



## Süs Bitkilerinde Ön Soğutma Uygulamalarının Önemi ve Kullanım Olanakları

İlknur Alibaş<sup>1\*</sup>, Nezihe Köksal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü 16059 Bursa, Türkiye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330 Adana, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Derleme Makale

Geliş 29 Ocak 2018  
Kabul 10 Mart 2018

**Anahtar Kelimeler:**  
Havayla ön soğutma  
Kesme çiçek  
Suyla ön soğutma  
Vakumla ön soğutma  
Çiçek soğanı

\*Sorumlu Yazar:

E-mail: ialibas@uludag.edu.tr

### ÖZET

Kesme çiçek sektöründe, çiçeğin kalite parametrelerinin ve vazo ömrünün uzun süre korunması hem ürünün ekonomik değerini hem de satılabilirliğini artırmak açısından önem taşımaktadır. Benzer şekilde, hasattan sonra soğanlı süs bitkilerinin toprak altı organlarının soğuklama gereksiniminin giderilmesi amacıyla depolanması aşamasında, ürünün hasat sıcaklığından depolama sıcaklığına hızlı bir şekilde getirilmesi önem arz etmektedir. Ürünün kalitesini artırırken kayıpları en aza indirmek için geçmişten günümüze pek çok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de ön soğutma yöntemidir. Ön soğutma, ürünün hasat sıcaklığından depolama sıcaklığına hızlı ve etkin bir şekilde düşürülmesi olarak tanımlanmaktadır. Ön soğutma, hem ürünün hasat sonrası soğuk depoya konulması hem de depolama yapılmaksızın doğrudan satışa çıkarılması durumlarında, ürünün dayanım süresini ve kalite parametrelerini artırmak için kullanılabilir. Uygulandığı tarımsal ürünlerin yapısal ve fizyolojik özelliklerine bağlı olarak ön soğutma, havayla, suyla ve vakumla olmak üzere temelde üç ayrı yöntemle yapılabilmektedir. Bu çalışmada, ön soğutma yöntemleri süs bitkilerine uygunlukları bakımından detaylı bir şekilde tartışılmıştır.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(5): 586-595, 2018

### The Importance of Pre-cooling Methods and Usage Possibilities in Ornamental Plants

### ARTICLE INFO

#### Review Article

Received 29 January 2018  
Accepted 10 March 2018

**Keywords:**  
Air pre-cooling  
Cut flower  
Hydro pre-cooling  
Vacuum precooling  
Flower bulb

\*Corresponding Author:

E-mail: ialibas@uludag.edu.tr

### ABSTRACT

In cut flower sector, preservation of flower quality parameters and vase life is very important in terms of both economical value of product and salability of product. Similarly, reaching of product from harvesting temperature to storage temperature quickly is of great importance in stage of eliminating of the chilling requirement the underground organs of bulbous ornamental plants after harvest. Several methods have been developed from the past to the present so as to increase of product quality and to minimize losses. One of these methods is also precooling method. Precooling is defined as fast and effectively lowering of product from harvest temperature to storage temperature. Precooling can be used to increase product quality and storage period in case of both to be put into cold storage after harvest and to be sell directly without storage. Depend on structural and physiological properties of agricultural products; precooling can be divided into three different methods including air, hydro and vacuum precooling. In this study, precooling methods were discussed in detail in terms of compliance with ornamental plants.

DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i5.586-595.1822>

## Giriş

Ülkemizde 2011-2015 yılları arasındaki istatistiklerin ortalamasına göre kesme çiçek üretim değerleri içinde en çok üretim payına %58,24 değeri ile karanfil sahiptir. Bunu sırasıyla %12,49 değeri ile gerbera, %9,35 değeri ile gül, %3,91 değeri ile kasımpatı ve %3,52 değeri ile lale izlemektedir (TÜİK, 2016). Son beş yıllık istatistik ortalamalarına göre toplam ekilen alanlarımız içinde %0,013'lük bir paya sahip olmasına karşın süs bitkileri birim alandan elde edilen ürünün ekonomik değeri açısından diğer pek çok tarımsal üretim çeşidinden daha fazla önem arz etmektedir.

Ekonomik değerinin yüksek olması ve diğer tarımsal üretime kıyasla sınırlı alanlarda yetiştirilmesi gibi nedenler, kesme çiçeklerde hasattan sonra oluşabilecek kalite kayıplarını azaltmaya ve vazo ömrünü artırmaya yönelik muhafaza uygulamalarını giderek daha önemli bir konu haline getirmiştir.

Kesme çiçeklerin hasadından sonra ürünün renk, koku, genel görünüm, sertlik gibi kalite parametrelerinin uzun süre korunabilmesi ve bozulmalarının mümkün olduğunca geciktirilmesi istenmektedir (Brosnan ve Sun, 2001; Brosnan ve Sun, 2003). Üründeki solunum faaliyetlerinin sürmesi, hasattan sonra oluşan bozulmaların başlıca nedeni olarak sayılabilmektedir (Wang ve Sun, 2001; Sun ve Wang, 2004). Hasattan sonra fizyolojik ve biyolojik aktivitenin sürmesi ile zaman ve sıcaklık artışına bağlı olarak ürünün bünyesinde bazı biyolojik bozulmalar oluşmaktadır (Alibaş ve Köksal, 2014). Solunumun hasattan sonra da devam etmesi, enzimlerin bozulması, mikroorganizma faaliyetlerinin artan sıcaklığa bağlı olarak hızlanması, materyalin bünyesinde etilen oluşumunun artması gibi nedenler biyolojik bozulmaların başlıca nedenleri arasında sayılabilir (Sun ve Wang, 2004; Alibaş ve Okursoy, 2012a). Hasattan hemen sonra oluşmaya başlayan bozulmanın engellenmesi için kesme çiçeklerin hızlı ve etkin bir şekilde soğutulması gerekmektedir.

Bu çalışmada; ön soğutmanın önemi, ön soğutma yöntemleri ve bu yöntemlerin ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan bazı kesme çiçekler açısından tartışılması sağlanacaktır.

## Ön Soğutmanın Tanımı ve Önemi

Ürünün hasat işleminden hemen sonra mümkün olan en kısa süre içerisinde etkin bir şekilde soğutulması ile kalite parametrelerinin uzun süre korunması, ağırlık kaybının, mikroorganizma faaliyetlerinin, enzim aktivitesinin ve etilen oluşumunun azaltılması, su kaybının ve yaralanma etkisinin en aza indirilmesi ve solunum hızının yavaşlatılması sağlanabilmektedir (Brosnan ve Sun, 2003). Özellikle hızlı bozulan tarımsal ürünlerin zaman kaybetmeden soğutulması, ürünün depolama ve satış kalitesinin korunmasında büyük önem taşımaktadır. Yazın hasat edilen ürünlerde optimum soğutmanın sağlanması açısından düşürülmesi istenen sıcaklık değeri daha fazla olmaktadır (Alibaş ve Okursoy, 2012b).

Herhangi bir soğutma tekniği kullanılarak, hasat edilen ürün sıcaklığının 24 saat gibi kısa bir süre içerisinde depolama sıcaklığına indirilmesi işlemine “ön

soğutma” adı verilmektedir (Sankat ve Mujaffar, 1999; Alibaş ve Okursoy, 2009).

Ön soğutma işlemi ile ürünün bünyesindeki gizli ısı alınmaktadır (Alibaş ve ark., 2011). Ön soğutma işleminden sonra soğutulmuş ürün soğutma sıcaklığı korunarak ya pazara gönderilmekte ya da daha sonra satılmak amacıyla soğuk depolama altına alınmaktadır (Işık, 1994). Ürünün pazara gönderilmeden önce soğutulması, genellikle soğutma kapasitesi düşük olan taşıyıcı araçların soğutma yükünü azaltmaktadır (Alibaş ve Köksal, 2014). Ayrıca soğuk depolamadan önce hasat edilen ürünlerin muhafaza sıcaklığına kadar ön soğutulması ile depolama sırasında harcanan soğutma gücünden tasarruf elde edilmesi sağlanmaktadır (Işık, 1994).

## Ön Soğutma Yöntemleri

Ön soğutma işlemleri soğutulacak ürünün özelliklerine ve uygulanacak teknolojiye göre genel olarak üç farklı yöntemle yapılmaktadır (Şekil 1). Bu yöntemler; havayla ön soğutma (Chen, 1988; McDonald ve ark., 2000; Özer, 2002; Dincer, 1995; Jackman ve ark., 2007; Alibaş ve Okursoy, 2009; Alibaş ve Okursoy, 2011; Alibaş ve Köksal, 2014; Alibaş ve Köksal, 2015), suyla ön soğutma (Chen, 1988; Alibaş ve Okursoy, 2009; Alibaş ve ark., 2011; Alibaş ve Köksal, 2014; Alibaş ve Köksal, 2015) ve vakumla ön soğutma (Chen, 1988; Işık, 1994; McDonald ve Sun, 2000; McDonald ve ark., 2000; Rennie ve ark., 2001; Brosnan ve Sun, 2003; Jackman ve ark., 2007; Alibaş ve Okursoy, 2012a; Alibaş ve Okursoy, 2012b; Alibaş ve Köksal, 2014; Alibaş ve Köksal, 2015) yöntemleridir.

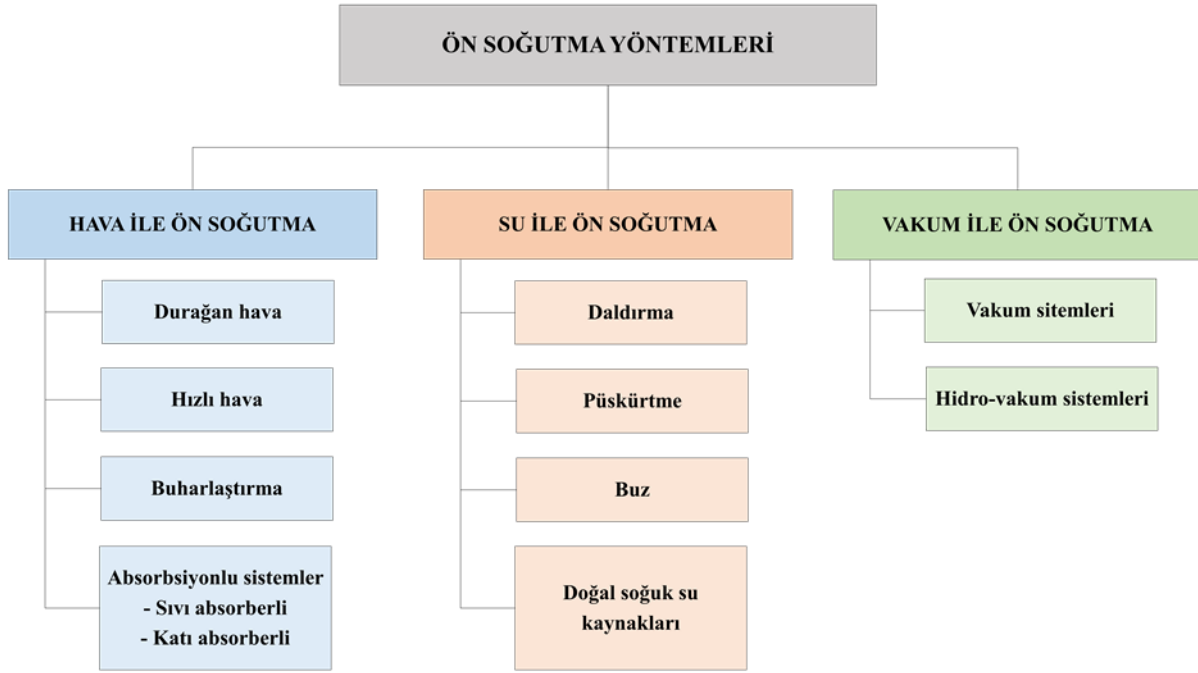
### Hava ile Ön Soğutma

Soğutucu akışkan olarak havanın kullanıldığı bu yöntem bilinen en eski ön soğutma yöntemidir. Bu yöntemde hasat sıcaklığındaki ürün, soğuk havanın etkisi ile dış yüzeyden başlayarak iç yüzeye doğru ısı taşınımı (konveksiyon) yoluyla soğutulmaktadır (Alibaş ve Okursoy, 2012a). Havayla ön soğutma yöntemi durağan (sabit) havayla, hızlı hava hareketi ile (zoraki hava akımıyla), buharlaştırmayla ve absorpsiyonlu ön soğutma olarak üzere genel olarak dört kısımda incelenmektedir.

Durağan hava ile ön soğutma yönteminde kutulara yerleştirilmiş hasat sıcaklığındaki ürünler ön soğutma odasına istiflenmektedir. Ön soğutma odası çalışma prensibi olarak soğuk hava depolarının hacimsel olarak küçültülmüş bir benzeri olmaktadır. Soğutulmuş hava, tavana yakın bir kısımdan 0.36-0.72 m<sup>3</sup>/h'lik bir debiyle ön soğutma odasına verilmekte ve böylece istiflenmiş ürünlerin yukarıdan aşağıya doğru soğutulması sağlanmaktadır. Ürünün konulduğu kutuların tabanına ve yan kısımlarına hava deliklerinin açılması etkin bir hava sirkülasyonunun sağlanması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca, duvarlar ile ürünün konulduğu kutular arasında yaklaşık olarak 15-30 cm ve kutularla tavan arasında ise 45-60 cm bir mesafe olması gerekmektedir. Soğuk odada ön soğutmanın etkinliğini artırmak amacıyla büyük hacimli kutulardan çok küçük hacimli kutuların kullanılması önerilmektedir. Sistemin soğutma kapasitesi

ise soğutma odasının hacmine ve soğutma ekipmanlarının verimine bağlı olmaktadır. Bu sistemde soğutulmak istenen ürün, yaklaşık 24 saat içinde istenen depolama sıcaklığına ulaştırılmaktadır (Sullivan ve ark., 1996). Yüksek kapasiteli soğutma ekipmanlarının kullanıldığı soğuk hava depolarında istenen ön soğutma sıcaklığına daha kısa sürelerde ulaşılabilmektedir (Alibaş ve Okursoy, 2012a; Alibaş ve Okursoy, 2012b; Alibaş ve Köksal, 2014). Durağan havayla (soğuk hava deposunda) ön soğutma yöntemi, tüm kesme çiçeklerin soğutulması için uygun bir yöntemdir. Ancak bu yöntemde, soğutma

hız ve etkinliğinin oldukça düşük olması hızlı bozulmaya uğrayan hassas kesme çiçeklerin soğutulması sırasında bazı kalite kayıplarının oluşmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca ön soğutma odası içerisinde sıcaklık farklılıkları oluşabildiğinden, ürünlerin tekdüze bir şekilde soğutulmasında çeşitli problemler yaşanabilmektedir (Sullivan ve ark., 1996). Durağan hızla soğutma yöntemindeki en büyük dezavantajlardan bir diğeri ise ürünün bünyesinde nem azalmasına bağlı olarak ağırlık kayıplarının meydana gelmesi olarak tanımlanabilmektedir.



Şekil 1 Tarımsal ürünlerin soğutulmasında kullanılan ön soğutma yöntemleri  
Figure 1 Pre-cooling methods used for cooling agricultural products

Hızlı hava hareketi ile (zoraki hava akımıyla) ön soğutma yönteminde, soğutucu üniteye soğutulan hava fan yardımıyla ürünün üzerine yüksek hızda gönderilmektedir. Üründen ürüne farklılık göstermekle birlikte, soğutma süresi genellikle 2,5 ile 24 saat arasında değişmektedir (Alibaş ve Okursoy, 2012a). Sistemdeki hava akımının hızı çoğunlukla 1 m/s olacak şekilde ayarlanmaktadır (Dincer, 1995; Alibaş ve Köksal, 2014). Hızlı hava akımıyla ön soğutma yöntemi yaygın olarak kullanılan bir ön soğutma yöntemi olmakla birlikte sistemin yapımı basit, işletim maliyetleri ise oldukça düşüktür (Sullivan ve ark., 1996; Alibaş ve Okursoy, 2012a). Yüksek kapasiteli hızlı hava akımıyla ön soğutma sistemlerinde, ürünün sıcaklığı 3-6°C'ye kadar düşürülebilmektedir (Alibaş ve Okursoy, 2012b). Hızlı hava akımıyla ön soğutma yöntemi durağan havayla ön soğutma yöntemine göre daha hızlı, etkili ve tekdüze bir soğutma sağlamaktadır. (Sullivan ve ark., 1996). Hızlı hava hareketi ile ön soğutmanın en büyük dezavantajı, ürünlerde büyük ölçüde ağırlık kayıplarına sebebiyet vermesi olarak tanımlanmaktadır. Hem durağan hem de basınçlı hava akımıyla yapılan soğutma işlemlerinde soğutucu olarak kullanılan havanın nemlendirilmesiyle soğutma sırasında üründe oluşan ağırlık kayıpları

minimum düzeye indirilebilmektedir (Sullivan ve ark., 1996; Alibaş ve Okursoy, 2012a).

Buharlaştırma ile ön soğutma yöntemi ürün sıcaklığının düşürülmesinde kullanılan etkin ve pahalı olmayan bir yöntemdir. Bu yöntemde sistemdeki kuru hava nemlendirilmiş dolgu maddesi ya da ince katman şeklindeki su buharı içinden geçirilmektedir. Böylece kuru havanın nem düzeyinin artırılması sağlanmaktadır. Nemli hava ürünün bulunduğu kutularda açılmış olan hava deliklerinden geçirilmektedir. Soğutma sisteminde bulunan su, sisteme dışarıdan verilen bir ısı yardımıyla sıvı fazdan buhar fazına geçirilmektedir. Bu esnada oluşan buharlaşma ile ortamdan ısı çekilmekte ve ürünün sıcaklığında azalma meydana gelmektedir. Bu yöntemde sisteme giren havanın nispi nem oranının %65'in altında olması istenmektedir. Buharlaştırmayla ön soğutma işleminde sıcaklık, yaklaşık -10°C'a kadar düşürülebilmektedir (Anonim, 2011; Alibaş ve Okursoy, 2012a).

Absorbsiyonlu soğutma çevrimleri, çok yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyulmayan soğutma çevrimleri olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle absorpsiyonlu sistemler, güneş enerjili soğutma uygulamaları ile birlikte kullanılmaya uygunluk göstermektedir. Bu soğutma

sistemlerinde akışkana basınç kazandırılması sıvı fazda gerçekleştiği için, sisteme dışarıdan verilen enerji küçük olmaktadır. Absorbsiyonlu soğutma sistemleri büyük hacimli sistemler olduğu için soğutma çevrimlerinde çok düşük sıcaklıkların elde edilmesi mümkün olmamaktadır. Şayet, soğutma sistemde çok düşük sıcaklıklara ihtiyaç bulunmuyorsa LiBr - H<sub>2</sub>O (Lityum Bromit-Su) çifti en uygun akışkan olarak kullanılabilir. Sistemde düşük sıcaklıklara gereksinim duyuluyorsa NH<sub>3</sub> - H<sub>2</sub>O (Amonyak-Su) akışkan çiftini kullanılması gerekmektedir. Absorbsiyonlu soğutma sistemleri sıvı çözeltili ve katı absorberli sistemler olarak iki grupta incelenmektedir (Alibaş ve Okursoy, 2012a). Sıvı çözeltili absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin soğutma devreleri buhar kompresyonlu (sıkıştırılmalı) soğutma sistemlerinde olduğu gibi dizayn edilmektedir. İki sistemin birbirinden tek farkı, absorpsiyonlu soğutma sisteminde sıkıştırma işleminin buhar fazında değil de sıvı fazında gerçekleştirilmesidir. Absorpsiyonlu soğutma sistemlerinde soğutucu akışkan olarak NH<sub>3</sub> ya da LiBr kullanılmakta iken, absorblayıcı akışkan olarak ise su (H<sub>2</sub>O) kullanılmaktadır. Sistemde buna ilave olarak soğutucu akışkan gazını emen sıvı akışkan da bulunmaktadır. Absorberde belli oranda karışmış olan çözelti, bir sıvı pompası ile basılarak buhar üreticisine (jenaratör) gönderilmektedir. Bu karışım içindeki soğutucu akışkan buhar üreticisinde buharlaştırılmaktadır. Buharlaştırmayı sağlayan enerji, güneş kolektöründen alınarak sistemin maliyeti bir miktar düşürülebilmektedir. Basınç artışı sıvı fazında olduğu için sıkıştırma işine az enerji harcanmaktadır. Soğutucu buharın bu aşamada sonraki işlemi buhar kompresyonlu soğutma makinalarındaki gibi olmaktadır. Buharlaştırıcıdan çıkan buhar absorber tarafından emilmektedir. Absorblama kapasitesinin artırılması için absorber mutlaka soğutulmalıdır. Zamanla absorberler soğutucu akışkanla doymuş hale gelebilmektedir. Bu durumda buhar üreticisinde bulunan çözelti soğutucu akışkanca fakirleşmektedir. Buhar üreticinde akış iki kola ayrılmakta olup, bir koldan zengin buhar karışımı devreyi beslerken, diğer koldan fakir sıvı karışımı basıncı düşürülerek absorbere geri döndürülmektedir. Bu sırada ısı eşanjöründen absorbere dönen karışım ön soğutmaya uğrarken, buhar üreticisine gönderilen çözeltinin ön ısıtılması sağlanmaktadır. LiBr - H<sub>2</sub>O çiftinin kullanıldığı absorpsiyonlu soğutma sisteminde buhar üreticisinin 88-93°C'lik bir sıcaklık ihtiyacı bulunmaktadır. Bu nedenle bu soğutma çifti düz yüzeyli güneş kolektörleri için uygunluk göstermektedir. Ancak bu sistemde dikkat edilmesi gereken en önemli husus soğutma sıcaklığının 4°C'nin altına düşürülmemesidir. NH<sub>3</sub> - H<sub>2</sub>O çiftinde ise buhar üreticinde 120-150°C'lik bir sıcaklık ihtiyacına gereksinim duyulmaktadır. Bu sıcaklığın karşılanabilmesi için güneş toplaçlarının faydalanılabilmektedir. Ayrıca NH<sub>3</sub> - H<sub>2</sub>O çiftinin kullanıldığı sistemle 4°C'nin altındaki sıcaklıklara da inilebilmektedir (Alibaş ve Okursoy, 2012a). Katı absorberli sistemin en büyük dezavantajı kesikli çalışması olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle katı absorberli sistemlerin sürekli soğutma gerektiren işlerde kullanılması mümkün olmamaktadır. Bu tarz ön soğutma çevrimlerinde Katı absorber olarak CaCl<sub>2</sub> kullanılabilir (Yavuzcan, 1968; Alibaş ve Okursoy, 2012a).

### Su ile Ön Soğutma

Hızlı ve etkin bir soğutma yöntemi olup, sistemde soğutucu akışkan olarak su kullanılmaktadır. Bu yöntemde ürün, soğuk havanın etkisi ile dış yüzeyden başlayarak iç yüzeye doğru ısı taşınımı (konveksiyon) yoluyla soğutulmaktadır (Alibaş ve Okursoy, 2012a; Alibaş ve Okursoy, 2012b). Suyu ön soğutma yöntemi daldırma ile ön soğutma, püskürtme ile ön soğutma olarak iki kısımda incelenmektedir. Bu iki yöntemin en büyük avantajı çeşitli ürün artıklarının, tarla tozu ve kirinin üründen yıkanıp temizlenmesine olanak sağlamasıdır. Ayrıca soğutma suyuna klor ve iyot çözeltileri gibi bazı kimyasal maddelerin katılmasıyla ürün yüzeyindeki zararlı bakterilerin yok edilmesi sağlanmaktadır (Alibaş ve Okursoy, 2012a). Suyu ön soğutma doğal soğuk su kaynaklarıyla da gerçekleştirilebildiği gibi, buzla ön soğutma yöntemi de bu grup içinde incelenebilmektedir.

Daldırma ile ön soğutma yönteminde ön soğutma, ürünün soğuk ya da buzlu suya daldırılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemde ya ürünün üzerine delikli tavalardan bol miktarda soğuk su gönderilmekte ya da paketlenmiş veya ambalajsız ürün soğuk suyun içine daldırılmaktadır. Burada ürün ya sabit konumda tutulmakta ya da hareketli bant üzerinden geçirilmektedir. Daldırma yöntemi ile soğutma işlemi hızlı ve etkin bir ön soğutma yöntemidir. Yöntem uygun şekilde kullanılırsa tekdüze bir ön soğutma sağlanabilmektedir. Bu yöntemin en önemli dezavantajı, su kullanımının fazla miktarda olması ve ürünün soğutulmasından sonra geriye kalan suyun atık su niteliğini taşımasıdır (Anonim, 2011; Alibaş ve Okursoy, 2012a). Daldırarak ön soğutma yöntemi hızlı bir soğutma tekniği olması bakımından bu yöntemde ürün sıcaklığı donma tehlikesine karşı kontrol altında tutulmalıdır. Suyu dayanıksız ürünlerin soğutulmasında bu yöntemin kullanılması çeşitli kalite kayıplarına hatta ürünün topyekûn kullanılamaz hale gelmesine neden olabilmektedir. Ayrıca bu yöntemde ürünlerin suya dayanıklı ambalajlara konulması gerekmektedir (Alibaş ve Okursoy, 2009). Bu yöntemde genellikle kesme çiçekler, boyun kısmına kadar soğuk su kaynağına daldırılarak ön soğutulmaktadır (Palanikumar ve Bhattacharjee, 2000).

Püskürtme ile ön soğutma yöntemi, suyun ürünün üzerine küçük çaplı memeler aracılığıyla pülverize edilmesi prensibine dayanmaktadır. Bu yöntemde, basınçlı su ile duşlama şeklinde soğutma yapılabildiği gibi düşük basınçlı su ile memelerden püskürtme sağlanarak sisleme şeklinde de soğutma işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Suyu ön soğutma yönteminin en büyük avantajı, sistemde kullanılan suyun bir geri dönüş pompasıyla geçirilerek temizleme filtresinden tekrar depoya gönderilmesine olanak sağlamasıdır (Alibaş, 2008; Alibaş ve Okursoy, 2009; Alibaş ve Okursoy, 2011; Alibaş ve ark., 2011). Püskürtme ile ön soğutma yöntemi hızlı bir soğutma tekniğidir. Bu yöntemde ürün sıcaklığı donma tehlikesine karşı kontrol altında tutulmalıdır. Suyu hassas ürünlerin soğutulmasında çok dikkatli uygulanmalıdır. Ayrıca soğutulacak ürünlerin suya dayanıklı ambalajlara konulmasına dikkat edilmelidir (Alibaş ve Okursoy, 2009).

Buz ile ön soğutma yönteminde ürün torba, karton kutu ya da mumlu karton kutulara konulmaktadır.

Sistemde kullanılan buz, küçük olarak parçalanmış buz parçacıkları (granül), ince tabaka şeklindeki buz kalıpları ya da sıvı buz olarak isimlendirilen su ve buz bulamacı halinde üç şekilde olabilmektedir. Sıvı buz ile soğutmada, su-buz bulamacı paketlenmiş haldeki ürün kutularına otomatik ya da manuel olarak enjekte edilmektedir. Bu yöntem küçük parçalara ayrılmış buz parçalarıyla ve ince tabaka şeklindeki buz kalıbıyla yapılan soğutma işleminde daha hızlı ve etkindir. Ancak nakliye işlemleri esnasında oluşan sıcaklık artışı sebebiyle buzun erimesi söz konusu olabilmektedir. Bu olumsuzluğun engellenmesi için buz-su bulamacındaki (sıvı-buz) su oranının iyi ayarlanması gerekmektedir. Sıvı buz (su-buz bulamacı) yönteminde mumlu karton kutular kullanılmaktadır. Parçalanmış buz granülleri ve ince tabaka şeklindeki buz kalıplarıyla yapılan soğutma işleminde ise ürün, karton kutulara ya da torba içine konulabilmektedir (Anonim, 1991; Sullivan ve ark., 1996; Anonim, 2011; Anonim, 2012; Alibaş ve Okursoy, 2012a).

Paket buzlama yöntemiyle soğutmada kullanılan buzun şekli ne olursa olsun, soğutma işlemi, buzun kutularda bulunan ürünün çevresindeki boşluklara doldurulmasıyla gerçekleştirilmektedir. Buzun ısı taşıma kapasitesi sudan daha yüksek olduğu için buzla ön soğutma ile suyla ön soğutma işlemine göre daha hızlı soğutma sağlanmaktadır. Buzla ön soğutma sistemlerinde yaklaşık 0,45 kg ağırlığındaki buzun erimesi için 0.042 kWh bir enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır (Anonim, 2011; Anonim, 2012; Alibaş ve Okursoy, 2012a).

Doğal soğuk su kaynaklarıyla ön soğutma işlemleri de suyla ön soğutma yöntemleri arasında sayılabilmekte ve soğuk su kaynakları hem daldırma hem de püskürtmeli soğutma sistemlerine entegre edilebilmektedir. Ayrıca, doğal su kaynakları buzla ön soğutma işlemlerinin tümünde de kullanılabilir. Suyla soğutma yönteminde ürünün donmaması için bazı koruma önlemlerinin alınması gerekmektedir. Ayrıca suyla soğutma yöntemi ile soğutulacak ürünlerin ve kullanılan ambalaj malzemelerinin suya dayanıklı olması gerekmektedir (Alibaş, 2008). Bilinen en yaygın soğuk su kaynağıyla soğutma yöntemi, kuyu suyuyla yapılan soğutmadır. Kuyu suyunun sıcaklığı yaklaşık olarak 10°C civarındadır. Bu yöntem, soğutulması hedeflenen ürün ile kuyu suyu arasında 10-15°C'lik bir sıcaklık farkının olduğu durumlarda etkin bir soğutma sağlamaktadır. Hasat edilmiş ürünün tarla sıcaklığı kuyu suyuna daldırılmayla azaltılmaktadır. Yüksek kapasiteli soğutma ekipmanları ile kuyu suyunun kombinasyonunun sağlandığı soğutma sistemleri etkin ön soğutma sistemleri olarak bilinmektedir (Anonim, 2011; Alibaş ve Okursoy, 2012a).

#### *Vakum ile Ön Soğutma*

Tarımsal ürünlerin soğutulmasında kullanılan bir diğer yöntem ise vakumla ön soğutma yöntemidir. Sıvılar, atmosfer basıncı altındaki düşük basınçlarda, düşük sıcaklık değerlerinde buharlaşabilme özelliğine sahiptirler. Normal atmosfer basıncı altında su 100°C'de kaynarken, vakum tankında, atmosfer basıncının çok daha altındaki basınçlarda çok daha düşük sıcaklıklarda kaynamaktadır. Suyun (sıvıların) her basıncı karşılayan bir kaynama sıcaklığı vardır. Buharlaşan her madde, buharlaşma enerjisini kendi ortamından aldığı için

bulduğu ortamın soğumasına neden olmaktadır (Işık, 1994; Alibaş, 2008). Vakumla ön soğutma tekniği, ürünün bünyesinde bulunan suyun buharlaştırılması ile ürün sıcaklığının hızlı bir şekilde azalması prensibine dayanmaktadır (Brosnan ve Sun, 2003; Alibaş ve Okursoy, 2009; Alibaş ve Okursoy, 2011). Bu teknik soğutulan üründe bulunan suyun gizli (buharlaşma) ısısının materyalden uzaklaştırılması ve bunun sonucunda materyalin bünyesinde bulunan su sıcaklığının hızlı bir şekilde azaltılması olarak tanımlanmaktadır (Işık, 1994; Alibaş, 2008; Alibaş ve Okursoy, 2012a). Soğutma sistemindeki basıncın sürekli olarak azalması ile materyalin bünyesindeki buharlaşmanın sürekli olması sağlanmaktadır. Vakumla soğutma işlemi sırasında, materyalin bünyesinde serbest halde bulunan su, kaynama noktasına yakın bir sıcaklık değerinde buharlaşmaktadır (Dostal ve Petera, 2004). Ürün vakuma maruz bırakıldığında, ürünün bünyesinde bulunan suyun kaynama sıcaklığı düşmekte ve suyun bir kısmı yeni denge şartları oluşana dek kaynamaktadır (Wang ve Sun, 2004). Vakumla soğutma işleminin başlaması ile materyalin iç kısmında bulunan su, düşük basıncın etkisi ile kaynarak materyalin dış kısımlarına çıkmakta ve dış kısmından da buharlaşmaktadır. Bu buharlaşma sırasında ortamdan ısı çekildiği için tarımsal ürünler soğumaktadır. Böylece soğutma süresinde önemli ölçüde azalma meydana gelmektedir (Houška ve ark., 2003; McDonald ve Sun, 2000; McDonald ve ark., 2000; McDonald ve Sun, 2001; Sun ve Wang, 2004; Wang ve Sun, 2001; Alibaş ve Okursoy, 2009). Vakumla soğutma sırasında üründe meydana gelen her 5-6°C'lik sıcaklık düşüşü ürünün bünyesinde yaklaşık %1'lik bir ağırlık kaybına neden olmaktadır (Haas ve Gur, 1987). Tarımsal ürünlerde oluşan bu ağırlık kaybı ürünün yapısal özelliklerinin bozulmasına neden olmaktadır (Brosnan ve Sun, 2003). Soğutma çemberine konulmadan önce ürüne su püskürtülmesi ile tarımsal ürünlerde oluşan ağırlık kaybı en alt seviyeye indirilebilmektedir (Işık, 1994; Brosnan ve Sun, 2001). Ancak ürüne gereğinden fazla su püskürtülmesi, materyalin bünyesinde bozulmalara ve hastalık riskinin artması gibi olumsuz etkilere yol açmaktadır. Ürünlerin vakum çemberine konulmadan önce çok az miktarda ön ıslatılması tekniği, soğutma hızının düşürülmesinde ve ağırlık kaybının azaltılmasında etkili bir yöntemdir (Brosnan ve Sun, 2003). Ayrıca vakumla ön soğutma işleminden hemen sonra kesme çipeklere su emdirilmesi soğutma sırasında oluşan ağırlık kaybını bir nebze olsun dengeleyebilmektedir.

Ağırlık kaybının azaltılmasında vakum tankının içine yerleştirilen püskürtmeli su düzeneği ile suyla entegre edilmiş vakum sistemleri elde edilmektedir. Hidro-vakum sistemleri olarak adlandırılan bu sistemler, vakumla soğutmada en önemli sorun olan ağırlık kaybı sorununu ortadan kaldıracılabilmektedirler (Junping ve ark., 1996).

Vakumla soğutma tekniği ilk yapım ve işletme maliyetleri açısından diğer ön soğutma yöntemlerine göre oldukça pahalı bir yöntemdir. Ancak bu yöntem diğer yöntemlerle kıyaslandığında 20 kata kadar bir zaman tasarrufu sağlamaktadır. Vakumla ön soğutmada küresel soğutma (materyalin merkezinden dış yüzeylere doğru soğutma) sağlandığı için bu yöntem özellikle katmanlı süs bitkilerinin ve tomurcuğu fazla kesme çipeklerin soğutulmasında kullanılabilir bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

## Ön Soğutma Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Ön soğutma yöntemlerinin her biri soğutma zamanı, enerji etkinliği, ilk yatırım maliyeti gibi pek çok işletim parametresi ve üründe meydana getirdiği ağırlık kaybı, zararlanma gibi kalite parametreleri bakımından birbirinden farklılık göstermektedirler. Bu farklılıklar Çizelge 1'de karşılaştırmalı olarak özetlemiştir (Thompson ve ark., 1998).

## Kesme Çiçeklerde Ön Soğutma Uygulamaları

Kesme çiçeklerin hasattan sonra ön soğutulmasına ilişkin literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların pek çoğunda ağırlıklı olarak gülün ön soğutulmasına çalışılmıştır. Junping ve ark. (1996) kesme karanfili (*Dianthus caryophyllus*) 10°C, 5°C ve 2°C'de vakum ve hidro-vakum uygulamasıyla ön soğutmuş; buna göre karanfil için 27°C'deki kontrol şartlarına göre 2°C sıcaklığa kadar vakumla ön soğutmanın vazo ömrünü 3,2 gün, hidro-vakum uygulamasının ise 7-8 gün artırdığını saptamıştır. Çalışmada ayrıca *Gypsophila (Gypsophila elegans)* 10°C ve 5°C sıcaklığa ulaşmaya dek vakum ve hidro-vakum uygulamasıyla ön soğutulmuştur. *Gypsophila* için hidro-vakum uygulamasının çiçeklerde kalite kayıplarına sebep olduğu, kuru vakum uygulamasının ise vazo ömrünü kontrol şartlarına göre önemli ölçüde artırdığı sonucuna varılmıştır. Rezaei Nejad ve Nazarian (2013) kesme gülü (*Rosa hybrida* L.) 4°C'de durağan hava ile ön soğutmuş ve 4°C'de yapılan ön soğutmanın 25°C'deki kontrol şartlarına göre vazo ömrünü 6,1 gün artırdığını tespit etmiştir. Jitendra ve ark. (2009) First Red gül çeşidinde 4°C sıcaklıkta 24 saat boyunca durağan havayla ve 45 dakikalık buzlu-su püskürtme uygulamasıyla ön soğutmuştur. Buna göre her iki yöntemle ön soğutulmuş güllere ilişkin kalite parametrelerinin kontrol şartlarına göre çok daha iyi sonuçlar verdiğini saptamıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre 4°C'de 24 saat durağan havayla ön soğutma uygulamasının kontrol şartlarına göre vazo ömrünü %17 oranında artırdığını belirlemiştir. Suisuwan (2004) kesme orkideyi (*Dendrobium Sonia* (Bom no.17)) 2°C'de 1 saat, 3°C'de 3 saat ve 5°C'de 5 saat sürelerle durağan havayla ön soğutmuştur. Çalışmada 12°C'de 1 saat durağan havayla ön soğutma uygulaması kontrol şartları olarak kabul edilmiş olup, buna göre 5°C'de 5 saat durağan havayla ön soğutmanın kontrol şartlarına göre vazo ömrünü 3,11 gün artırdığını saptanmıştır. Palanikumar ve ark. (2000a) 4°C'de 24 saat durağan havayla ön soğutma ve 45 dakikalık buzlu su püskürtme uygulamalarını kullanarak Raktagandra gül çeşidini ön soğutmuştur. Ön soğutmanın oda şartlarına göre vazo ömrü ve kalite parametrelerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Kumar ve ark. (2010) First Red çeşidi kesme gülü 4°C sıcaklıktaki durağan havayla 24 saat boyunca ön soğutmuşlar ve kontrol şartlarına göre 7,67 gün olarak belirledikleri vazo ömrünün, ön soğutma uygulamasıyla 12.16 güne yükseldiğini tespit etmişlerdir. Palanikumar ve ark. (2000b) Raktagandra kesme gül çeşidinde 2±1°C sıcaklıktaki buzlu su püskürtme uygulamasını 3 dakika aralıklarla 15, 30 ve 45 dakika boyunca uygulayarak 3 farklı şekilde ön soğutma sağlamışlardır. Çalışmada ayrıca kesme güller 4°C sıcaklıktaki durağan havayla 8,

16 ve 24 saat boyunca üç ayrı uygulama şeklinde ön soğutulmuştur. Her iki ön soğutma uygulamasının da kontrol şartlarına (25±1°C sıcaklık ve %60-65 nispi nem) göre hem kalite parametrelerini hem de vazo ömrünü artırdığı saptanmıştır. Çalışmada 4°C sıcaklıktaki durağan havayla 24 saat boyunca gerçekleştirilen ön soğutmanın, 6,25 gün olan vazo ömrünü 9,4 güne artırdığı tespit edilmiştir. Buna ilave olarak toplam 45 dakika boyunca 3 dakikada bir uygulanan buzlu su püskürtme ile ön soğutmanın, vazo ömrünü 8,8 güne artırdığı belirlenmiştir. Xiaoyong ve Yunfei (2010) kesme gerberayı vakumla ön soğutmuşlar ve vakumla ön soğutulan gerberaların vazo ömrünün kontrol şartlarına göre 1,7 gün daha fazla olduğunu saptanmışlardır. Prem ve Anis (2004) Super Star gül çeşidini 4°C sıcaklıktaki durağan havayla 6 saat boyunca ön soğutmuşlar ve ön soğutma uygulamasının kontrol şartlarına göre 6,33 gün olan vazo ömrünü 11 güne uzattığını belirlemişlerdir. Palanikumar ve Bhattacharjee (2000) Raktagandra gül çeşidini durağan havayla, suya daldırma ve buzlu su uygulaması olmak üzere üç farklı şekilde ön soğutmuştur. Daldırarak ön soğutma uygulamaları, su ve buzlu su kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, bu uygulamalarda kesme güller boyun kısımlarına kadar sırasıyla 30, 60 ve 90 dakika boyunca suya daldırılarak ön soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Su püskürtme uygulamaları da benzer şekilde buzlu su ve su püskürtme uygulaması olarak iki farklı şekilde uygulanmıştır. Su püskürtme uygulamalarının her ikisi de 15, 30 ve 45 dakika boyunca her 3 dakikada bir su püskürtülmesi şeklinde seyretmiştir. Çalışmada ayrıca 4°C sıcaklıkta durağan havayla ön soğutma uygulaması 8, 16 ve 24 saatlik 3 ayrı uygulama şeklinde gerçekleştirilmiştir. Buna göre çalışmada tüm ön soğutma uygulamalarına tabi tutulan kesme güllerin kontrol şartlarına göre daha uzun vazo ömrüne ve kalite parametrelerine sahip oldukları belirlenmiştir. Kontrol şartlarına göre 6 gün olan vazo ömrünün 45 dakikalık buzlu su uygulaması ile 8,8 güne; 24 saatlik durağan havayla (4°C) ön soğutma uygulamasına göre ise 9,4 güne çıktığı saptanmıştır. Brosnan ve Sun (2001) kesme zambağı vakum ve hidro-vakum uygulaması ile ön soğutmuştur. Çalışmada, hiçbir muamele uygulanmamış kesme zambakta (kontrol şartları) vazo ömrünün 9,5 gün olduğu tespit edilmiş olup; buna karşın kuru vakumla ön soğutma uygulaması ile bu sürenin 9,6 güne; hidro-vakum uygulaması ile de 11 güne çıktığı tespit edilmiştir. Hiçbir ön soğutma uygulanmadan soğuk depolama şartlarında muhafaza edilen kesme zambağın vazo ömrü 10,8 gün olarak belirlenirken, kuru vakum uygulamasından sonra soğuk depolanan zambakta bu sürenin 11,4 güne; hidro-vakum uygulamasından sonra ise 13,3 güne çıktığı tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca kuru vakum uygulamasının %5,4 değeri ile en fazla ağırlık kaybına neden olan ön soğutma yöntemi olduğu saptanmıştır. Hidro-vakum uygulaması ile bu ağırlık kaybının ortadan kaldırıldığı tespit edilmiştir. Brosnan ve Sun (2003) kesme zambağı farklı vakum azalma oranları uygulayarak vakumla ön soğutmuşlardır. Çalışmada dakikada 8,5, 9,35, 14,4 ve 374 mbar basınç düşüm oranları uygulanmıştır. Sistemin söz konusu düşüm oranları ile minimum vakum değerine inme süreleri ise sırasıyla 11, 10, 6,5 ve 0,25 dakika olarak belirlenmiştir. Söz konusu basınç düşüm hızları ile sistemde elde edilen nihai sıcaklıklar ise sırasıyla 3,4, 3,0,

2,8 ve 2,3°C olarak ölçülmüştür. Çalışmaya göre basınç düşüm hızının artmasıyla kesme zambanın bünyesinde oluşan ağırlık kaybının da arttığı tespit edilmiştir. En düşük basınç düşüm hızı olan 8,5 mbar/dak'da ağırlık kaybı %3,7 olarak ölçülürken, en yüksek basınç düşüm hızı olan 374 mbar/dak'da ise bu oranın %5,4 olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan basınç düşüm hızının vazo ömründe herhangi bir değişikliğe sebep olmadığı saptanmıştır. Ketsa ve ark. (2005) Madam Pompadour kesme orkide çeşidine 10°C sıcaklık ve %85-95 nispi nemde durağan havayla 60 dakika boyunca ön soğutma uygulamışlar ve ön soğutmanın kontrol şartlarına göre vazo ömrünü %25 oranında artırdığını saptamışlardır. Frezya, lale, nergis, karanfil, gül, kasımpatı ve gerberada vakumla ön soğutmanın ürün kalitesini artırırken, vazo ömrünü uzattığı belirlenmiştir (Anonim 2016). Sun ve Brosnan (1999) kesme nergisi vakumla ön soğutmuşlar ve vakumla ön soğutmanın kontrol şartlarına göre vazo ömrünü %33 oranında artırdığını saptamışlardır. Çalışmada ayrıca vakumla soğutulmuş soğuk depolamaya alınan nergisin, vakumla soğutulmadan soğuk depolamaya alınan nergise göre vazo ömrü bakımından

%75 daha avantajlı olduğu sonucuna da varılmıştır. Farnham ve ark. (1979) glayölün hızlı hava hareketi ile soğutulmasının kontrol şartlarına göre vazo ömrünü %18 oranına artırdığını belirlemişlerdir. Benzer uygulamalar "White Sim" çeşidi karanfil ve "White Albatross" çeşidi kasımpatıda da uygulanmış olup, hızlı hava hareketi ile ön soğutmanın karanfilin ve kasımpatının vazo ömrünü kontrol şartlarına göre sırasıyla %15 ve %17 oranında artırdığı saptanmıştır. Ayrıca aynı çalışmada ön soğutma uygulamalarının vazo ömrünü artırmaya yönelik diğer uygulamalar ile birlikte kombine halde de kullanılabileceği belirtilmiştir. Su çektirme sırasında litreye 10 ml Rogard koruyucusu ilave edilen "Cara Mia" gül çeşidinde, hızlı hava hareketi ile ön soğutmanın kontrol şartlarına göre vazo ömrünü %26 oranında artırdığı saptanmıştır. Literatürde pek çok çalışmada kesme çiçeklerde ön soğutmanın kontrol şartlarına göre ürün kalitesini ve vazo ömrünü artırdığı belirtilmiştir (Wiersma, 1972; Farnham ve ark., 1978; Rij ve ark., 1979; Reid ve Kofranek, 1980; Reid, 1991; Rudniki ve ark., 1991; Gao ve ark., 1996; Thompson ve ark., 1998).

Çizelge 1 Altı farklı ön soğutma yönteminin karşılaştırılması \*  
Table 1 Comparison of six different precooling methods

Özellikler	Durağan Hava	Hızlı Hava Hareketi	Daldırma	Püskürtme	Buz	Vakum
Ön soğutma zamanı (h)	20-100	1-10	0.1-1.0	0.3-2.0	0.1-0.3	0.3-2.0
Ürünün nem kaybı (%)	0.1-2.0	0.1-2.0	0-0.5	-	-	2.0-4.0
Ürünün suyla teması	Hayır	Hayır	Evet	Evet	Evet, Pd	Hayır
Potansiyel çürüme riski	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Düşük	Yok
İlk yatırım maliyeti	Düşük	Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Orta
Enerji etkinliği	Düşük	Düşük	Yüksek	Orta	Düşük	Yüksek
Suya dayanıklı ambalaj ihtiyacı	Yok	Yok	Var	Var	Var	Yok
Sistemin taşınabilirliği	Hayır	Bazen	Ni	Çoğunlukla	Çoğunlukla	Çoğunlukla
Bantlı sisteme uygunluk	Hayır	Ni	Evet	Hayır	Ni	Hayır

Pd: Paketli değilse, Ni: Neredeyse imkansız, \*Thompson ve ark. (1998).

### Çiçek Soğanlarında Ön Soğutma Uygulamaları

Ön soğutma uygulamaları kesme çiçeklerde uygulanmanın yanı sıra, çiçek soğanlarının soğuk depolama öncesi ihtiyaç duyulan depolama sıcaklığına hızlı ve etkin bir şekilde düşürülmesinde de kullanılmaktadır. Literatürde sınırlı sayıda olmakla birlikte, soğanların depolama sıcaklığına düşürülmesi için yapılmış olan ön soğutma uygulamaları bulunmaktadır. Fanelli ve Hertogh (2002) zambak (*Lilium longiflorum* L. var. Nellie White cv.) soğanına 2, 5 ve 7°C'de hızlı hava hareketi ile ön soğutma yapmışlar ve soğutulan zambak soğanlarını aynı sıcaklıkta 5, 6 ve 7 hafta boyunca soğukta depolamışlardır. Buna göre 2°C'de ön soğutulmuş 5 hafta boyunca aynı sıcaklıkta depolanan ve 7°C'de ön soğutulmuş 5 ve 6 hafta boyunca aynı sıcaklıkta depolanan zambak soğanlarının, diğer uygulamalara göre daha yüksek oranda çiçeklendiği saptanmıştır. En düşük düzeyde çiçeklenmenin 5°C ve 7°C'de ön soğutulmuş bu sıcaklıkta 7 hafta bekletilen soğanlarda meydana geldiği belirlenmiştir. Ön soğutma sıcaklıklarının ve depolama süresinin bitki boyu üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır. Yaprak sayısında ise 5°C ön soğutma uygulamasının 2°C ve 7°C'ye göre en üst

düzeyde olduğu tespit edilmiş olup, ön soğutma sıcaklığının ve depolama süresinin çiçek kalitesi üzerine bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Çalışmada 5°C'de ön soğutulmuş 5-6 hafta soğuk depolanan zambak soğanlarının daha erken çiçeklendiği, buna karşın 2°C'de ön soğutulmuş 5-6 hafta aynı sıcaklıkta depolanan zambak soğanlarının ise daha geç çiçeklendiği saptanmıştır. Homraj ve ark. (2015) sümbül soğanının depolamadan önce depolama sıcaklığına kadar ön soğutulmasının, çiçeklenme oranını ve çiçeklenme dönemini etkilediğini belirlemiştir. Yue ve ark. (1991) 'Blue Magic' çeşidi iris soğanını 9 ve 15°C'de ön soğutarak aynı ön soğutma sıcaklıklarında 3, 7, 8 ve 9 hafta boyunca soğuk depolamışlardır. Çalışmada 15°C'de ön soğutulmuş 3 hafta aynı sıcaklıkta depolanan ve 9°C'de ön soğutulmuş 7 ve 8 hafta boyunca aynı sıcaklıkta depolanan iris soğanlarının kontrol şartlarına göre daha fazla çiçeklendiği ve çiçeklerin daha yüksek kaliteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Imanishi ve ark. (2001) lale soğanlarında, Berghoef ve Zevenbergen (1990) ise frezya soğanında ön soğutma uygulamasının çiçek kalitesini artırdığını belirlemişlerdir.



## Sonuç

Ülkemizde kesme çiçek sektöründe henüz yaygın olarak kullanılmayan ön soğutma işlemleri, ürünün hasat sıcaklığından depolama sıcaklığına mümkün olan en kısa sürede etkin bir şekilde getirilmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır. Ön soğutma ile kesme çiçeklerin vazo ömrü ve kalite parametrelerinin artırılması mümkün olabilmektedir. Pek çok alt başlığa ayrılmasıyla birlikte genel olarak ön soğutma hava, su ve vakum olmak üzere üç genel başlık altında incelenebilmektedir. Havayla ve suyla ön soğutma işlemlerinde soğutma kesme çiçeklerin dış yüzeylerinden başlayarak iç yüzeye doğru ısı taşınımı yoluyla olurken; vakumla ön soğutmada ise iç yüzeyden dış yüzeye doğru küresel bir şekilde olmaktadır. İçten dışa doğru olan bu küresel soğuma, hava ve suyla ön soğutma teknikleri ile soğutulmasında problem yaşanan katmanlı ürünlerin soğutulmasında bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Zira gül, karanfil ve tomurcuk haldeki kesme çiçekler gibi merkezi kapalı olan ve bu sebeple merkez sıcaklığı bir türlü istenilen depolama sıcaklığına ulaştırılmayan kesme çiçeklerde bu tarz bir küresel soğutma diğer yöntemlere göre hem hızlı hem de etkin bir soğutma sağlamaktadır. Ancak vakumla ön soğutmanın en büyük dezavantajı, materyalde oluşan ağırlık kaybının diğer tüm yöntemlere göre daha fazla olmasıdır. Bu olumsuz durum vakumla soğutma öncesinde materyale el ile su püskürtülmesi (manuel hidro-vakum) ya da vakumla soğutma esnasında periyodik aralıklarla materyale otomatik olarak su püskürtülmesi (entegre hidro-vakum) uygulamalarıyla giderilebilmektedir. Manuel hidro-vakum uygulamalarında kesme çiçekler vakum çemberine girmeden önce ön ıslatılarak vakumla soğutmadaki ağırlık kaybı en alt düzeye indirilebilmektedir. Entegre hidro-vakum uygulamalarında ise su püskürtme düzeneği vakum çemberine entegre haldedir ve bu yöntemle ağırlık kaybı yok denecek düzeye indirgenmektedir. Suyla ön soğutma teknikleri vakumla soğutmadan sonraki en hızlı ikinci ön soğutma yöntemidir. Kendi arasında pek çok alt başlıkta incelenmesine karşın, bu yöntemde soğutma zamanını etkileyen en önemli faktörler ürüne temas eden su kütlesinin miktarı (debi) ve soğutma sıcaklığıdır. Bu nedenle suyla soğutma teknikleri içinde en uzun soğutma tekniğinin püskürtme ile soğutmanın düşük debili hali olan sisleme ile ön soğutma olduğu bilinmektedir. Havayla soğutma ise diğer iki yöntemle göre daha uzun bir süreçte ön soğutma sağlamaktadır. Burada da ön soğutma süresini akışkan olarak, kullanılan havanın sıcaklığı ve debisi etkilemektedir. Bu bağlamda durağan havayla ön soğutma (soğuk odada/pasif ön soğutma), en uzun havayla soğutma tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Ön soğutma yöntemleri enerji tüketimi açısından incelendiğinde, birim zamandaki enerji tüketimi açısından en pahalı yöntemin vakumla ön soğutma olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak vakumla ön soğutmada soğutma süresinin diğer tüm yöntemlere göre oldukça kısa olması, toplam enerji tüketimi açısından çoğu zaman bu yöntemi diğer yöntemler göre daha avantajlı hale getirmektedir.

Dünya literatüründe 1970'li yıllarda durağan havayla ön soğutmadan başlayarak hayatımıza giren ön soğutma günümüze kadar pek çok yeni teknikle modernize edilmiştir. Ancak, vazo ömrü ve ürün kalitesi üzerinde

anlamli artışları olan ön soğutma tekniklerinin ülkemiz koşullarında, kesme çiçek sektöründe uygulama alanları oldukça sınırlı ve tekdüzedir. Genellikle durağan havayla ve hızlı hava akımıyla ön soğutma uygulamalarının yapıldığı ülkemiz koşullarında, diğer ön soğutma uygulamaları yok denecek kadar sınırlıdır. Oysa ki kesme çiçeklerin her birinde uygulanacak olan ön soğutma tekniği birbirinden farklılık göstermektedir. Bu sebeple araştırmacı ve üreticilerin ürüne uygun ön soğutma tekniğini belirlemeleri ve uygulamaları ürünün vazo ömrünün uzatılması açısından son derece önemlidir.

## Kaynaklar

- Alibas I, Koksal N. 2014. Forced-air, vacuum, and hydro precooling of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* cv. Freemont): part I. determination of precooling parameters. *Food Science and Technology (Campinas)*, 34(4): 730-737.
- Alibas I, Koksal N. 2015. Forced-air, vacuum, and hydro precooling of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* cv. Freemont): Part II. Determination of quality parameters during storage. *Food Science and Technology (Campinas)*, 35(1): 45-50.
- Alibaş İ, Okursoy R. 2009. Ispanağın havayla, vakumla ve suyla ön soğutulmasındaki kalite ve işletim parametrelerinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 5(2): 149-160.
- Alibaş İ, Okursoy R. 2011. Tarımsal ürünlerin vakumla, suyla ve havayla ön soğutulmaları için tasarlanan ön soğutma sistemleri ve bazı tarımsal ürünlerin ön soğutma parametreleri. *Uludağ Üniversitesi Bilgilendirme ve 1. AR-GE Günleri Poster Sunumları Kitabı*, 15-16 Kasım 2011, s.150.
- Alibaş İ, Okursoy R. 2012a. Ön soğutma yöntemleri ve Bursa ili ve çevresinde yetiştirilen ürünlerde uygun ön soğutma yöntemleri. *Bursa Tarım Kongresi 27-29 Eylül 2012*, s.240-252.
- Alibaş İ, Okursoy R. 2012b. Baklanın vakum, su ve havayla soğutulması sırasındaki bazı işletim parametreleri ve depolanması sırasındaki kalite parametrelerinin belirlenmesine yönelik karşılaştırmalı bir çalışma. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(2): 185-197.
- Alibaş İ. 2008. Bazı tarımsal ürünlerin farklı ön soğutma yöntemleri ile soğutulmasında işletim ve tasarım parametrelerinin belirlenmesi. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Alibaş İ, Okursoy R, Alibaş K. 2011. Ispanağın Havayla ve Suyla Ön Soğutulmasında Kullanılan Soğutma Sistemlerinin Termodinamik Hesaplarının Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2): 31-46.
- Anonim 1991. <http://www.oznet.ksu.edu/library/hort2/mf1002.pdf>. Erişim Tarihi: 17.03.2004.
- Anonim 2011. <http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-4142/index.html>. Erişim Tarihi: 22.12.2011.
- Anonim 2012. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex7463](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex7463). Erişim Tarihi: 15.05.2012.
- Anonim 2016. *Vacuum Cooling of fresh flowers*. <https://coldmax.eu/images/pdf/ColdMax4FLowers-UK.pdf>. Erişim Tarihi: 02.04.2016.
- Berghoef J, Zevenbergen AP. 1990. The effect of precooling, environmental factors and growth-regulating substances on plant height of freesia as potplant. *Acta Horticulturae*, 266: 251-257.
- Brosnan T, Sun DW. 2001. PH – Postharvest technology: compensation for water loss in vacuum pre-cooled cut lily flowers. *Journal of Food Engineering*, 79(3): 299-305.



- Brosnan T, Sun DW. 2003. Influence of modulated vacuum cooling on the cooling rate, mass loss and vase life of cut lily flowers. *Biosystems Engineering* 86(1): 45-49.
- Chen YL. 1988. Vacuum, hydro, and forced air of farm produce and their energy consumptions, FFTC Book Series, Taiwan 37: 104-111.
- Dincer I. 1995. Air flow precooling of individual grapes. *Journal of Food Engineering*, 6(2): 243-249.
- Dostal M, Petera K. 2004. Vacuum cooling of liquids: mathematical model. *Journal of Food Engineering*, 61(4): 533-539.
- Fanelli FL, de Hertogh AA. 2002. The effects of precooling temperatures and durations on forcing of *Lilium longiflorum*, 'Nellie White'. Proc. 8<sup>th</sup> Int. Sym. On Flowerbulbs. Eds. G. Littlejohn et al. *Acta Hort.*, 570: 147-152.
- Farnham DS, Byrne T, Marousky FJ, Durkin D, Rij RE, Thompson JF, Kofranek AM. 1979. Comparison of conditioning, precooling, transit method, and use of a floral preservative on cut flower quality. *Journal of Americal Society of Horticultural Sciences*, 104: 483-490.
- Farnham DS, Thompson JF, Marousky AM. 1978. Temperature management of cut roses during simulated transit. *Flor Reviews*, 4195: 26-28.
- Gao JP, Sun-Zi R, Gou K, Xu-Yi Y. 1996. Methods to accelerate vacuum precooling of cut flowers. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 12(4):194-198.
- Haas E, Gur G. 1987. Factor effecting the cooling rate of lettuce in vacuum cooling installations. *International Journal of Refrigeration*, 10(2): 82-86.
- Homraj AS, Singh A, Ahlawat T. 2015. Effect of pre-storage treatments, packaging films and cold storage on flower quality and chilling injury in Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cut Spikes cv. Prajwal. *The Bioscan*, 10(2): 695-698.
- Houška M, Sun DW, Landfeld A, Zhihang Z. 2003. Experimental study of vacuum cooling of cooked beef in soup. *Journal of Food Engineering*, 59(2-3): 105-110.
- Imanishi H, Ueno N, Inamoto K. 2001. Relationship between the development stages of flower buds at the start of precooling and flowering in early forcing of tulip (*Tulipa*). In *Agris*, 66 (3-4): 587-595.
- İşık E. 1994. Vakum soğutma sistemlerinde işletim ve tasarım parametrelerinin belirlenmesine yönelik model çalışması. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Jackman P, Sun DW, Zheng L. 2007. Effect of combined vacuum cooling and air blast cooling on time and cooling loss of large cooked beef joints. *Journal of Food Engineering*, 81: 266-271.
- Jitendra K, Anis M, Krishan P. 2009. Effect of different pulsing solutions and precooling methods on quality and vase life of cut rose cv. First Red. *Progressive Horticulture*, 41(1): 72-75.
- Junping G, Ziran G, Shsntao Z. 1996. Water loss of and its compensation to cut carnation and gypsopila during process of vacuum cooling. *Scientia Agricultura Sinica*, 29(1): 66-72.
- Ketsa S, Imsabai W, van Doorn WG. 2005. Effect of precooling and ethylene absorbent on the quality of *Dendrobium* 'Pompadour' flowers. Proc. VIII<sup>th</sup> IS Postharvest Phys. Ornamentals. Eds. N. Marissen et al. *Acta Hort.*, 669: 367-371.
- Kumar J, Mirza A, Pal K. 2010. Effect of combined treatments of pulsing, precooling and packaging on quality and vase life of cut rose cv. First Red. *Journal of Ornamental Horticulture*, 13(2): 107-111.
- McDonald K, Sun DW, Kenny T. 2000. Comparison of the quality of cooked beef products cooled by vacuum cooling and by conventional cooling. *Lebensmittel - Wissenschaft und Technologie*, 33(1): 21-29.
- McDonald K, Sun DW. 2000. Vacuum cooling technology for the food processing industry: A Review, *Journal of Food Engineering*, 45(2): 55-65.
- McDonald K, Sun DW. 2001. The formation of pores and their effects in a cooked beef product on the efficiency of vacuum cooling. *Journal of Food Engineering*, 47(3): 175-183.
- Özer MH. 2002. Jonagold elma çeşidinin kontrollü atmosferde muhafazası. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (2): 189-202.
- Palanikumar S, Bhattacharjee SK. 2000. Studies on different methods of precooling of *Rakta gandha* cut roses. *Orissa Journal of Horticulture*, 28(2): 53-60.
- Palanikumar S, Chatterjee SR, Guha SK, Bhattacharjee SK. 2000a. Effect of precooling and packaging on the biochemical changes of 'Rakta gandha' cut roses. *Journal of Plant Biology*, 27(1): 77-79.
- Palanikumar S, Madan Pal S, Bhattacharjee SK. 2000b. Influence of precooling on postharvest life and respiration rate of *Rakta gandra* cut roses. *Indian Journal of Plant Physiology*, 5(2): 203-204.
- Prem SV, Anis MA. 2004. Postharvest life and quality of cut rose cultivar Super Star as influenced by packaging material. *Journal of Ornamental Horticulture*, 7(1): 58-63.
- Reid MS, Kofranek AM. 1980. Post-harvest physiology of cut flowers. *Chronica Horticulturae*, 20(2): 25-27.
- Reid MS. 1991. Effects of low temperature on ornamental plants. *Acta Horticulturae*, 298: 215-222.
- Rennie TJ, Raghavan V, Vigneault C, Garipey Y. 2001. Vacuum cooling of lettuce with various rates of pressure reduction. *Transaction of The ASAE*, 44(1): 89-93.
- Rezaei Nejad A, Nazarian F. 2013. Effects of pre-cooling and chlorine on post-harvest quality of cut roses (*Rosa hybrid* L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5-4: 355-361.
- Rij RE, Thompson JF, Farnham DS. 1979. Handling, pre-cooling and temperature management of cut flower crops for truck transportation. *USDA-SEA Adv Agri Tech West Ser.* 5: 1-26.
- Rudniki RM, Nowak J, Goszczynska DM. 1991. Cold storage and transportation conditions for cut flowers cuttings and potted plants. *Acta Horticulturae*, 298: 225-230.
- Sankat CK, Mujaffar S. 1999. Water balance in cut *anthurium* flowers in storage and its effects on quality. *Acta Horticulturae*, 368: 723-732.
- Suisuwan CN. 2004. Retaining quality of *Dendrobium* spp. after harvesting: precooling *Dendrobium Sonia* (Bom no.17) for vase-life extension. In *Agris*, 18(1): 1-5.
- Sullivan GH, Davenport LR, Julian JW. 1996. Precooling: Key factor for assuring quality in new fresh market vegetable crops. In: J. Janick (ed.), *Progress in new crops*. ASHS Press, Arlington, VA. p. 521-524.
- Sun DW, Brosnan T. 1999. Extension of the vase life of cut daffoil flowers by rapid vacuum cooling. *International Journal of Refrigeration*, 22: 472-278.
- Sun DW, Wang L. 2004. Experimental investigation of performance of vacuum cooling for commercial large cooked meat joints. *Journal of Food Engineering*, 61(4): 527-532.
- Thompson JF, Mitchell FG, Rumsey TR, Kasmire RF, Crisosto CC. 1998. Commercial coolings of fruits, vegetables, and flowers. Pub. No. 21567. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.
- TÜİK, 2016. Tarım İstatistikleri. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), Erişim Tarihi: 01.04.2016.
- Wang L, Sun DW. 2001. Rapid cooling of porous and moisture foods by using vacuum cooling technology. *Trends in Food Science and Technology*, 12(5-6): 174-184.
- Wang L, Sun DW. 2004. Effect of operating conditions of a vacuum cooler on cooling performance for large cooked meat joints. *Journal of Food Engineering*, 61(2): 231-240.

- Wiersma C. 1972. Vacuum cooling of transport of cut flowers. Vakblad voor de Bloemisterij, 27: 12-13.
- Xiaoyong S, Yunfei L. 2010. Effect of vacuum cooling on temperature and vase life of gerbera cut flowers. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 1: 167-171.
- Yavuzcan G. 1968. Zirai Elektrifikasyon. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 318, Ders Kitabı: 113, Ankara. s.162-170.
- Yue D, Musumoto S, Imanishi H. 1991. The method of precooling to improve flower quality of forced Dutch Iris cv. Blue Magic. J. Japan. Soc. Hort. Sci, 59(4): 781-785.