

MISIRDA FARKLI ÖN İŞLEMLERİN KURUMA HIZINA ETKİSİ

Sercan ÖZLER
Amasya Valiliği, Amasya

Gazanfer ERGÜNEŞ Sefa TARHAN
Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Tokat

Geliş Tarihi: 04.10.2005

ÖZET: Mısırın, Türkiye’deki mevcut üretimi, ülke ihtiyacını karşılayamamaktadır. Tokat ve çevre illerde mevcut olan hasat sonrası kurutma ve depolama problemleri ve benzeri nedenlerden dolayı mısır tarımı, sınırlı ölçüde yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Tokat yöresinde yetiştirilen mısırların farklı kurutma ortamı ve ön işlem teknikleri kullanmak suretiyle, mısırdaki kuruma hızına etkisini belirlemek ve kurutma süresini azaltarak mevcut problemlere çözüm getirmektir. Denemelerde at dişi mısır, sert mısır ve şeker mısır olmak üzere üç mısır tipi kullanılmıştır. Mısır tane olarak % 2 etil oleat, % 4 potasyum karbonat, % 2 sodyum hidroksit çözeltilerinden bir tanesine 1 dakika süreyle bandırıldıktan sonra laboratuvar tipi kurutucuda kurutulmuştur. Ön işlem uygulanmayan muamele kontrol olarak alınmıştır. Kurutucuda hava sıcaklığı ortalama 49.3 °C ve hava bağıl nem % 21.5 tutularak kontrollü olarak denemeler yürütülmüştür. At dişi mısır ve şeker mısır örneklerinde kuruma hızı üzerine en etkili kimyasalın % 2 sodyum hidroksit olduğu belirlenmiştir. Sert mısırdaki ise kurutucuda yapılan kurutma denemelerinde ön işlem yapmanın pratik olmayacağı anlaşılmıştır. Ön işlemler kurutmanın kurutma maliyetine yapacağı etki ayrıntılı olarak araştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Mısır kurutma, kuruma hızı, ön işlem, etil oleat, sodyum hidroksit, potasyum karbonat

THE EFFECTS OF VARIOUS PRETREATMENTS ON THE DRYING RATE OF CORN

ABSTRACT: Current production of corn in Turkey does not meet the country’s need. Corn agriculture has been realized in limited manner, because of drying- storing problems of corn after the harvest period in Tokat and in neighbourhood provinces and similar problems like that. The aim of this study is to solve the drying problems of corn in this province by using different drying methods and various pretreatments for accelerating the drying rate and shortening the drying time of corn. Three different corn types (dent corn, flint corn and sweet corn) were used in drying trials. Shelled-corn samples were dipped in one of the chemical solutions (2 % ethyl oleate, 4 % Potassium carbonate or 2 % Sodium hydroxide) for one minute. After dipping, the corn samples were placed in a laboratory-type tray dryer. Untreated samples were used as control samples. In the laboratory dryer, the air temperature and humidity values were kept at around 49.3 °C and 21.5%, respectively. It was found that 2% Sodium hydroxide solution was the most effective chemical solution for dent corn and sugar corn dried in a laboratory drier but there was no effect on the drying of flint corn dried in the same drier. Cost analysis should be performed to assess the economical benefits based on the results obtained from the drying trials.

Key Words: Corn drying, drying time, pretreatment, ethyl oleate, sodium hydroxide, potassium carbonate

1. GİRİŞ

Mısır yem, nişasta, glikoz şurubu ve yağ üretimi başta olmak üzere birçok sanayi kolunda kullanılan önemli bir ticari tarım bitkisidir (Kırtok, 1998). Türkiye’de mevcut mısır üretimi, tüketimi karşılayamamaktadır, yaklaşık bir milyon tonluk mısır açığı olduğu tahmin edilmektedir (Kırtok, 2003). Bu durum başta hayvancılık olmak üzere mısıra dayalı bütün üretim sektörlerini olumsuz etkilemektedir. Tokat yöresinin toprak, sulama ve iklim koşulları uygun olmasına rağmen 2002 yılında mısır üretimi 10.494 tonla sınırlı kalmıştır (Anonymous, 2002). Dekara verim 265 kg/da olarak belirlenmiştir. Verim değerinin dünya ortalaması 434 kg/da’dır (Anonymous, 2002).

Tokatlı çiftçilerle yapılan, görüşmeler sonucunda mısırın tam olarak kurutulmadığı için kısa sürede mısırdaki bozulma ve kızılsmanın başladığı belirlenmiştir. Bu sebeple, çiftçiler mısır ekimini sınırlı yapmakta ve hasat ettikleri nemli mısırları hemen hayvanlara yem olarak kullanmaktadırlar. Bu yörede mısır için uygun ve ekonomik kurutma ve depolama

şartların belirlenmesi, mısır üretimini ve mısıra dayalı hayvancılık gibi diğer ticari faaliyetleri artıracaktır.

Tokat yöresinde yukarıda da söz edildiği gibi mısır kurutmada çiftçilerle yapılan görüşmeler neticesinde problem olduğu anlaşılarak incelemeler yapılmış ve bu incelemeler neticesinde çok yıllık meteorolojik verilere göre Tokat yöresinde Eylül ayında hasat edilen mısırları kurutmak için çevre havasının 3°C yükseltilmesi gerekirken, kurutma Kasım ayına kaldığı zaman bu sıcaklık artışının 6°C’e çıkarılması gerektiği tespit edilmiştir (Tarhan ve ark., 2003).

Ülkemizde yetiştirilen at dişi mısırın kenarları yukarıya doğru sert ancak ortası ve üstü yumuşak nişastadan oluşmuştur. Sert mısırın ise endosperm merkezindeki nişasta yumuşak, onu çevreleyen dış kısımlar serttir. Tanelerin üst kısmı yumuşaktır. Şeker mısırın olgun taneleri saydam ve kırışiktir. Tanesindeki protein ve yağ oranı da diğer mısırlara göre daha fazladır (Sencar ve ark., 1994).

Mısır yem sanayisinde kullanılacaksa, yüksek sıcaklıkta kurutmanın olumsuz etkisi yoktur. Kurutulan ürün gıda sanayisinde kullanılacaksa kurutma sıcaklığının 60°C değerinin üzerine

çıkması gerekir. Bunun yanında, mısır tohumluk olarak kullanılacak ise 36°C'den daha yüksek sıcaklıkta kurutulmamalıdır (Kırtok, 1998).

Önişlem, tarım ürünlerinin kurumadan önce içlerindeki nemin daha hızlı alınması; renklerin, tatların, besin değerlerinin korunması/artırılması; üzerlerindeki olası mikrobik aktivitelerin engellenerek hijyenikliklerinin sağlanması, standartlara uygun şekil ve boyut özelliklerinin elde edilmesi için yapılan fiziksel ve kimyasal işlemlerin bütününe denir (Özler ve ark., 2004).

Adapazarı bölgesinde yetiştirilen at dişi mısırla (*Zea mays indentata*) yapılan çalışmada, mısır koçanları % 4 K₂CO₃ ve % 2 etil oleat çözeltisine 1 dakika süreyle bandırılmış ve daha sonra 55, 65 ve 75 °C sıcaklıktaki kurutma odasında kurutulan örneklerle ön işlem görmemiş örneklerin kuruma süreleri karşılaştırılmıştır. Ön işleme tabi tutulan örneklerin kuruma hızının arttığı, bunun yanında etil oleat solüsyonuyla işlem görmüş mısırların işlem görmeden kurutulmuş mısırdan daha parlak ve daha sarı olduğu görülmüştür. Kuruma hızının ortalama % 25.6 oranında attığı gözlemlenmiştir (Doymaz ve Pala, 2003).

Şeker mısırdaki kimyasal ön işlemin etkisini araştırmak amacıyla % 1'lik etil oleat çözeltisine oda sıcaklığında 30 sn bandırılmış, şeker mısır örnekleri, 10 m/s hava hızında ve üç farklı sıcaklıkta (50, 61 ve 69.5 °C) kurutulmuşlardır. Mısırların başlangıçtaki nem içeriklerinin 3.2-4.4 g su/g kuru madde değerinden, 0.20 g su/g kuru madde değerine inmesi için, ön işlem uygulanmamış örnekler 2.1-2.8 kat fazla kuruma süresine ihtiyaç duyduğu belirlenmiştir (Suarez ve ark., 1984).

Durak (2000), tünel tipi kurutma serasında ve dış ortamda yaptığı çalışmada; Tokat bölgesinde yetiştirilen biber, domates ve mısırı kurutmuştur. Mısırlar koçan ve tane olarak üç farklı dönemde denenmiştir. Tane halinde kurutulan mısırlar her iki ortamda da koçan halinde kurutulan mısırlardan daha çabuk kurumuşlardır (Durak, 2000).

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Kurutma denemelerinde at dişi mısır (*Zea mays indentata* Sturt.) olarak TTM-813 çeşidi, sert mısır (*Zea mays indurata* Sturt) olarak populasyon ve şeker mısır (*Zea mays sacharata* Sturt.) olarak Merit çeşidi kullanılmıştır. At dişi mısır Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Deneme üretim alanlarından, şeker mısır ve sert mısır ise Tokat Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Denemeye alınan mısır tanelerine ait bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemeye alınan mısır örneklerine ait bazı özellikler

Özellik	At dişi Mısır	Sert Mısır	Şeker Mısır
En (mm)	8.52 ± 1.00	8.89 ± 0.89	7.37 ± 0.89
Boy (mm)	11.63 ± 0.64	11.31 ± 0.62	12.07 ± 0.95
Kalınlık (mm)	4.55 ± 0.53	4.99 ± 0.79	3.38 ± 0.70
Bin tane ağırlığı (gr)	388.4 ± 9.24	441.84 ± 10.4	236.12 ± 5.44
Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	12.80	15.26	9.77
Ürün Nemi (%yb)	25-30	37	25

Denemeler, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü tarafından gerçekleştirilen laboratuvar tipi kurutucuda yapılmıştır. Laboratuvar tipi kurutucu fan, ısıtıcı ve kurutma ünitesinden oluşmaktadır. Fan radyal tip olup, 1350 m³/h hava kapasitesine sahiptir. Hava giriş ağız 12 cm çapındadır ve istenilen debiyi sağlayabilmek amacıyla giriş kısmına bir damper düzeni yerleştirilmiştir. Denemeler süresince, ayarlanan damper yardımıyla hava hızı 0.75-1.0 m/s arasında ölçülmüştür. Isıtıcı ünite fanın gönderdiği havayı istenilen sıcaklık derecesine çıkarmakta ve sıcaklığını bir termostat düzeniyle kontrol etmektedir. Isıtıcıların toplam gücü 9 kw olup, duruma göre 4 kademe devreye sokulabilmektedir. Son kademe ayarlı rezistansa sahiptir. Bu sayede daha hassas sıcaklık ayarı yapılabilmektedir. Kurutucunun son birimi olan ve ürünün yerleştirildiği kurutucu kısım, 55 x 55 x 55 cm boyutlarında galvanizli sac malzemeden yapılmıştır. Alt kısmında 14 cm yüksekliğinde 4 adet ayak bulunmakta, yan tarafta 19 cm çapında hava giriş ağız yer almaktadır. Fan tarafından ortamdaki emilen ve ısıtıcıda istenilen sıcaklık derecesine yükseltilecek kurutma havası buradan içeri girmekte ve daha sonra ürünlerin yerleştirildiği üst kısma dikey yöne geçmektedir. Düzgün bir hava akışı sağlamak için üst kısımdan 5 cm içerden başlamak üzere alt alta 5 cm alıklarla yerleşmiş toplam 3 adet delikli plaka bulunmaktadır. Plaka delik çapı 5mm olup, 100 cm² alanda toplam 116 delik yer almaktadır. Ürünler en üstte bulunan delikli plakanın üzerine ince tabaka halinde ve tüm alanı kaplayacak şekilde yerleştirilmiştir.

Denemelerde at dişi mısırlar kurutulurken; laboratuvar tipi kurutucu; ortalama 49.4°C sıcaklığında ve % 21.5 bağıl neme sahip, sert mısırlar kurutulurken ortalama 49.29°C sıcaklığında ve %21.53 bağıl neme sahip ve şeker mısırlar kurutulurken ortalama 49.3°C sıcaklığında ve % 21.5 bağıl neme sahip hava kullanılmış ve deneme süresince sıcaklık ve bağıl nem değerleri sabit tutulmuştur.

2.2. Metot

2.2.1. Kurutulacak Ürünlerin Hazırlanışı

Koçan halinde hasat edilen mısırların kabukları soyulmuş ve tanelerine ayrılmıştır. Bu işlem mısır tanelerine zarar vermemek, tanelerin zedelenmesini önlemek için elle yapılmıştır. Kurutma süresince görülecek ağırlık kayıplarını belirlemek amacıyla ürün örnekleri yaklaşık 20 x 10 cm boyutlarında dikilmiş plastik filelere doldurulmuş ve dökülmelerini engellemek için ağızları kapatılmış ve kodlanmıştır. Örnek miktarı her muamele için 50 gram alınmıştır.

Kurutma öncesi uygulanacak kimyasal ön işlemler için aşağıda verilen farklı konsantrasyon eriyikleri ağırlık/hacim'e göre hazırlanmış ve bandırma işlemi 22-23 °C çevre sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.

K1- %2 Etil oleat ($C_{20}H_{38}O_2$) (Suarez ve ark., 1984; Raouzeus ve Saravacos, 1986; Riva ve ark., 1986; Saravacos ve Raouzeus, 1986; Doymaz ve Pala, 2002; Doymaz ve Pala, 2003)

K2- %4 Potasyum karbonat (K_2CO_3) (Eissen ve ark., 1984; Demir, 1989; Riva ve ark., 1986; Raouzeus ve Saravacos, 1986; Saravacos ve Raouzeus, 1986; Ergüneş ve Yağcıoğlu, 1991; Doymaz ve Pala, 2002; Doymaz ve Pala, 2003)

K3- %2 Sodyum Hidroksit (NaOH) Saravacos ve Raouzeus, 1986; Ergüneş ve Gerçekçioğlu, 1999;

K4- Kontrol (Saf suya bandırma)

Hazırlanan kimyasal eriyiklere 1 dakika süreyle bandırılan örnekler çevre sıcaklığındaki suyla durulanmış ve kağıt havlular üzerine alınmıştır. Burada bir süre bekletilip yüzeydeki su uzaklaştıktan sonra kurutma yapılacak ortamlara yerleştirilmişler ve denemeler eş zamanda başlatılmıştır.

2.2.2. Ölçüm Metotları

2.2.2.1. Sıcaklık ve Bağıl Nem Ölçümleri

Kurutma süresince dış ortamın ve kurutma ortamlarının sıcaklık ve bağıl nem değerleri elektronik kaydedicilerle 15 dakika aralıklarla ölçülmüştür. Bu amaçla Hobo marka kaydediciler kullanılmıştır. Bu kaydediciler, 0.6 °C sıcaklık ve % 0.5 bağıl nem hassasiyetinde olup, Box Car Pro 3.5 programıyla çalıştırılmakta ve her deneme sonunda değerler bilgisayara aktarılacak ve kaydedilmiştir. Ayrıca, dijital sıcaklık ve nem ölçücüsü de değerler zaman zaman ölçülerek kontrol edilmiştir.

2.2.2.2. Hava Hızının Ölçümü

Laboratuvar tipi kurutucuda ürün üzerine gönderilen hava hızı, 0-10 m/s ölçüm aralığına ve ± 0.05 m/s hassasiyetine sahip Testo 425 Kızgın telli termoanemometre ile ölçülmüştür.

2.2.2.3. Ürün Neminin Belirlenmesi

Kurutma öncesi ve sonrası mısır örneklerinin nemi kurutma dolabı (etüv) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Mısır örnekleri 103 °C de 72 saat etüvde bekletildikten sonra tartılarak nem oranları hesaplanmıştır (Yağcıoğlu, 1999). Ayrıca, kontrol amacıyla Wile-55 marka dijital hububat nem ölçer

kullanılmıştır. Bu cihaz, 12 farklı ürünün nem düzeyini çok kısa bir sürede verebilmektedir. Daha çok hasat zamanının tespiti için, hasat öncesi ürün neminin belirlenmesinde kullanılmıştır. Kurutma süresince, üründeki nem değişimini belirlemek amacıyla örnekler belirli aralıklarla tartılmışlardır. Bu amaçla, 0.01 gr duyarlılığında dijital teraziden yararlanılmıştır.

2.2.3. Fiziksel Özelliklerin Belirlenmesi

Tane mısırdaki en, boy ve kalınlık değerleri, bin tane ağırlığı ve hacim ağırlığı belirlenmiştir. Boyut ölçümleri, 0.01mm/0.0005' hassasiyetinde dijital kumpas yardımıyla yapılmıştır.

Bin tane ağırlığı, içindeki yabancı maddeleri temizlenmiş tarımsal materyalden belirli bir miktar tartıldıktan sonra bu miktar içerisindeki tanelerin sayılması ile bulunmuştur (Alayunt, 2000). Mısır yığını içinden rastgele alınan mısır taneleri 0.001 hassasiyetine sahip teraziyle tartıldıktan sonra sayılmıştır. Bulunan değer 1000 ile oranlanarak bin tane ağırlığı bulunmuştur. Bin tane ağırlığı bulunan örnekler, hacmi belirli olan suya konularak taşıdığı su miktarından hacim ağırlıkları bulunmuştur.

3.2.4. Verilerin Analizi

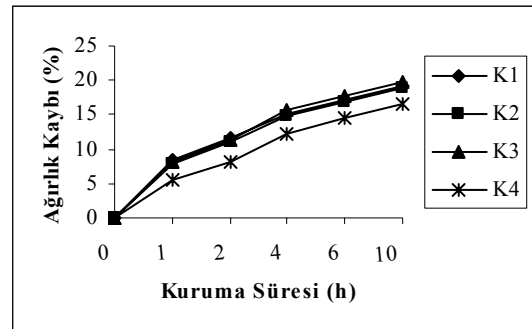
Verilerin değerlendirilmesi ve istatistik analizi için, Excel ve SPSS 10.0 paket programlarının daha uygun olduğu tespit edilerek, varyans analizi yapılmıştır (Ergün, 1995).

Ortalamaların karşılaştırılması Duncan Testine göre yapılmıştır.

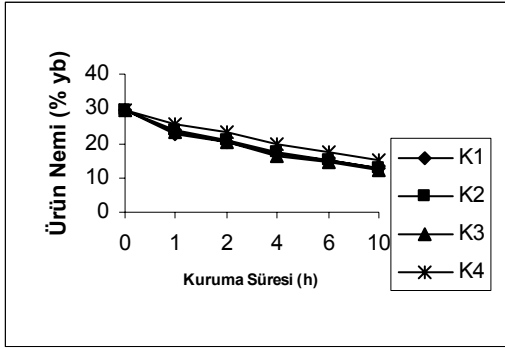
Denemelerde Tesadüf Parselleri Deneme Deseni kullanılmış olup, denemeler 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. At Dişi Mısırdaki Kurutulması



Şekil 1. Laboratuvar tipi kurutucuda kurutulmuş, at dişi mısırdaki farklı kimyasal ön işlemlere göre % ağırlık kaybı



Şekil 2. Laboratuvar tipi kurutucuda kurutulmuş, at dişi mısırın farklı kimyasal önışlemlere göre % nem değişimi.

Kurutma denemelerine alınan at dişi mısır tanelerinin kuruma süresine bağlı olarak ağırlık kaybı Şekil 1’de, ürün nem kaybı ise Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 1 ve Şekil 2’de de görüldüğü üzere kimyasal uygulanan muameleler kontrole göre daha çabuk kurumuşlardır. Denemede 1. ve 2. saate kadar en hızlı kuruma alkali özelliğe sahip K1 (% 2 etil oleat) uygulamasına bandırılan örneklerde görülmüştür. Etil oleat at dişi mısır örneklerin üzerindeki yumuşak nişasta tabakasını aşındırdığı ve tane kabuğunun ısı iletkenliğinin artırması nedeniyle at dişi mısır yüzeyindeki mumsu kabuk tabakası daha çabuk aşınarak nemin dişarı çıkması sağlanmıştır. Buradan da anlaşıldığı üzere etil oleat kimyasalı seçilen diğer kimyasallara göre mısırın yüzeyindeki tabakanın daha çabuk aşınmasını sağlayarak kuruma hızını artırırken bu etki, ikinci saatten sonra yerini kuvvetli bir alkali olan sodyum hidroksite bırakmıştır.

Doymaz ve Pala (2003), % 4 potasyum karbonat ve % 2 etil oleat çözeltisine 1 dakika süreyle bandırdıkları at dişi mısır örnekleri ile 55, 65 ve 75 °C sıcaklıklarda yaptıkları kurutma denemelerinde kontrole göre en hızlı kurumanın % 2 etil oleat çözeltisine bandırılan örneklerde olduğunu tespit etmişlerdir.

Weller ve Bunn (1993), yaptıkları çalışmada etil oleatın farklı solüsyonlarına bandırılan ve hiçbir işleme tabii tutulmayan at dişi mısır örneklerini 21, 38 ve 49 °C sıcaklıklarda kurumuşlardır. Sonuç olarak en hızlı kurumanın % 2 etil oleata bandırılarak 49 °C sıcaklıkta kurutulan örneklerde görüldüğüne tespit ederken sıcaklık ve kimyasalın ortak etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, etil olate ve etil stereatin birbirleri arasındaki farkları incelediklerinden farklı kimyasalları göz önüne almamışlardır.

Kuvvetli bir alkali özelliğe sahip K3 (% 2 sodyum hidroksit) uygulamasına bandırılan muameleler sodyum hidroksitin aşındırıcı etkisi nedeniyle en fazla ağırlık kaybına uğrayan muameleler olmuş, yani en hızlı kurumayı göstermiştir. Diğer kimyasal yani K2 (% 4 potasyum karbonat) uygulaması da kontrolden daha hızlı kurumuştur.

Çizelge 2. At dişi mısırdaki kurutucu denemeleri için varyans analizi

Süre(h)	K.T.	K.O.	F
1	14.983	4.994	11.835**
2	22.624	7.541	19.130**
4	22.284	7.428	12.948**
6	19.193	6.398	11.076**
10	17.038	5.679	9.167**

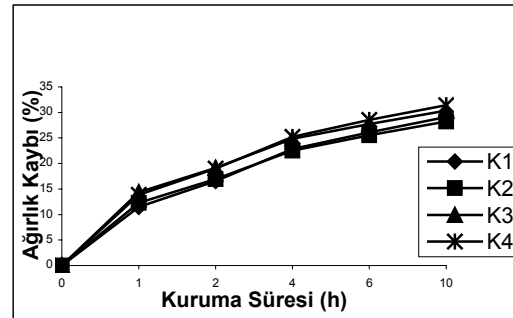
At dişi mısır tanelerine uygulanan kurutma süresinin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 2’de; uygulanan ön işlemler ile kurutma süreleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 2’de de görüldüğü gibi kurutma sürecinde belirli saatler için yapılan varyans analizinde, kurutma öncesi uygulanan kimyasal ön işlemlerin etkisi $P < 0,01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Kontrol hariç diğer uygulamalarda kurutma süresinin etkisi aynı grupta yer almaktadır.

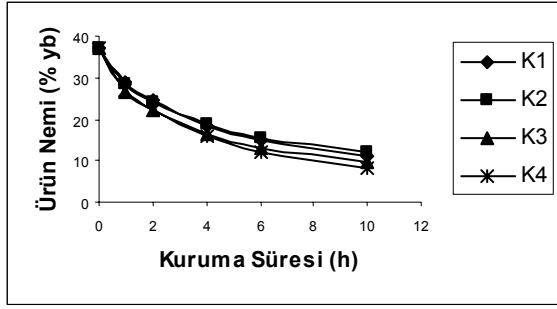
Çizelge 3. At dişi mısır kurutucu denemelerinde yüzde ağırlık kaybı değerleri için Duncan testi sonuçları (Karşılaştırma satırlar arasında yapılmıştır.)

Süre (h)	Kimyasal Önışlem			
	K1	K2	K3	K4
1	8.5133 a	7.7533 a	8.0867 a	5.6133b
2	11.6833a	10.9600a	11.4733a	8.2600b
4	15.2200a	14.7100a	15.5833a	12.1067b
6	17.1900a	16.850 a	17.7467a	14.4367b
10	19.3033a	18.9400a	19.8333a	16.7067b

3.2. Sert Mısırın Kurutulması



Şekil 3. Laboratuvar tipi kurutucuda kurutulmuş, sert mısırın farklı kimyasal önışlemlere göre % ağırlık kaybı



Şekil 4. Laboratuvar tipi kurutucuda kurutulmuş sert mısırın farklı kimyasal ön işlemlere göre % nem değişimi

Kurutma denemelerine alınan sert mısır tanelerinin kuruma süresine bağlı olarak ağırlık kaybı Şekil 3’de, ürün nem kaybı ise Şekil 4’de verilmiştir. Şekil 3 ve Şekil 4’de görüldüğü gibi kontrol olarak saf suya bandırılan sert mısır muameleleri (K4), farklı kimyasallara bandırılan muamelelere göre daha çabuk kurumuştur. Daha sonra K3 (% 2 sodyum hidroksit) ön işlem uygulaması bunu takip etmiştir.

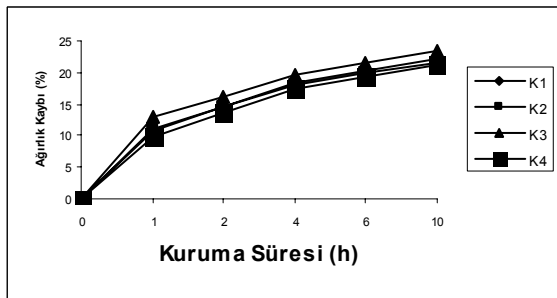
Çizelge 4. Sert mısırdaki kurutucu denemeleri için varyans analizi

Süre(h)	K.T.	K.O.	F
1	16.280	5.427	1.896
2	15.996	5.332	2.479
4	16.809	5.603	2.439
6	17.746	5.915	2.745
10	17.446	5.815	2.783

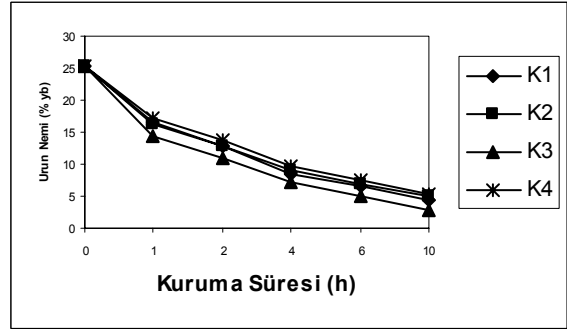
Sert mısır tanelerine uygulanan kurutma süresinin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4’de görüldüğü üzere kurutucuda kurutma süresince belirli saatler için yapılan varyans analizi de, kurutma öncesi uygulanan kimyasal ön işlemlerin kuruma üzerine etkisi $P < 0,01$ ve $P > 0,05$ düzeylerinde önemli çıkmamıştır. Bu duruma göre, kurutucu denemelerinde sert mısırdaki uygulanan kimyasal ön işlemlerin kuruma hızı üzerine etkisinin kontrole göre farklı olmadığını söyleyebiliriz.

3.3. Şeker Mısırın Kurutulması



Şekil 5. Laboratuvar tipi kurutucuda kurutulmuş, şeker mısırın farklı kimyasal ön işlemlere göre % ağırlık kaybı



Şekil 6. Laboratuvar tipi kurutucuda kurutulmuş şeker mısırın farklı kimyasal ön işlemlere göre % nem değişimi

Kurutma denemelerine alınan şeker mısır tanelerinin kuruma süresine bağlı olarak ağırlık kaybı Şekil 5’de, ürün nem kaybı ise Şekil 6’de verilmiştir.

Şeker mısırın tanelerindeki protein ve yağ oranı diğer mısırlara göre daha fazladır. Şekil 5 ve Şekil 6 incelendiğinde, kurutucuda kurutulan şeker mısır örnekleri yüksek alkali özelliğe sahip K3 (% 2 Sodyum hidroksit) kimyasalına bandırılarak, tanelerdeki protein ve yağların çözünmesi çabuklaşmış ve taneden nem kaybını engelleyen mumsu tabakanın daha çabuk geçirgen hale geçirilmesiyle diğer kimyasallara göre daha çabuk bir kuruma söz konusu olmuştur. Daha sonra bunu yine alkali özelliğe sahip K1 (% 2 Etil oleat) ve K2 (% 4 Potasyum karbonat) uygulamalarının takip ettiği görülmektedir.

Pointing ve Mcbean (1970), mumsu bir tabakayla kaplı meyvelerin soğuk etil oleat veya diğer yağ asidi türevlerine kurutma öncesinde birkaç saniye süre ile bandırılmasıyla kuruma süresinin önemli oranda kısalacağını bildirmişlerdir.

Suarez ve ark. (1984)’nın yaptığı çalışmada, şeker mısır örnekleri % 1 lik etil oleat çözeltisine çevre sıcaklığında bandırıldıktan sonra kurutulmuşlardır. Kontrol olarak alınan ve ön işlem uygulanmayan örneklerde kuruma süresi 2.1, 2.8 kat daha yüksek çıkmıştır. Buna neden olarak, uygulanan etil oleatın mısır tanelerinin üzerinde yer alan ve taneden nem transferini büyük ölçüde engelleyen mumsu tabaka üzerine olan etkisini göstermişlerdir.

K1 ve K2’nin etkisi birbirine yakın çıkmıştır. En yavaş kuruma K4 (Kontrol) uygulamasında görülmektedir.

Çizelge 5. Şeker mısırdaki kurutucu denemeleri için varyans analizi

Süre (h)	K.T.	K.O.	F
1	14.557	4.852	16.596**
2	11.547	3.849	9.761**
4	8.738	2.913	6.564*
6	7.958	2.653	5.786*
10	7.906	2.635	3.094

Şeker mısır tanelerine uygulanan ve kurutma süresinin etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Çizelge 5’de; uygulanan ön işlemler ile kurutma süreleri arasındaki ilişkiler ise Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 5’de görüldüğü gibi şeker mısırdaki, 1. ve 2. saatlerde kimyasalların etkisi $P < 0,01$ düzeyinde önemli iken, 4. ve 6. saatlerde $P < 0,05$ düzeyinde önemli, 10. saatte ise kimyasal ön işlemlerin etkilerinin önemsiz olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 6. Şeker mısırdaki kurutucu denemeleri için Duncan testi sonuçları (Karşılaştırma satırları arasında yapılmıştır.)

Süre(h)	Kimyasal Ön işlemler			
	K1	K2	K3	K4
1	10.670b	10.977b	12.937a	9.967b
2	14.403b	14.520b	16.210a	13.493b
4	18.463b	18.110b	19.760a	17.410b
6	20.310b	19.960b	21.627a	19.417b

Çizelge 6’da verilen test sonuçlarından görüleceği gibi, tüm saatlerde en fazla % ağırlık kaybına uğrayan kimyasal ön işlem K3 (% 2 sodyum hidroksit) kimyasalına bandırılan şeker mısır örneklerinde olmuştur. Diğer ön işlemler arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.

Sonuç olarak, tarımsal ürünlerin bir kısmı hasat edildikten hemen sonra taze olarak tüketilirler. Ancak, bu ürünlerin yetiştirildikleri yer ve dönem dışında da tüketilebilmelerini temin etmek için dayanımlarının artırılmasına yönelik değişik yöntemler bulunmaktadır. Bunların içerisinde en yaygın olanı ucuz ve kolay bir yöntem olan kurutma işlemidir.

Ülkemizde ve Tokat İlinde, üretim açığı bulunan mısır ürününe alternatif ürün gözüyle bakılmaktadır. Ancak, bu ürünün kurutulmasında karşılaşılan problemler çiftçiye olumsuz yönde yansımaktadır. Kurutma ve buna bağlı olarak pazarlama problemleri ortadan kaldırılarak üretim desteklenmeli ve mısırın iç ve dış piyasada hak ettiği yere gelmesi sağlanmalıdır.

Mısır üretiminde hasat sonrası kurutma döneminde hava şartları uygun değilse, bunun yapay yollarla sağlanması gerekmektedir. Özellikle yapay kurutmada kuruma süresinin kısaltılması ve enerji giderlerinin azaltılması maliyetler açısından önemlidir. Ayrıca, doğal yada yapay kurutma olsun, ürün neminin hızlı transferi, yani kuruma hızının artırılması ve buna bağlı olarak kuruma süresinin kısaltılması üründe kuru madde kayıplarını azaltır ve kurutma verim ve kalitesini yükseltir.

Bu çalışmada ele alınan ve ülkemizde yaygın olarak yetişen at dişi, sert ve şeker mısır taneleri hazırlanan bazı kimyasal çözeltilere bandırılarak; laboratuvar tipi kurutucu, kurutularak, bu ön işlemlerin kuruma hızı ve kuruma süreleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Günümüzde daha çok meyve ve sebze kurutma uygulamalarında kullanılan kimyasal ön işlemler mısır gibi tahılların da kurutulmasında kullanılabilir. Bu

araştırmada kullanılan kimyasallar arasında sodyum hidroksit solüsyonu en hızlı kurumayı sağlamıştır. Fakat mutlak etkisi mısır çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Şeker mısırdaki etkisi en yüksek çıkmıştır. En uygun solüsyon konsantrasyonunu bulabilmek için farklı dozlarının kuruma hızı üzerine olan etkisi araştırılmalıdır. Ayrıca diğer bazı kimyasalların solüsyona eklenmesinin yapacağı etkiler yanında, bandırma sıcaklığı ve süreleri de araştırılabilir. Ancak, bir öneride bulunabilmek için farklı kurutma koşullarında ekonomik analizinin yapılması gerekir. Ön işlemlerle kuruma süresinin kısaltılması özellikle yüksek sıcaklıkta kurutma yapan ticari kurutucularda enerji tasarrufu sağlayabilir.

4. KAYNAKLAR

- Alayunt, F.N., 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.No: 541, Bornova, İzmir.
- Anonymous, 2002. Tarımsal Yapı Üretim, Fiyat, Değer. TC. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Doymaz, İ. ve Pala, M., 2002. Hot-air drying characteristics of red pepper. J. Food Eng., 55, 331-375.
- Doymaz, İ. ve Pala, M., 2003. The thin-layer drying characteristics of corn. J. Food Eng. 60, 125-130.
- Durak, Ö.C., 2000. Güneş ısıtıcılı kurutma serasında biber, domates ve mısırın kurutma parametrelerinin belirlenmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış) Tokat.
- Ergün, M., 1995. Bilimsel Araştırmalarda Bilgisayarla İstatistik Uygulamaları SPSS For Windows. Minpa Matbaacılık, Ankara.
- Ergüneş, G., Yağcıoğlu, A., 1991. Çekirdeksiz üzümün sıcak hava ile kurutulmasından kuruma karakteristiklerine etki eden faktörler. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, 25-027 Eylül, s.441- 450, Konya.
- Ergüneş, G., Gerçekçioğlu, R., 1999. Sera tipi kurutucuda kütahya vişne çeşidinin kuruma özellikleri ve kuru ürün kalitesine etkileri. Türkiye III. Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül,s. 833-837, Ankara.
- Kırtok , Y., 1998. Mısır Üretimi ve Kullanımı. Kocaelik Yayıncılık Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., İstanbul.,
- Kırtok, Y.,2003. Mısırın ekonomik durumu.Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Toprakana Dergisi Sanal kütüphane.
- Özler, S., Tarhan, S. ve Ergüneş, G., 2004. Sebze kurutmada ön işlemin önemi ve uygulama teknikleri 1. Cine Tarım.61,40-42.
- Pointing, J.D., Mcbean, D.M ., 1970. Temperature and dipping treatment effects on drying rates and drying times of grapes , Prunes and other Waxy Fruits. Food Tech., 24: 85-88.
- Raouzeos, G.S., Saravacos, G.D., 1986. Solar drying of characteristics of sultana raisins. Food engineering and process applications, Vol. 1, M. Le Maguer and P. Jelen (Eds) Elsevier Applied Science Publ., London, pp.451-460.
- Riva, M., Peri, C. and Lovino, R., 1986. Effects of pretreatments on kinetics of grapes drying. food engineering and process applications, s. 461-472.
- Saravacos, G.D., Raouzeos, G.S., 1986. Diffusivity of moisture in air-drying of raisins. A.s.mujumalar (ed).

- hemisphere publishing corp., Newyork, Vol :2, pp. 487-491.
- Sencar, Ö., Gökmen, S., Yıldırım, A. ve Kandemir, N., 1994. Tarla bitkileri üretimi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı No:3, s.186, Tokat.
- Suarez, C., Loncin, M. and Chirife, J., 1984. A preliminary study on the effect of ethyl oleate dipping treatment on drying rate of gain corn. *Journal of Food Science* 49: 236-238.
- Tarhan, S., Ergüneş, G. ve Özler, S., 2003. Tokat yöresinde düşük sıcaklıkta mısır kurutma için uygun kurutma şartlarının belirlenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi*, 03-05 Eylül, s.18-24, Konya.
- Yağcıoğlu, A., 1999. Tarım ürünleri kurutma tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:536, İzmir.
- Weller, C.L., Bunn, J.M., 1993. Drying rate constants for yellow dent corn as affected by fatty acid ester treatments. *American Society of Agricultural Engineers*, 36 (6): 1815-1819.