumcuoğlu S (2002). Tarım Ürünlerinin Isıl Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği Çalıştayı, 105-119. 21-22 Mart. İzmir.
- Tezer D, Kocabıyık H (2007). Kolzanın Isısal Özelliklerinin Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1), 65–70.
- Ülger P (2002). Kurutma ve Soğutma Ders Notları. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü, Tekirdağ Ders notları.
- Vo-tong X, Ross V (1976). Training Manuel For Rice Production. int. Res. Inst. Los Banos, Philippines.
- Yağcıoğlu A (1999). Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No.: 536. Bornova, İZMİR.

Yang W, Sokhansanj S, Tang J, Winter P (2002). Determination of Thermal Conductivity, Specific Heat and Thermal Diffusivity of Borage Seeds. *Biosystems Engineering* 82 (2):169-176.

Yang W, Siebenmorgen T J, Thielen T P H, Cnossen A G (2003). Effect of Glass Transition on Thermal Conductivity of Rough Rice. *Biosystems Engineering* 84 (2):193-200.

EK 1

TRAKYA BÖLGESİNDEKİ ÇELTİK ÜRETİMİ VE KURUTULMASINDA YAPILAN İŞLEMLERİN SAPTANMASI ÜZERİNE BİR ANKET ÇALIŞMASI

Tarih- Yer:

Ailedeki Birey Sayısı:

Anket No:

Tarımla Uğraşan Birey Sayısı:

Çeltikle Uğraşan Birey sayısı:

GENEL DURUMA VE HASAT ÖNCESİ YAPILAN İŞLEMLERE YÖNELİK SORULAR

- 1) Toplam Arazi Varlığınız Nedir?
(da)
- 2) Çeltik Tarımı Yapılan arazi Varlığınız
(da)
- 3) Toplam arazi varlığınızın yüzde kaçını çeltik tarımına ayırdınız?
- 4) İlk toprak işlemeyi ne zaman yapıyorsunuz?
- 5) ilk toprak hazırlığında tarlayı kaç defa sürüyorsunuz?
- 7) Tesviye işlemini nasıl yapıyorsunuz?
 - a) traktör + tesviye küreği
 - b) özel tesviye makine si
 - c) insan ve hayvan gücü
- 8) Tesviye işlemini tahmini olarak kaç günde bitiriyorsunuz?
- 9) Suyu nasıl temin ediyorsunuz?
- 10) Tohumu ekime nasıl hazırlıyorsunuz?
- 11) Ekim işlemini ne zaman yapıyorsunuz ve nasıl bir tohumluk kullanıyorsunuz?
- 12) Ekim yöntemleriniz nelerdir?
- 13) Gübrelemeyi nasıl ve ne zaman yapıyorsunuz?

KURUTMA İŞLEMİNE VE ÜRÜN KALİTESİNE ETKİLİ OLABİLECEK UYGULAMALARA İLİŞKİN SORULAR

14) Hasat zamanını nasıl belirliyorsunuz? Ortalama hasat nemi nedir?

15) Hasat tahmini kaç gün sürüyor?

16) Kurutmadan önce ürünü bekletiyor musunuz? Beklet' yorsanız bu bekleteme ne kadar ne kadar sürüyor?

17) Kullandığınız çeltik kurutucusunun markası nedir?

18) Kurutma makinesinde kullandığınız yakıt nedir?

19) Kurutma işlemini kaç günde bitiriyorsunuz?

20) Sizce kurutmada sıcaklık ne kadar olmalıdır?

21) Kurutma makinelerindeki kurutma hava sıcaklığını kaç dereceye ayarlıyorsunuz?

22) Kurutma makinelerindeki ürün sıcaklığını kaç dereceye ayarlıyorsunuz?

23) Sıcaklığın yüksek ya da düşük olması ürünü nasıl etkiliyor?

24) Kurutmadan sonra tane nemi kaçtır?

25) Kurutma esnasında ürün kaybınız yüzde kaçtır? Bunlar nelerden kaynaklanıyor.

26) Doğal kurutmamı yoksa makineli kurutucular mı daha iyi sonuç vermektedir?

27) Kurutma sırasında hava koşulları sizi nasıl etkilemektedir?

- 28) Evcil hayvanlar ve kuşlardan kaynaklanan kayıplar ne düzeydedir?
- 29) Aşırı kurutma yaptığınız oluyor mu?
- 30) Kurutmayı yaptığınız alan işletmeye ne kadar uzaktadır? Bu kayıpları nasıl etkiler?
- 31) Kurutma sırasın da nemi 1 birim düşürmek ne kadar zaman alır?
- 32) Çeltik kurutmada karşılaştığınız problemler nelerdir?
- 33) Çeltik tarımının yıllık olarak aile bütçesine katkısı nedir?
- 34) Yetiştirdiğiniz bu ürünü nereye veriyorsunuz? (Fabrika isimleri, uzaklıkları ve kg fiyatı)
- 35) Ortalama çeltik veriminiz ne kadardır?
(kg/da)
- 36) Depolama yapıyor mu yoksa direk işletmeye mi yolluyorsunuz?
- 37) Depolama yapılıyorsa depo sıcaklığı nedir?
- 38) Depolamada karşılaşılan sorunlar nelerdir?
- 39) Çeltik kurutmaya ilgili öneri ve dilekeleriniz nelerdir?
- 40) Genel olarak çeltik tarımında karşılaştığınız problemler nelerdir?

ÖZGEÇMİŞ

Suat Çatak 1981 yılında Kırklareli' de doğdu. İlk, ortaokul ve lise eğitimini Gaziantep'te tamamladı. 2004' de Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümünde Lisans eğitimini tamamlayarak Ziraat Mühendisi unvanı ile mezun oldu. Bir yıl 200 dönümlük bir arazide Elma ve Armut yetiştiriciliği yaptı. 2005 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Tarım Makineleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans Eğitimine başladı. 2007 yılında özel bir şirketle anlaşma yaparak finansal danışmanlık mesleğine geçiş yaptı. Bekâr olan Suat Çatak halen finansal danışmanlık mesleğini devam ettirmektedir.