BAHÇE 46 (Özel Sayı 2: III. Ulusal Ceviz Sempozyumu): 89–103

2017

CEVİZ (*Juglans regia* L.) KURUTMA MAKİNASI GELİŞTİRİLMESİ

Muammer YALÇIN[1] Tuncay ACICAN[2] Eşref IŞIK[3]
Cevriye MERT[4] Nazmi İZLİ[3] Yaşar AKÇA[5]
Kamil ALİBAŞ[3] Arif SOYLU[6]

ÖZET

Tekniğine uygun tarımı uygulayabilmek, işleri zamanında ve düşük maliyetle yapabilmek, standart ve kaliteli ürün elde edebilmek için ceviz tarımında mekanizasyon uygulamalarının gerekliliği açıktır. Özellikle cevizin hasat ve hasat sonrası dış yeşil kabuğunun soyulması işlemleri ile birlikte ve devamında hızla kurutulması işleminin hem maliyetinin ve gerekli işgücünün yüksek ve hem de işlemlerin tekniğine uygun olarak yapılabilmesi için zamanın çok kısıtlı olması nedeniyle ülkemizde imalatı, bakımı, onarımı ve kullanımı kolay, ülkemiz koşullarında uygulanabilirliği yüksek olan bir ceviz kurutma makinasına ihtiyaç vardır. Bu nedenlerle, bu çalışmada, bir "Ceviz Kurutma Makinası"'nın ülkemiz koşullarına uygun olarak geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç için, gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılan ve sanayi halinde olan hava üflemeli kurutma sisteminin ülkemiz koşullarına adaptasyonunu sağlayarak bir Ceviz Kurutma Makinası geliştirilmiştir. Bunun için makine önce projelenmiş olup, ulusal sanayimizde yapımı gerçekleştirilmiştir. Ceviz tip ve çeşitleriyle yapılan deneme çalışmalarıyla makinada yapılan gerekli ayarlama ve düzenlemeler ile makine cevizi kurutmaya hazır hale getirilmiştir. Daha sonra farklı kapasitelerdeki makinaların üretimi için gerekli olan üretim verilerini hesaplayan bir bilgisayar programı hazırlanmış olup, ülkemiz koşullarına uygun ve tamamen kendi imkânlarımızla üretimini yapabileceğimiz bir Ceviz Kurutma Makinası geliştirilmiş ve Türk çiftçisinin hizmetine sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ceviz (*Juglans regia* L.), kurutucu, makina

SUMMARY

IMPROVING WALNUT (*Juglans regia* L.) DRYING MACHINE

Implement appropriate cultivation techniques work on time and low cost make the standard and quality products is the need to obtain the walnut farming mechanization practices. Especially harvesting and post harvest operations includes peeling of the outer shell of green walnuts and the continuation of the rapid drying process, along with the high cost of labor and the necessary techniques and procedures as well as due to a very limited time there is a needing to produce a dryer machine which should be has maintenance and

[1] Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, YALOVA
[2] Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, BALIKESİR
[3] Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Görükle/BURSA
[4] Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Görükle/BURSA
[5] Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, TOKAT
[6] Proje Danışmanı (Emekli Profesör)

repair low cost and easy use, appropriate properties to our country's conditions. For these reasons a "Walnut Dryer" in accordance with the terms intended of development of our country in this study.

For this purpose, forced air–drying systems are widely used in developed countries. forced air–drying system was adapted to conditions of our country to develop a Walnut Dryer. After the projection of the machine which was produced by national industry. the trial setting and the necessary arrangements of walnut machine was applied according to type and variety of walnut and to get ready for drying. Then a computer program was designed to calculate necessary data for different capacity production. totally self developed a Walnut Dryer was produced accordance with the terms of our country.

Keywords: Walnut (*Juglans regia* L.), dryer, machine

GİRİŞ

Dünya genelinde toplam 48 ülkede yaklaşık 605.620 ha alanda ceviz yetiştiriciliği yapılmakta olup, yıllık ceviz üretimi yaklaşık 1.379.800 tondur. Dünyada ortalama ceviz verimi 2.278 kg/ha'dır. Dünyada ceviz üretiminde 1992 yılından beri %48 artış olmuş ve bu artışta en büyük payı Çin, ABD ve İran almıştır. Türkiye, ceviz üretiminde 1983'e kadar ABD'den sonra ikinci ülke olmasına rağmen, 1984–1997 yılları arasında üçüncülüğe, 1998'den sonra da dördüncülüğe gerilemiştir. Dünya ceviz üretiminde büyük oranda artış gerçekleşmesine rağmen ülkemizde son 25 yıldır ceviz üretim miktarında artış görülmemiştir.

Ülkemizde son yıllarda kapama ceviz bahçesi kurulmasına yönelik çalışmalar hızla artmakta ve yeni kapama ceviz bahçeleri artan miktarlarda kurulmaktadır. Ülkemizde kapama ceviz bahçelerinin sayısı arttıkça teknik ve kültürel işlemlerin mutlaka yapılması gerektiği görülmektedir. Ceviz yetiştiriciliğinde en önemli sorun hasat ve hasat sonrası işlemlerdir [1]. Bu noktadan hareketle tekniğine uygun tarımı uygulayabilmek, işleri zamanında ve düşük maliyetle yapabilmek, standart ve kaliteli ürün elde edebilmek için ceviz tarımında mekanizasyon uygulamalarının gerekliliği açıktır. Özellikle cevizin hasat ve hasat sonrası dış yeşil kabuğunun soyulması işlemleri ile birlikte ve devamında hızla kurutulması işleminin hem maliyetinin ve gerekli işgücünün yüksek ve hem de işlemlerin tekniğine uygun olarak yapılabilmesi için zamanın çok kısıtlı olması nedeniyle ülkemizde imalatı, bakımı, onarımı ve kullanımı kolay, ülkemiz koşullarında uygulanabilirliği yüksek olan bir ceviz kurutma makinasına ihtiyaç vardır. Bu nedenlerle, bu çalışmada, bir Ceviz Kurutma Makinası'nın ülkemiz koşullarına uygun olarak geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Anonim [2], Kaliforniya Üniversitesi'nin Kaliforniya'da cevizin hasadı ve işlenmesi ile ilgili yayınında, cevizin hasadı ile ilgili bilgiler verilmiştir. Hasattan sonra dış yeşil kabuğu soyulan cevizin kurutulmasıyla ilgili bilgiler verilmiştir. Kurutmada palet tip kurutucular ve silo tip kurutucular kullanılmakta olup, kurutma işleminde sıcak havanın cevizler arasından kurutma boyunca sürekli olarak 21.4–30.5 m/min hızla geçmesinin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Hava ısıtmasında doğalgaz, bütan veya propan gazlarının kullanıldığını, kurutmadaki hava sıcaklığının 43.33°C'yi (110°F) geçemeyeceğini, yüksek sıcaklığın cevizin yağını bozacağını ve cevizin yenilemeyeceğini belirtmişler, yüksek sıcaklık bozulmasının birkaç hafta ya da ayda kendini göstereceğini belirtmişlerdir. Uygun kurutma sonunda cevizlerin %8'den daha fazla nem içermemesi gerektiğini, cevizlerin genel olarak 1.22–1.83 m derinlikte kurutucular içinde kurutulmakta olduğunu, paletli tip kurutucularda forkliftlerin kullanıldığını, silo tip kurutucularda daha yüksek tonajlı kurutma yapılabildiğini belirtmişlerdir.

Işık ve Alibaş [5], tarımsal ürünlerin kurutulmasında kullanılan yöntemler ve kurutma sistemleri adlı çalışmalarında, kurutmayı teorik olarak incelemişler, ürün neminin saptanmasını, kurutma için gerekli hava miktarının saptanmasını irdelemişler, kurutma yöntemleri ve sistemlerini ele almışlar, bunların çalışma prensiplerini açıklamışlardır.

Kader ve Thompson [6], sert kabuklu meyvelerde hasat sonrası ile ilgili çalışmalarında, Kaliforniya'da cevizin paket dokusunun kahverengi olduğu dönemde 'ethephon' uygulamasının yapıldıktan 7–10 gün sonra hasat

edildiğini ve hasatta mekanik gövde sarsıcı makinaların kullanıldığını belirtmişlerdir. Hasattan hemen sonra toplayıcı makinalarla hızla cevizin yerden toplanıp dış yeşil kabuğun makinalarla soyulduğunu ve yine hızla kurutulduğunu belirtmişlerdir. %8 nem değerine kadar en fazla 43°C sıcaklıktaki hava ile kurutma yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Kamel ve El–Kholy [7], sera tipi bir güneş enerjili kurutucu ile yaptıkları bir mısır kurutma çalışmasında, sera tipi güneş enerjili kurutucu ile güneş altında doğal kurutmayı karşılaştırmışlardır. %29.85'lik başlangıç neminden %14.26'lık neme sera tipi güneş enerjili kurutucu kullanılarak 84 saatte ulaşılmış, aynı kurutma sonucuna güneş altında doğal kurutma ile 187 saatte ulaşılabildiğini belirtmişlerdir.

Perry ve Sibbett [10], sert kabuklu ürünlerin hasat ve hasat sonrası işlemleri ile ilgili yayınlarında cevizin dış yeşil kabuğunun soyulması ve kurutulması ile ilgili bilgiler vermişlerdir. Cevizin hasattan sonra uygun olarak kurutulabilmesi için dış yeşil kabuğunun iyi bir şekilde tamamen soyulmasının gerektiğini, hasattan sonra dış yeşil kabuğun uzun süre meyve üzerinde kalmasının meyve kalitesini bozduğunu, meyve iç nemini azaltmak için hasattan ve dış yeşil kabuğu soyduktan sonra uygun bir şekilde kurutulmasının gerekli olduğunu, meyve uygun bir şekilde kurutulmazsa meyve içinde küf ve bozulmalar (kötü tat, kokma) olacağını ve ürünün daha kısa bir depolama ömrüne sahip olacağını, az miktardaki cevizin kabuğunun bir çakı ile soyulabileceğini, çok miktardaki cevizlerde üzerine metal elek yerleştirilmiş bir masa üzerinde ovalayarak yeşil kabuğun soyulabileceğini, yeşil kabuk soyulduktan sonra cevizlerin yıkanacağını, yeşil kabuğu soyulmuş cevizlerin kurutulması için cevizlerin ince bir tabaka halinde gölge bir yere serilerek her gün karıştırılması gerektiğini, eğer kurutma uzun sürerse sıcaklığın cevizin renginin kararmasına neden olacağını, yeteri kadar kurutma olmazsa küflenme ve bozulma (kokma, çürüme) oluşacağını, bu nedenle kurutmanın yeteri kadar yapılmasının gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Thompson, Rumsey ve Grant [11], Kaliforniya Üniversitesi'nin cevizde hasat ve hasat sonrası işlenmesi ile ilgili yayınında, cevizin hasadı, dış yeşil kabuğunun soyulması ve kurutulmasıyla ilgili bilgiler verilmiştir. Hasattan sonra dış yeşil kabuk ile kalan cevizde sıcaklıklar meyve iç rengine zarar vermekte olduğunu, hasattan sonra kalite kaybının önemli bölümünün ilk 9 saatte oluşmakta olduğunu ve hasattan sonra güneş altında dış yeşil kabuklu olarak kalan cevizlerin 32°C veya üstü sıcaklıklarda çok hızlı bir şekilde iç rengini kaybettiğini belirtmişlerdir. Dış yeşil kabuk meyvede sıcaklık artışı ile birlikte meyveyi izole etmekte ve ceviz neminin azalışına engel olmaktadır. Dış yeşil kabuk ortamda mevcut ise hasattan sonra cevizin toplanılması, dış yeşil kabuğun soyulması ve cevizin kurutulması gibi hasat sonrası işlemlerin daha hızlı bir şekilde yapmanın gerekli olduğu, aksi halde iç meyvede, sert kabukta kararmalar olacağı, meyve tadının acılaşıp bozulacağı, meyvenin küflenerek kısa sürede önemli kalite kayıpları ile depolama, pazarlama aşamalarında da önemli hasat sonrası kayıplarının olacağı belirtilmiştir. Hasat edilen cevizlerin hiç vakit kaybetmeden en kısa sürede dış yeşil kabuklarının soyulmasının ve hemen sonra da kurutma işleminin yapılmasının gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Kurutmanın amaçları aşağıdaki gibi maddeler halinde belirtilmiştir:

1–Elde edilen ürün ağırlığı sabittir,

2–Meyve iç kararması ve küften ve bunların artışından korur,

3–Sert kabuğun beyazlatma işlemini kolaylaştırır,

4–Depolama süresinin uzamasını sağlar.

Dış yeşil kabuğun soyulmasında öncelik nem içeriğinin düşürülmesi olup, kurutulmuş sert kabuklu ya da sert kabuğu soyulmuş iç cevizin %8'den fazla nem içermemesi gereği ve kurutma işlemi sırasında kurutma havası sıcaklığının 43°C'yi aşmamasının önemli olduğu, aksi durumda yüksek sıcaklıkta ceviz içi yağının bozulacağı ve kokmaya başlayacağı, yüksek sıcaklık nedeniyle bozulmanın hemen ortaya çıkmayabileceği, ancak birkaç aylık depolamanın ilk haftalarında ortaya çıkacağı, sıcak hava kurutucularında kurutma işleminin güneş altında doğal kurutmaya göre 6 kat daha hızlı olacağı belirtilmiştir.

Günümüzde kullanılan kurutucu tiplerinin; sabit silo tip kurutucular, taşınabilir paletli silo tip kurutucular, taşınabilir treyler tip kurutucular, Modifiye edilmiş taşınabilir tahıl treyleri tipi kurutucular olduğu belirtilmiştir.

Sabit silo tip kurutucuların 1–5 tonluk siloların bir araya getirilmesiyle oluşturularak, toplam

kurutma kapasitesinin yaklaşık olarak 25 ton olduğu, genel olarak silo derinliklerinin 1.5–2 m olduğu, 43°C'deki sıcak havanın cevizlerin içinden ve cevizlerin m³'ünden 15–25–30 m³/ min debide geçmesi gerektiği belirtilmiştir.

Taşınabilir paletli tip silo kurutucuların sıcak hava kanalları üzerine forkliftlerle taşındığı, paletli siloların 1.22–1.83 m derinlikte olduğu, 43°C'deki sıcak havanın cevizlerin m³'ünden 15–25 m³/min debiyle geçirildiği belirtilmiştir.

Ceviz kurutmada problemin aşırı kurutma olduğu belirtilmiş, aşırı kurutma sonunda cevizde ağırlık kaybı nedeniyle gelir kaybı olduğu ifade edilmiştir. Kurutma öncesi nem içerikleri %15–55 arasında olup, bu değerin %8 değerine düşürülmesi ve kurutulan cevizlerde nem düzeyinin belirlenmesi için silonun üst orta noktasından 20–30 adet cevizin örnek olarak alınmasının gerekli olduğu ifade edilmiştir.

Bütün sert kabuklularda, oda sıcaklığında %60 oransal nemde olan ortamda %8 meyve oransal neminin uygun olduğu, %20 oransal nemde 43°C'deki sıcak havanın sert kabukluları kurutacağı, sert kabukluların kurutucuda gereğinden fazla kalması durumunda nem değerinin %4'e kadar düşebileceği ifade edilmiştir.

Kurutma sonunda sert kabuğun ve iç meyvenin nem değerlerinin farklı olup, sert kabuk neminin iç meyve neminden daha yüksek olacağı ve nem içeriği ölçümlerinde daima bütün cevizin esas alınmasının gerekli olduğu belirtilmiştir.

Kurutucularda alt sıralardaki cevizler üst sıralardaki cevizlere göre daha fazla kurumakta olup, kuruma farklılığını minimize edebilmek için hava yaklaşık olarak cevizin m³'ünden 30 m³/min debide geçmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir.

Topak ve Bayrak [12], Aşılı Ceviz Yetiştiriciliği adlı eserlerinde, cevizin hasadı ve hasat sonrası işlemleri ile ilgili bilgiler vermişlerdir. Hasatta silkeleme sonucu yere düşen cevizlerin, hemen toplanıp yeşil kabuklarının soyulması, su ile yıkanması ve kurutulmak üzere havadar ve gölge bir yere serilmelerinin gerekli olduğunu, yeşil kabuklu ya da kabuksuz olarak cevizlerin yığın halde bir saat gibi kısa bir süre için bile bekletilemeyeceğini, aksi halde cevizlerin sert kabuklarında ve meyve iç renginde kararmalar ve meyve içinde büzüşmeler olacağını, küflenme ve tatta acılaşmanın olacağını belirtmişlerdir.

MATERYAL METOT

Materyal

Özellikle Amerika ve Avusturalya gibi önemli ceviz üreticisi olan gelişmiş ülkelerde sanayi haline gelmiş olan ceviz kurutma sistemi, sıcak hava üflemeli silo tipi kurutucular olup [2, 6, 11], ülkemiz yapısına uygun, imalatı, kullanımı, tamir ve bakımı kolay olan, orta ve büyük ölçekli işletmelere yönelik olarak adaptasyonu yapılabilecek sıcak hava üflemeli silo tipi bir ceviz kurutma makinası yapımı için gerekli materyaller: Radyal fan, hava ısıtıcı elektrik rezistansları, sistem kontrol ünitesinin yapımı için gerekli malzemeler, hava iletim hatları ile silo ve bağlantı elemanlarının yapımı için gerekli malzemelerdir.

Radyal fan: İstenilen debide gerekli basınçlı havayı sağlayabilecek bir radyal fan (elektrik motorlu) ve fana giren havanın debisini ayarlamak için bir hava sürgüsü Şekil 1'de, radyal fan ve motoruna ait teknik özellikler de Çizelge 1'de verilmiştir.

Hava ısıtıcı elektrik rezistansları ve sistem kontrol ünitesinin yapımı için gerekli malzemeler: Fandan çıkıp, hava kanalı içinden geçen basınçlı havayı istenilen sıcaklık değerine kadar ısıtabilmek için 220 Volt elektrik enerjisi ile çalışan 1700 W gücünde olan M tipinde 12 adet elektrik rezistansı kullanılmıştır. Bu rezistanslar, hava ısıtma ünitesinin yapımında kullanılmışlardır. Bu rezistansların genel görünümü Şekil 2'de verilmiştir.

Kurutma sisteminin çalışmasını ve sıcaklığın otomatik olarak ayarını yapabilmek için gerekli bir sistem kontrol ünitesinin yapımı için kullanılan malzemeler: Sıcaklık kontrol termostatları, kontaktörler, zamanlayıcı, termik roleler, faz koruma roleleri, şalterler, elektrik panoları, trifaze elektrik sayacı, sigortalar, ampuller, elektrik kabloları, higrostat, elektrik tesisat boruları, otomatlar ve diğer malzemelerdir. Sistem kontrol ünitesinin yapımı için kulanılan malzemeler Şekil 3'de görülmektedir.

Hava iletim hatları ile silo ve bağlantı elemanlarının yapımı için gerekli malzemeler: Yüksek basınçlı radyal fan tarafından üretilen yüksek basınçlı havanın hava ısıtma ünitesine getirilmesi ve hava ısıtma ünitesinden ısıtılmış havanın siloya taşınması için gerekli hava iletim hatlarının yapımı, hava deposunun yapımı, ceviz

kurutma silosunun yapımı, ceviz kurutma makinası şasesi yapımı, bağlantıların yapımı için bir boy 10 inc'lik düz boru, sac levhalar, köşebent profil demir, titreşim sönümleyici (kompansatör), bağlantı flanşları, şase takozları, civatalar, somunlar, pullar, beton saplama civataları, yüksek ısıya dayanıklı epoksi boya, tiner, conta ve diğer malzemeler kullanılmıştır.

Ölçüm cihazları ve çalışmalarda kullanılan diğer materyaller: Hava kanalı içinden geçen ve istenen sıcaklığa kadar ısıtılmış havanın debisini ayarlayabilmek amacıyla bilinmesi gerekli olan hava hızını ölçmek için bir kızgın telli anemometre (hava hızı ölçer) kullanılmıştır (Şekil 4). Kurutma sırasında silo içinde kurutulan ceviz meyvesinin nemini ölçmek için bir dane nemi ölçer kullanılmıştır (Şekil 5).

Hasattan sonra cevizlerin dış yeşil kubuğunu soymak için yine TÜBİTAK–1007 kapsamında geliştirilen bir dış yeşil kabuk soyma makinası kullanılmıştır [13] (Şekil 6). Ayrıca hasattan sonra cevizin nemini belirlemek için maksimum ısıtma sınırı 250°C olan bir etüv kullanılmıştır (Şekil 7).

Silo içerinde farklı derinliklerdeki hava basınçların ölçümünde bir su manometresi kullanılmıştır (Şekil 8).

Ceviz kurutma çalışması sırasında ortam nemini ölçmek için %0–99 oransal nem ölçüm aralıklı bir higrometre kullanılmıştır. Ceviz kurutma çalışması sırasında ortam sıcaklığını ölçmek için –10; +110°C ölçüm aralıklı bir termometre kullanılmıştır. Ceviz kurutma çalışması sırasında silonun üst kısmının sıcaklığını, dış ortam sıcaklığını ölçmek için –15; +50°C ölçüm aralıklı bir termokapl üniteli termometre kullanılmıştır.

Meyve renk ölçümlerinde Minolta marka CR–300 model renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Meyve ağırlıklarının tartımında 20 kg ölçüm kapasiteli ve 2 g ölçüm hassasiyetli bir dijital elektronik terazi kullanılmıştır. Sürelerin belirlenmesinde bir kronometre ile bir saat kullanılmıştır. Ceviz sert kabuk kalınlıklarının ölçümünde 15 cm ölçüm kapasiteli ve 1:20 mm verniyer bölüntülü bir kumpas kullanılmıştır. Ceviz en ve boy ölçümlerinde 100 cm ölçüm kapasiteli bir meyve boyut ölçer kullanılmıştır. Cevizleri nem ölçümü amacıyla ezip küçük parçalara ayırmak için bir havan, tokmak ve plastik poşetler kullanılmıştır.

Ön deneme çalışmalarında Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitütsü bahçelerinden alınan karışık ceviz tip ve çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır.

Proje deneme çalışmalarında Bursa bölgesinin bir ticari ceviz bahçesinden alınan Bursa–95, Kaman–1 ve Pedro ceviz çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır.

Çizelge 1. Radyal fan ve motoruna ait teknik özellikler

Fan motor gücü	11 kW
Fan motor tipi	380 Volt, 50 Hz, trifaze
Fan motor devri	2940 d/d
Fan motoru bağlantı şekli	Üçgen / yıldız
Fan debisi	4000 m³/h
Fan basıncı	1000 mmSS



a b c

Şekil 1. a) Radyal fan (elektrik motorlu), b)Hava sürgüsü c) Silo çıkışı hava hızı ölçümü



Şekil 2. Hava ısıtıcı elektrik rezistansları



Şekil 3. Sistem kontrol ünitesinin yapımı için kullanılan malzemeler



Şekil 4. Hava hızı ölçer (kızgın telli anemometre)





Şekil 5. Dane nemi ölçer



Şekil 6. Ceviz dış yeşil kabuk soyma makinası



Şekil 7. Hasattan sonra küçük parçalara ayrılmış cevizin nemi belirlenen etüv



a



b



c



d

Şekil 8. a) Su manometresi b, c, d) Su manometresinin makina silosuna bağlantısı

Metot

Makine ile yapılan ön deneme kurutma çalışmaları; cevizin yeşil dış kabuğu kabuk soyma makinası ile soyulduktan sonra kurutma makinasının cevizleri %8 nem değerine kadar kurutabilmesi için gerekli olan hava sıcaklık değeri 42°C'ye ve hava debisi ise cevizlerin içinden geçen havanın hızı 20–30 m/min olacak şekilde ayarlanarak yapılmıştır. Kurutma silosu içindeki cevizlerin derinliği 1.8 m olarak seçilmiştir [2, 6, 11, 12].

İkinci yıl ceviz hasat döneminde (eylül ayında), ilk yıl hasat döneminde yapılan ön denemeler sonucu elde edilen veriler ışığında makinada yeni düzenleme ve ayarlamalar yapılarak kurutma çalışmaları yapılmıştır. Denemede kurutma çalışmalarında, Bursa bölgesi ceviz bahçesinden alınan Bursa–95, Kaman–1 ve Pedro çeşidi cevizler kullanılmıştır. Kurutma yapılacak cevizlerin yeşil dış kabuğu ceviz dış yeşil kabuk soyma makinası ile soyulduktan sonra kurutma deneme çalışmaları yapılmıştır. Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak yapılmış olup, ülkemizde geleneksel olarak yapılan ceviz kurutma işlemleri ile karşılaştırma yapılmıştır. Ülkemizde geleneksel olarak yapılan ceviz kurutma işlemleri ikiye ayrılmaktadır; birincisi daha eski bir yöntem olup ülkemizde bir çok yerde hala kullanılmaktadır. Bu yöntem cevizler hasat edilip elle dış yeşil kabuğu soyulduktan sonra güneş altında ya da gölge ve havadar yerlerde yaklaşık bir hafta süreyle yapılan kurutma işlemidir. İkinci geleneksel kurutma yöntemi ise hasattan sonra ceviz dış yeşil kabuk soyma makinası ile dış yeşil kabukları soyulan cevizler önce bir süre güneş altında daha sonra gölge ve havadar bir yerde yaklaşık bir hafta ya da daha uzun bir süreyle yapılan kurutma işlemidir [12].

Makine ile yapılan deneme çalışmalarında cevizler %8 nem değerine kadar kurutulmuştur. Hava sıcaklık değeri, meyvede acılaşma olmaması için en fazla 40°C olacak şekilde ayarlanmıştır. Hava debisi, cevizlerin içinden geçen havanın hızı 20–30 m/min olacak şekilde ayarlanmıştır. Yapılan ön denemelerde kurutma sonunda silo altındaki meyveler ile silo üstündeki meyveler arasında % nem değeri açısından oluşan farklılığı giderebilmek amacıyla yapılan ceviz kurutma deneme çalışmalarında silo meyve derinliği 1.8 m değerinden 1.5 m değerine indirilmiştir.

Geleneksel olarak yapılan kurutma işlemleri iki şekilde yapılmıştır. Birinci olarak cevizler hasat edilip elle dış yeşil kabuğu soyulduktan sonra güneş altında bir süre bekletilmişler ve daha sonra gölgede kurutulmuşlardır. İkinci kurutma yöntemi ise hasattan sonra ceviz dış yeşil kabuk soyma makinası ile (su kullanılarak) dış yeşil kabukları soyulan cevizler önce bir süre güneş altında daha sonra gölgede kurutulmuşlardır.

Dış yeşil kabukları soyulup, %8 nem değerine kadar kurutulan cevizler, kurutma süresi ve renk, meyve kalitesi, tat [2, 7, 8, 11, 12] gibi meyve kalite kriterleri ile kabukta iki yanağın birbirine yapışması yönünden değerlendirilmiştir. Renk ölçümleri renk ölçüm cihazıyla L, a, b değerleri ölçülerek yapılmıştır.

Meyve kalitesi ve tat gibi meyve kalite kriterlerinde meydana gelen değişimler Skala Değerleri kullanılarak saptanmıştır [3].

Skala Değerleri:

Meyve Kalite Skalası:

9 puan: Yeni hasat edilmiş taze ve yüksek kalitede meyve. Çıtırlığı çok iyi ve rengi çok açık meyve.

7 puan: İyi kalitede, ancak hasat tazeliğini biraz yitirmiş meyve. Çıtırlığı iyi rengi açık meyve.

5 puan: Asgari pazarlanabilir sınır, kalite kaybı belirgin, çıtırlık özelliği azalmış, açık rengi azalmış meyve.

3 puan: Çıtırlık özelliği kaybulmuş, renk koyulaşması gösteren meyve

1 puan: Çürüme ve küflenme başlayan, renk kararmış meyve

Tat Skalası:

5 puan: Çeşide özgü tat ve aromaya sahip meyve

3 puan: Aroma kaybı olan, asgari yenebilir meyve

1 puan: Yenemeyecek derecede aroması ve tadı bozulan meyve

Ön deneme ve deneme çalışmalarında bir kronometre ve bir saat kullanılarak, kurutma çalışmaları sırasında gerekli olan bütün süreler belirlenmiştir.

Ceviz sert kabuk kalınlıklarının ölçümünde bir kumpas kullanılmıştır. Ceviz sert kabuk kalınlıklarının ölçümünde, cevizlerin sert kabukları kırıldıktan sonra sert kabukların üç farklı noktasından ölçümler yapılmış olup, bu

ölçümlerin aritmetik ortalaması o meyveye ait sert kabuk kalınlığı değeri olarak alınmıştır. Çalışmada her tekerrür için 10 adet meyve kullanılmıştır ve bu 10 adet meyveye ait değerlerin aritmetik ortalaması tekerrüre ait ortalama değer olarak alınmıştır. Çalışma 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Ceviz en ve boy ölçümlerinde bir meyve boyut ölçer kullanılmış olup, her tekerrür için 10 adet ceviz meyvesi kullanılmıştır. Ölçüm sonucu alınan değerlerin aritmetik ortalaması tekerrüre ait ortalama değer olarak alınmıştır. Çalışma 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Ceviz meyve ağırlık ölçümlerinde bir dijital terazi kullanılmış olup, her tekerrür için 10 adet ceviz meyvesi kullanılmıştır. Ölçüm sonucu alınan değerlerin aritmetik ortalaması tekerrüre ait ortalama değer olarak alınmıştır. Çalışma 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Denemeler, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Değerlendirmelerde bilgisayarda Mstat–c istatistik programında %5 düzeyinde hata olasılığı ile Duncan Testine göre Varyans analizi yapılmıştır [4].

Değerlendirmeler geleneksel olarak kurutulan cevizlerde kurutma işlemi tamamlandıktan sonra yapılmıştır. Makine ile kurutmadan sonra kurutulan cevizler değerlendirmenin yapılacağı zamana kadar (geleneksel yolla cevizlerin kuruduğu zamana kadar) oda koşullarında bekletilmişlerdir.

Yapılan ön deneme ve deneme çalışmalarında kurutma karakteristik değerleri cevizin kurutulmasına uygun olarak seçilmiş ve çalışmalar yapılmıştır [2, 6, 11, 12]. Seçilen kurutma karakteristik değerleri:

1–Kurutma havasının sıcaklığı,

2–Cevizlerin arasından geçen havanın hızı,

3–Silo içindeki ürün derinliği,

4–Kurutma sonunda ürün nemidir.

Ceviz kurutma ön deneme ve deneme çalışmalarının yapılışı: Makinanın ön denemesi için Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü bahçelerinden alınan karışık ceviz tip ve çeşitleri kullanılmıştır. Ön denemelerde, hava sıcaklığı yaklaşık 42°C, hava hızı 20–30 m/min, kurutma silosu içindeki ürün derinliği de 1.8 m olarak seçilmiş ve bunun için gerekli ayarlamalar yapılmış ve kurutma çalışmaları yapılmıştır.

Makinanın denemeleri için Bursa Bölgesi'nde bulunan bir ticari ceviz bahçesinde yetiştirilen Bursa–95, Kaman–1, Pedro çeşidi ceviz ağaçlarından elde edilen cevizler materyal olarak kullanılmışlardır. Denemelerde, hava sıcaklığı en fazla 40°C, hava hızı 20–30 m/min, kurutma silosu içindeki ürün derinliği de 1.5 m olarak seçilmiş ve bunun için gerekli ayarlamalar yapılmış ve kurutma çalışmaları yapılmıştır.

Makinayla kurutma çalışmalarında kurutma sıcaklığının ayarlanması ve kurutma işlemi sırasında sıcaklıkların ve ortam neminin ölçümü: Yapılan çalışmalarda, ürün kurutma silosu istenilen derinliğe kadar ceviz meyvesiyle doldurulmuştur (ön deneme çalışmalarında 1.8 m, deneme çalışmalarında 1.5 m). Silo alt kısmına, silo içindeki cevizlerin tabanına, kurutma sıcaklık kontrol termostatının sıcaklık algılayıcısı yerleştirilmiş olup, sistem kontrol ünitesi üzerinde bulunan sıcaklık kontrol termostatı istenen sıcaklığa ayarlanmıştır (ön deneme çalışmalarında 42°C, deneme çalışmalarında 40°C). Çalışma sırasında yüksek basınçlı radyal fandan gelen basınçlı hava hava ısıtma ünitesine gelmekte ve bu ünitede bulunan elektrik rezistanslarının arasından geçerken ısınmaktadır. Bu rezistanslar, sistem kontrol ünitesinde bulunan bir termostat tarafından kumanda edilmekte ve herbiri 1700 W gücünde toplam 12 adet olup, kademeli olarak ve birbirlerinden bağımsız bir şekilde çalışabilmekte, istenen rezistanslar devreye alınıp devreden çıkartılabilmektedirler. Kurutma makinası çalışırken, cevizlerin içinde kurumakta olduğu silonun hava giriş sıcaklığı (kurutma sıcaklığı) istenen değere ulaştığı anda sistem kontrol ünitesi üzerinde bulunan termostat devreye girerek ısıtıcıya gelen elektrik akımını keserek hava ısıtma ünitesini devreden çıkarmaktadır. Termostat, aynı şekilde sıcaklık istenen değerden 1°C aşağı düştüğünde hemen rezistansları devreye alarak hava ısıtma ünitesini çalıştırmaktadır. Bu sayede sistem istenilen sıcaklıkta çalışılabilmektedir. Ayrıca ikinci bir termostat da sistemde aşırı ısınmalarda devreye girerek sistemi korumaktadır. Bu ikinci termostat, sıcaklık algılayıcısı rezistansların üzerinde olan ve rezistansların aşırı ısınıp zarar görmesini önleyen bir emniyet termostatıdır.

Kurutma işlemi sırasında silo tabanındaki (alt) sıcaklık değeri (giriş sıcaklığı = kurutma sıcaklığı) sıcaklık kontrol termostatı tarafından ölçülmüştür.

Silo üstündeki sıcaklık değeri ise termokapl üniteli termometre tarafından ölçülmüştür. Kurutmanın yapıldığı ortam sıcaklığı, kurutmanın yapıldığı oda dışındaki dış havanın sıcaklığı yine bu termokapl üniteli termometre tarafından ölçülmüştür. Ayrıca, kurutma ortamının nemi kurutma ortamında olan sistem kontrol ünitesi üzerinde bulunan bir higrometre tarafından ölçülmüştür.

Ölçümler, kurutma sürecinde, kurutma sonuna kadar yaklaşık 30 dakika aralıklarla yapılmıştır. Bu ölçümler:

1–Silo alt (kurutma sıcaklığı) ve üst sıcaklık değerleri,

2–Kurutma ortam nemi ve sıcaklığı,

3–Dış hava sıcaklığıdır.

Makinayla kurutma çalışmalarında hava hızının ayarlanması ve ölçümü: Kurutma sırasında cevizlerin arasından geçen havanın hızı, radyal fan hava giriş sürgüsü açılıp kısılarak fan içine giren hava miktarı kademesiz olarak ayarlanarak, fan çıkışındaki hava debisi ayarlanmak suretiyle ayarlanmıştır. Bunun için kızgın telli bir anemometre (hava hızı ölçer) kullanılarak silonun üst çıkışındaki hava hızı (cevizlerin arasından geçen havanın hızı) ölçülmüş olup, istenen hava hızı değerine ulaşıldığında fan hava giriş sürgüsü sabitlenmiştir. Çalışmalarda cevizlerin içinden geçen hava hızı değeri 20–30 m/min arasında ayarlanmıştır. Kurutma sürecinde bir anemometre kullanılarak belirli aralıklarla silo çıkışından hava hızı ölçümleri yapılarak sistem kontrol edilmiştir.

Hasattan sonra ürün neminin belirlenmesi: Cevizler, hasat edilip hızla dış yeşil kabukları soyulduktan sonra yaklaşık 500 g (30 adet ceviz) alınıp, bir havan veya plastik poşet içerisinde bir tokmakla ceviz dış sert kabuğuyla birlikte küçük parçacıklara ayrılana kadar dövülmüşlerdir. Sonra darası alınmış genişce bir kurutma kâğıdı üzerine ince bir şekilde serilip bir terazide tartılmışlar ve bu tartım değeri not edilmiştir. Bu değer ürünün yaş ağırlığıdır. Üzerinde net ağırlığı tartılmış ceviz bulunan bu kurutma kâğıdı hemen 103°C sıcaklıktaki bir etüvün içine yerleştirilmiştir. Etüvde 103±2°C sıcaklık koşullarında 20 saat kurumaya bırakılmıştır. Etüvde kuruma sonunda son 30 dakikalık kuruma sürecinin başında ve sonunda yapılan tartımlarda ağırlık farklılıklarına bakılmış olup, ağırlık farkı varsa bu ağırlık farkı ortadan kalkana kadar kurutma işlemi devam etmiştir [5, 9]. Etüvde tamamen kurumuş olan cevizler etüvden alındıktan hemen sonra tartılarak darası alınıp kuru cevizin net ağırlığı belirlenmiştir. Ceviz başlangıç net ağırlığı ile tamamen etüvde kuruma sonrası kuru ceviz net ağırlık farkının % oranı alınarak ceviz meyvesinin başlangıç nemi % olarak belirlenmiştir [5]. Burada yapılan çalışmalar 3 tekerrürlü olarak tekrarlanmışlardır. Bu tekerrürlerin aritmetik ortalamaları cevizin başlangıç nem değeri olarak belirlenmiştir (Şekil 9).

Kurutma sonrası ürün neminin belirlenmesi: Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra, silo derinliğinden farklı noktalardan olacak şekilde silo üstünden, silo orta noktalarından, silo tabanından alınan yeteri kadar örnek, önce bir havan veya plastik poşet içerisinde bir tokmakla ceviz dış sert kabuğuyla birlikte küçük parçacıklara ayrılana kadar dövülmüşler ve sonra nem ölçme cihazı kullanılarak nem ölçümleri yapılmıştır. Burada bir silo için silo derinliğine göre, silo üst, silo orta ve silo alt bölümleri olmak üzere silonun üç farklı noktasından nem ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Bu makinayla kurutma sonrası ürün nemini belirleme yöntemi, geleneksel kurutma çalışmalarında da kullanılmıştır.

Kabukta yapışmanın (iki yanağın birbirine yapışması) belirlenmesi: Ceviz meyvelerinin yanaklarında yapılan kurutma uygulamaları sonucu oluşacak açılmalar, bu açıklıklardan muhafaza aşamasında ürün içerisine girebilecek hastalık ve zararlılar açısından önemlidir.

Burada, cevizlerde yapılan farklı uygulamaların cevizlerin yanaklarının birbirinden ayrılmasına (ceviz yarımlarının arasının açılması) neden olma durumuna bakılmıştır. Kurutma işlemi sırasında ürüne uygulanan sıcaklığın biyolojik malzeme olan cevizin dış sert kabuğunu gevreterek fiziksel yapısının değişimi sonucu iki ceviz yanağının birbirinden ayrılması durumu % kabukta yapışma olarak incelenmiştir. Kabukta yapışma oranı, % olarak iki yanağın birbirine tamamen yapışık olma oranını vermektedir (Şekil 10).

Cevizlerin, hasattan sonra dış yeşil kabukları elle soyulduktan hemen sonra, dış yeşil kabukları elle soyulup geleneksel olarak kurutulduktan sonra, dış yeşil kabukları ceviz dış yeşil kabuk soyma makinasıyla soyulup geleneksel olarak kurutulduktan sonra, ceviz dış yeşil kabukları ceviz dış yeşil kabuk soyma makinayla soyulup

kurutma makinasıyla kurutulduktan sonra olmak üzere dört farklı uygulamanın kabukta yapışma açısından değerlendirmeleri yapılmıştır. Değerlendirmelerde yapılan uygulamalardan sonra 3 tekerrür ve her tekerrürde 10 adet meyve kullanılmıştır.



Şekil 9. Küçük parçalara ayrılmış cevizlerin etüvde kurutulması



a b

Şekil 10. a) iki yanağı yapışık meyve, b) iki yanağı ayrık meyve

Makinayla kurutma çalışmalarında ürün ağırlık kaybının belirlenmesi: İçlerinde 60'ar adet meyve örneği bulunan ve kurutma sırasında silo içine konan 3 adet filenin kurutma başlangıcı ve sonundaki ağırlık tartımları sonucu elde edilen net ağırlık verilerinin farkının yüzde oranı olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, toplam olarak kurutulan cevizlerin, kurutma başlangıç ve sonundaki ağırlık tartımları ile bu değerlerin doğruluğu test edilmiştir.

Makinayla kurutma çalışmalarında enerji tüketiminin belirlenmesi: Cevizler kurutma silosu içine doldurulduktan ve kurutma için gerekli ayarlar yapıldıktan sonra kurutma çalışması başlamadan önce sistem kontrol ünitesi üzerinde olan bir elektrik sayacından bir okuma yapılmış ve kurutma tamamlandıktan sonra aynı elektrik sayacından bir okuma daha yapılmış olup, son okuma değerinden başlangıç okuma değeri çıkartılarak kWh olarak elektrik enerji tüketimi belirlenmiştir.

Kurutma makinasıyla kurutulan cevizlerin kurutma süresine bağlı olarak değişen nem değerleri ile cevizlerde hasattan sonra ürün ilk nemine göre ceviz kurutma makinasıyla kurutma için gerekli olan kurutma süresinin belirlenmesi: İstenilen derinliğe kadar silo içine doldurulan cevizlerin üzerine, içinde 60 adet ceviz olan file, tartılarak ve tartımda file darası alınarak, kurutma başlangıcında yerleştirilmiştir. Kurutma sıcaklık ve hava hızı değerleri ayarlanmış olan kurutma işlemi sürecinde yaklaşık her yarım saatte bir, kurutma işlemi tamamlanana kadar, bu file tartılarak ceviz net ağırlık değişimleri belirlenmiştir. Kurutma sürecindeki tartımlardan elde edilen net ağırlıklar ve kurutma başlangıç net ağırlığı ile kurutma başlangıç neminden yararlanarak yapılan hesaplamayla kurutma sürecindeki nem oranları % olarak belirlenmiştir. Bu işlem 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Kurutma sürecinde, belirli süreler ve bu sürelerdeki % nem oranlarından yararlanarak zamana bağlı nem değişiminin matematik modeli bilgisayarda Excel programı kullanılarak ortaya konulmuştur. Yine aynı şekilde bu verilerden yararlanılarak cevizlerde hasattan sonra ürün ilk nemine gore, ceviz kurutma makinasıyla kurutma için gerekli olan kurutma süresi, ilişkisinin matematik modeli de bilgisayarda Excel programı kullanılarak ortaya konulmuştur.

Meyve renk değerlerinin belirlenmesi: Hasattan sonra dış yeşil kabuğu soyulan cevizlerde ve kurutulmuş olan cevizlerde renk ölçme cihazı kullanılarak renk ölçümleri yapılmıştır. Renk ölçme cihazı ile her örnek için üç noktadan ölçüm yapılmıştır. Her örnek bir meyve olup, her tekerrürde 10 meyve kullanılmıştır. Çalışma 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Renk ölçme çalışmalarında L, a, b değerleri ölçülmüştür. Ölçülen L, a, b değerlerinden yararlanılarak C (Metric Croma) renk boyutu ve H° renk açı değerleri hesaplanmıştır. Renk ölçümleri; dış sert kabuk rengi, iç meyve rengi ve meyve eti rengi olmak üzere üç konuda her uygulama için yapılmıştır.

Meyve kalite ve tat değerlerinin belirlenmesi: Hasattan sonra dış yeşil kabuğu soyulan

cevizlerde ve kurutulmuş olan cevizlerde Meyve Kalite ve Tat analizleri yapılmıştır. Meyve Kalite analizlerinde Meyve Kalite Skalası, Meyve Tat analizlerinde Tat Skalası kullanılmıştır. Her konu için çalışma 3 tekerrürlü olarak yapılmış olup, her tekerrürde 10 adet ceviz kullanılmıştır.

Cevizin kurutma makinasında kurutulması sırasında, siloda farklı derinliklerde oluşan hava basınç değerlerinin belirlenmesi: Makina ile yapılan kurutma çalışmaları sırasında, cevizlerin içinde kurudukları silo içerisinde, basınçlı havanın cevizlere ve silo iç yüzeyine olan sürtünmeler sonucunda oluşan yük kayıpları nedeniyle hava basıncında azalma olmaktadır. Bu hava basıncı azalışı, silonun üst noktalarına doğru gidildikçe sürtünmelerin artışından dolayı daha fazla artmaktadır. Ceviz kurutma makinası üretim verilerinin hesaplanmasında gerekli olan bu hava basıncı değerleri ölçüm yoluyla belirlenmiştir.

10 mm çapında şeffaf plastik hortum ve 1m uzunluğunda mm bölüntülü bir cetvel kullanılarak tarafımızca yapılan bir su manometresi, kurutma deneme çalışmaları sırasında kullanılarak silonun farklı derinliklerindeki basınç değerleri mmSS olarak ölçülmüş ve Pa değerine dönüştürülmüştür. Burada, su manometresinin bir ucu atmosfere açık ve diğer ucu ise, ölçüm yapılacak silo derinliğinde bulunan bir deliğe vidalı olarak bağlanarak ölçüm yapılmıştır. Ölçümler, su manometresi içinde bulunan suyun seviyesinin basınç nedeniyle yer değiştirme miktarının cetvel üzerinden okunmasıyla yapılmıştır (Şekil 8).

Farklı kapasitelerdeki ceviz kurutma makinalarının üretimi için gerekli olan üretim verilerinin belirlenmesi: Çalışmanın bundan sonraki aşamasında ceviz yetiştiriciliğinde ülkemiz hedefi olan büyük işletmelerin yanında özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin veya tarım birliklerinin ihtiyacını giderebilmek amacıyla farklı kapasitelerdeki ceviz kurutma makinalarının dizaynı için bilgisayarda excel programı kullanılarak hazırlanan bilgisayar programı, farklı kapasitelerdeki ceviz kurutma makinalarının yapımı için gerekli olan üretim verilerini hesaplamaktadır.

Bilgisayar programı tarafından hesaplanan bir Ceviz Kurutma Makinası üretim verileri:

1. Ceviz kurutma makinası silo kapasitesi,
2. Bu kapasite için gerekli en düşük fan motor gücü,
3. Gerekli fan toplam basıncı,
4. Gerekli fan debisi,
5. Kurutma için gerekli toplam ısı enerjisidir.

Yapılan ceviz kurutma çalışmaları sonucunda elde edilen veriler ve bu verilerden yararlanılarak bilgisayarda hesaplanan üretim verileri ışığında, kurutma makinası, adaptasyonu yapılmış bir ceviz kurutma makinası prototipi olarak ortaya konulmuş olup, Amerika, Avusturalya gibi gelişmiş ülkelerde sanayi halde olan ceviz kurutma sistemine benzer, ülkemiz koşullarına uygun, kullanımı kolay, tamiri, bakımı, tarım makinaları sanayimizde üretilebilirliği mümkün olan bir Ceviz Kurutma Makinası geliştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Amerika ve Avustralya gibi gelişmiş ülkelerde sanayi haline gelmiş olan ceviz kurutma sisteminin, ülkemize adaptasyonunu sağlayabilmek amacıyla, ulusal sanayimiz ile de görüşülerek ve ülkemizde yapılabilirlik esas alınarak ceviz kurutma makinesi projesi hazırlanmıştır (Şekil 11).

Ceviz kurutma makinasının ön deneme sonuçları: Yapımı gerçekleştirilen kurutma makinası ile Eylül 2008 döneminde Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü bahçelerinden alınan karışık ceviz tip ve çeşitleriyle, makinada gerekli düzenlemeler ile ayarlar yapıldıktan sonra ön denemeler yapılmış olup, kurutma makinası cevizin kurutulması için hazır hale getirilmiştir.

Cevizler, silo içerisine 1.8 m derinliğe kadar doldurulduktan sonra cevizin kuruması için gerekli sıcaklık yaklaşık 42°C'ye ve hava hızı ise 20–30 m/min değerine ayarlanmış olup, ön kurutma çalışmaları yapılmıştır [2, 6, 11, 12].

Yapılan kurutma çalışmalarında süre–nem içeriği grafiği aşağıdaki gibidir (Şekil 12). 20.5 saatlik kurutma süresiyle makinayla ceviz kurutma işlemi, 7–10 günlük kurutma süresine sahip olan elle dış yeşil kabuk soyup geleneksel kurutma ve makinayla dış yeşil kabuk soyup geleneksel kurutma yöntemlerine göre çok daha kısa sürede gerçekleşmiştir.

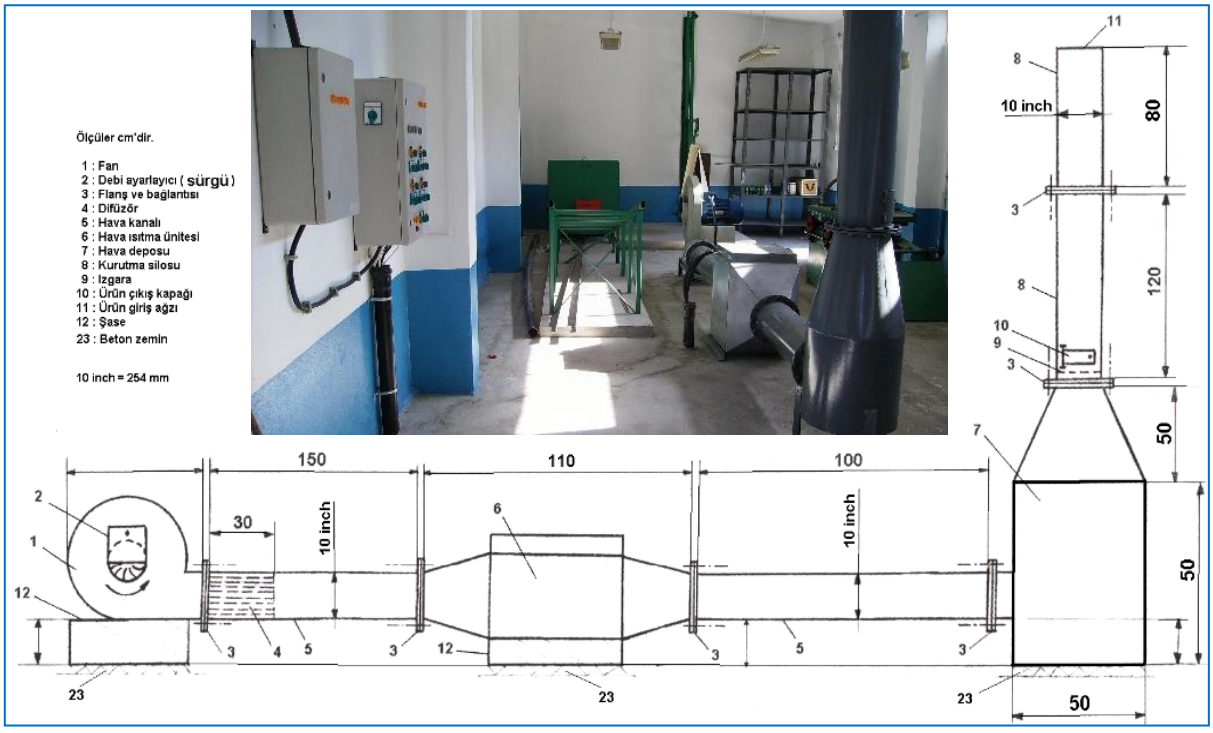
Makinayla kısa sürede yapılan kurutma işleminin olumlu sonuçları meyve kalite ve tat açısından yapılan değerlendirmelerde de görülmektedir. Ortalama 8.37'lik hasat sonrası kalite değerine en yakın olan ortalama 6.2'lik

değerle makinayla yapılan kurutmadır. Bu kalite değerini sırasıyla ortalama 4.76 ve 4.38'lik değerlerle elle dış yeşil kabuk soyup geleneksel kurutma ve makinayla dış yeşil kabuk soyup geleneksel kurutma işlemleri izlemiştir. Ortalama 4.7'lik hasat sonrası tat değerine en yakın olan ortalama 4.25'lik değerle makinayla yapılan kurutmadır. Bu tat değerini sırasıyla ortalama 3.34 ve 3.1'lik değerlerle elle dış yeşil kabuk soyup geleneksel kurutma ve makinayla dış yeşil kabuk soyup geleneksel kurutma işlemleri izlemiştir.

Şekil 13'e göre, makinayla yapılan 20.5 saatlik kurutma işleminde, kurutma süresine bağlı olarak ürün nemindeki değişim, 0.9997 korelasyon katsayısı değeriyle görülmektedir. Kurutma süresi ve ürün nemi arasındaki bu düzenli ilişki, kurutmanın makinayla uygun bir şekilde yapıldığını göstermektedir.

Makinayla yapılan kurutma ön deneme çalışmalarında bazı meyvelerde tat analizleri sırasında, geleneksel kurutma yöntemlerine göre ortalama olarak daha iyi sonuçlar alınmasına rağmen, hafif tat bozuklukları gözlemlenmiştir. Bu duruma 42°C'lik yüksek kurutma sıcaklığının neden olabileceği düşüncesiyle, cevizin kurutma sırasında yüksek sıcaklıktan dolayı bozulma riskini ortadan kaldırmak için, daha sonraki dönemde yapılan ceviz kurutma denemelerinde daha düşük sıcaklık değeri olan 40°C'lik değer seçilmiştir.

1.8 m silo derinliğinde makinayla yapılan ceviz kurutma ön çalışması sonunda, kurutma sonrası silo alt kısmındaki ürün nemi ortalama %7.03 ve silo üst kısmındaki ürün nemi ortalama %8.96'dır. Silo üstündeki cevizler, silo altındaki cevizlere göre %1.93 oranında daha az kurumuşlardır. Bu kurutma farklılığını ortadan kaldırabilmek amacıyla, silodaki ürün derinliği 1.8 m'den 1.5 m değerine azaltılmış ve bir sonraki dönem ceviz kurutma deneme çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 11. Ceviz kurutma makinesinin teknik resimli ve imali genel görünümü

Ceviz kurutma makinasının deneme sonuçları: 2008 yılında yapılan ön kurutma denemelerinden sonra makinada gerekli görülen düzenlemeler tamamlanmış ve 2009 yılı Eylül döneminde Bursa–95, Kaman–1, Pedro çeşidi cevizler ile kurutma çalışmaları yapılmış olup, yapılan ceviz kurutma çalışmaları sonucunda elde edilen veriler ışığında, kurutma makinası, adaptasyonu yapılmış bir ceviz kurutma makinası prototipi olarak ortaya konulmuş olup, Amerika, Avusturalya gibi

gelişmiş ülkelerde sanayi halde olan ceviz kurutma sistemine benzer, ülkemiz koşullarına uygun, kullanımı kolay, tamiri, bakımı, tarım makinaları sanayimizde üretilebilirliği mümkün olan bir ceviz kurutma makinası geliştirilmiştir.

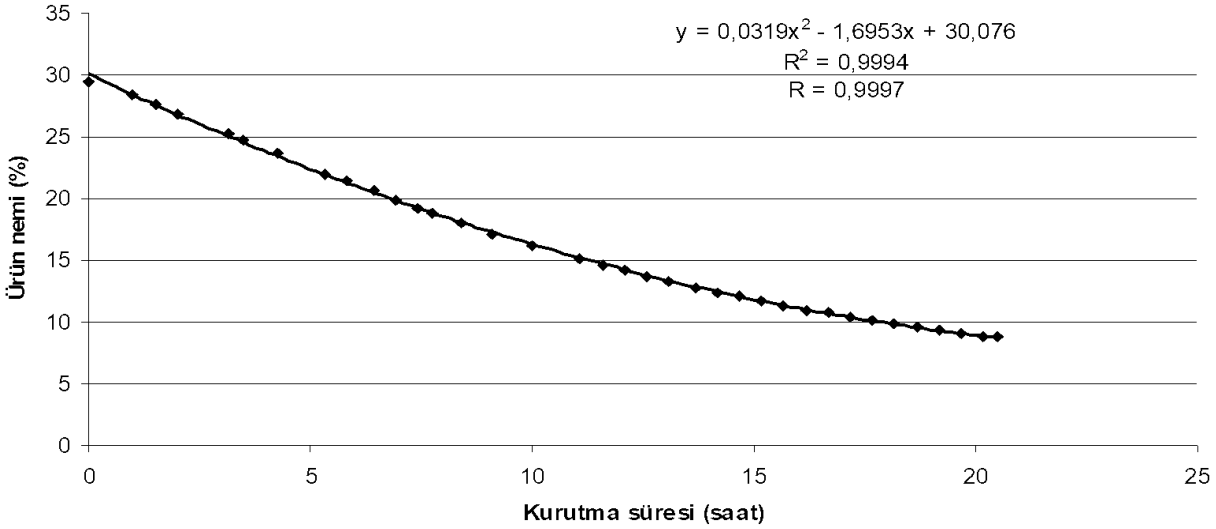
Yapılan ön deneme çalışmalarında bazı meyvelerde hafif acılaşma gözlemlenmiş olması nedeniyle 42°C hava sıcaklık değeri fazla bulunmuş olup, bu değer deneme çalışmalarında daha güvenli olan 40°C hava sıcaklık değerine düşürülmüştür.

Ön deneme çalışmalarında silo derinliği açısından yapılan değerlendirmede ise; silo alt kısmında olan meyveler ile silo üst kısmında olan meyveler arasında kurutma sonunda ortalama olarak %1.93'lük bir nem farkı görülmüştür. Yani, silo üstündeki meyvelerin kurutma sonundaki nemi %8.96 iken, silo alt kısmında bulunan meyvelerin nemi %7.03 olmuştur. Burada uygun kurutma için silo alt ve üst kısmındaki meyvelerin yeknesak olarak yaklaşık aynı oranlarda kuruması önemlidir. Bu nedenle, bu farklılığı ortadan kaldırarak silonun farklı derinlikleri boyunca homojen bir kurutma yapabilmek için silo içindeki meyve derinliği yapılan deneme çalışmalarında azaltılmış ve 1.8 m ürün derinlik değeri 1.5 m ürün derinlik değerine düşürülmüştür. Ancak deneme çalışmalarında kurutma sonunda silo içindeki bu ürün nemi farklılığının azalmadığı görülmüştür. Bu nedenle, 1.5 m'den 1.8 m ürün derinliğine kadar herhangi bir silo derinliğinin seçimi uygun görülmüştür. Ancak yüksek silo kapasitesi için bu değerin 1.8 m olarak alınması daha uygundur.

Farklı kapasitelerdeki ceviz kurutma makinalarının üretimi için gerekli olan üretim verileri: Çalışmanın bundan sonraki aşamasında ceviz yetiştiriciliğinde ülkemiz hedefi olan büyük işletmelerin yanında özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin veya tarım birliklerinin ihtiyacını giderebilmek amacıyla farklı kapasitelerdeki ceviz kurutma makinalarının dizaynı için gerekli olacak üretim verilerini, çalışmalarımızdan elde ettiğimiz verilerden yararlanılarak, hesaplayan bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu bilgisayar programı farklı kapasitelerdeki ceviz kurutma makinalarının yapımı için gerekli olan üretim verilerini hesaplamaktadır.

Bilgisayar programı tarafından hesaplanan bir ceviz kurutma makinası üretim verileri:

1. Ceviz kurutma makinası dairesel kesitli silo kapasitesi,
2. Bu kapasite için gerekli en düşük fan motor gücü,
3. Gerekli fan toplam basıncı,
4. Gerekli fan debisi,
5. Kurutma için gerekli toplam ısı enerjisidir.



Şekil 12. Karışık ceviz tip ve çeşitlerinin kurutma makinası ile kurutulmasında oluşan kurutma eğrisi (polinom)

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Sonuç olarak, genel olarak Çizelgelar ve istatistiksel analiz sonuçları incelendiğinde her üç ceviz çeşidinde de paralel sonuçlar alınmıştır. Buna göre kurutma çalışmalarına kurutma süresi, renk, kalite ve tat kriterleri açısından bakıldığında en iyi kurutma sonuçları, geliştirmiş olduğumuz ceviz kurutma makinası ile yapılan kurutma çalışmalarından alınmış olup, en kaliteli kurutulmuş ceviz, ceviz kurutma makinasından elde edilmiştir. En kötü kurutma sonuçları ise, makine ile dış yeşil kabuğu soyulup geleneksel olarak kurutulan cevizlerden alınmıştır. Bunun nedeni, makine ile dış yeşil kabuk soyma sırasında cevizin içine suyun girerek, geleneksel kuruma aşamasında geç kuruma nedeniyle meyvede zararlanmanın olmasıdır. Elle kabuk soyma işinin zor, zaman kaybı ve yüksek işçilik maliyeti nedeniyle, özellikle son zamanlarda cevizin makinayla dış yeşil kabuğunun soyulup geleneksel olarak kurutulduğu ülkemizde, yakın gelecekte artan üretim miktarı sonucu cevizde uzun süreli muhafazanın gerekeceği, dolayısıyla muhafaza sürecinde kaliteli ceviz açısından giderek artan problemlerle karşılaşılacağımız kesindir. Bütün bu nedenlerden dolayı yakın gelecekte hem sadece makinalı soyma ile artması kaçınılmaz olacak bu kalite kaybı sorunlarının çözümü, hem de özellikle uluslararası pazarda söz sahibi olabilecek yüksek kaliteli ceviz meyvesinin elde edilebilmesi için ancak ceviz kurutma makinaları ile cevizin kurutulabileceği kesin bir sonuçtur.

Yapılan ceviz kurutma çalışmaları sonucunda elde edilen veriler ve bu verilerden yararlanılarak hazırlanan bir bilgisayar programı ile hesaplanan üretim verileri ışığında, kurutma makinası, adaptasyonu yapılmış bir ceviz kurutma makinası prototipi olarak ortaya konulmuş olup, Amerika, Avusturalya gibi gelişmiş ülkelerde sanayi halde olan ceviz kurutma sistemine benzer, ülkemiz koşullarına uygun, kullanımı kolay, tamiri, bakımı, tarım makinaları sanayimizde üretilebilirliği mümkün olan bir Ceviz Kurutma Makinası geliştirilmiştir.

Bu proje ile ürün kurutma laboratuarının kurulmuş olması nedeniyle, bu projenin devamında, ülkemizde yetiştirilen birçok sebze ve meyvenin kurutularak değerlendirilmesine yönelik proje çalışmaları planlanmaktadır. Meyve ve sebzelerin kurutarak muhafaza süresi, taze muhafazaya göre daha uzundur. Ayrıca ürünün, kurutma yoluyla işlenmesi ekonomik anlamda katma değerini artırmaktadır. Yaklaşık 40 milyon ton yıllık meyve sebze üretimimizden hasat sonrasında %30–50'lik büyük kayıp oranlarından bahsedilmektedir. Gelişmiş ülkelerde meyve sebzelerin hasat sonrası kayıpları %5 dolaylarındadır. Bunun nedenleri, yetiştiricilikte uygulanan tekniğine uygun kültürel işlemlerle yüksek kalitede ürünlerin yetiştirilmesi yanında hasat sonrası teknolojilerin yoğun olarak kullanımıdır. Hasat sonrası teknolojilerin kullanımının artırılması ise bu konuda yapılacak araştırma çalışmaları sonucu elde edilecek bilgilerin konu ile ilgili üretici ve firmalara aktarılması ve benimsetilmesiyle mümkündür.

Not: Bilgisayar programını isteyen sorumlu yazardan temin edebilir.

KAYNAKLAR

1. Akça, Y., 2004. Ülkemiz Ekonomisine Yeni Bir Açılım Ceviz Yetiştiriciliği. *Ceviz Çalıştayı. TEMA Vakfı Yayınları No:43. İstanbul. s:47–58.*
2. Anonim, 1978. Walnut Harvesting and Handling in California. *Division of Agricultural Sciences, University of California, Davis. 7 p.*
3. Çelikel, F. G., S. Özelkök, K. Kaynaş, M. Burak ve B. Erenoğlu, 2001. Kiraz, İncir ve Çilek Meyvelerinin Modifiye Atmosferde Depolama Olanaklarının Araştırılması. *Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayın No: 148. Yalova. 13 s.*
4. Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu ve F. Gürbüz, 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları–II). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1021, Ders Kitabı:295. 381s.*
5. Işık, E. ve İ. Alibaş, 2000. Tarımsal Ürünlerin Kurutulmasında Kullanılan Yöntemler ve Kurutma Sistemleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notu No:3 64s.*
6. Kader, A. A. and J. F. Thompson, 1992. Postharvest Handling Systems: Tree Nuts. Postharvest Technology of Horticultural

Crops. *University of California. Publication 3311. ISBN: 0931876990. pp:253–259.*
7. Kamel, O. and M. El–Kholy, 2002. Development and Evaluation of a Green–house Type Solar Dryer for Drying Ear and Shelled Corn. *Proceedings of the 8th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture Kuşadası/Turkey. pp:227–234.*
8. Mengeş, H. O., C. Ertekin ve C. Aydın, 2004. Elma Kurutmada Kurutmanın Çeşitli Modellerle Açıklanması. *Tarımsal Mekanizasyon 22. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı. s.33.*
9. Ölez, H., 1971. Marmara Bölgesi Cevizlerinin (*Juglans regia* L.) Seleksiyon Yolu ile Islahı Üzerinde Araştırmalar. *Bahçe Kültürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi. Yalova. 16s.*
10. Perry, E. and G.S. Sıbbett, 1998. Harvesting and Storing Your Home Orchard's Nut Crop: Almonds, Walnuts, Pecans, Pistachios, and Chestnuts. *University of California Division of Agriculture and Natural Resources 9p.* (http://danrcs.ucdavis.edu).
11. Thompson, J. F., T. R. Rumsey and J. A. Grant, 1998. Dehydration. Walnut Production Manual. Harvesting and Handling Walnuts. *University of California Division of Agriculture and Natural Resources Pablication 3373. pp:271–304.*
12. Topak, R. ve S. Bayrak, 2000. Hasat ve Sonrası İşlemler. Aşılı Ceviz Yetiştiriciliği. *ISBN: 9759648709. Ankara. s:179–186.*
13. Yalçın, M., T. Acıcan, K. Alibaş, Ü. Ertürk, A. Soylu ve Y. Akça, 2012. Ceviz (*J. regia* L.) Meyvesi Yeşil Kabuğunu Soyma Makinesi Karakteristiklerin Belirlenmesi ve Soymaya Ethephone'un Etkisi. *27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 19 Mayıs Üniversitesi, Samsun.*