
SERİ **B** CİLT **40** SAYI **1** **1990**

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ



KERESTE BUHARLAMANIN TEMEL ESASLARI VE ETKİLERİ

Prof. Dr. Ramazan KANTAY¹⁾

Kısa Özet

Kurutma ve buharlama işlemleri masif ağaç malzemenin bazı kötü özelliklerini iyileştirmek amacı ile uygulanmaktadır. Fakat buharlamanın şartları iyi bilinmediği ve uygulamalarda bu şartlar tam olarak gerçekleştirilemediği için kerestede kuruma olmakta ve kuruma kusurları ortaya çıkmaktadır.

Bu yazıda önce kereste buharlamanın amaçları ve şartları açıklanmış, sonra buharlamanın temel esasları ayrıntılı olarak işlenmiştir. Yazının son kısmında buharlamanın ağaç malzemenin özellikleri üzerine olumlu veya olumsuz etkileri kısaca özetlenmiştir.

1. GİRİŞ

Buharlama, ağaç malzemenin kapalı buharlama tesislerinde doymuş haldeki sıcak buharı ile muamele edilmesidir. Buharlama bazı endüstri kollarında zaruri bir işlem olup, üretimin bir kademesini teşkil etmektedir. Örneğin kaplama levhaları ve kontrplak üretiminde bükme mobilya endüstrisinde ağacı yumuşatarak üretimin daha sonraki kademeleri için hazırlamak amacı ile yapılmaktadır. Bazı endüstri kollarında ise ağacı ıslah etmek, iyi özellikler kazandırmak üzere ayrı bir işlem olarak uygulanmaktadır.

Bu yazıda keresteye iyi özellikler kazandırmak amacı ile yapılan buharlama işlemi üzerinde durulmuştur. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus buharlama sırasında kerestede kuruma meydana gelmemesidir. Buharlama fırınlarında kuruma etkisi yapmayacak şartların oluşturulması ve uygulanması çok önemlidir. Aksi takdirde buharlama adı altında kurutma yapılmış olmaktadır.

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi.

2. KERESTE BUHARLAMANIN ŞARTLARI VE AMAÇLARI

Buharlamanın kurutma etkisi yapmaması için buharlama ortamını teşkil eden akışkan ile ilgili iki önemli şartı vardır. Bunlar ortamın (akışkanın) sıcaklığı ve bağıl nemine ait olan şartlardır.

1. Normal basınç altında buharlama ortamının sıcaklığı hiçbir zaman 100 °C'ye ve üstüne çıkmamalıdır. Aksi takdirde kızgın hava-subuharı karışımı veya kızgın buhar içerisinde kurutma şartları uygulanmış olmakta ve kuruma meydana gelmektedir.

2. Normal basınç altında buharlama ortamı daima doygun halde bulunmalı, yani bağıl nem % 100 olmalıdır. Aksi takdirde Doygunluk açığı söz konusu olmaktadır. Bu açık ağaç malzeme de kuruma etkisi meydana getirmektedir.

Kereste Çeşitli Amaçlarla Buharlanmaktadır:

1. Bazı ağaç türlerinde renk değişikliği ve özellikle renk yeknesaklığı sağlamak amacı ile buharlama yapılmaktadır. Örneğin taze halde, diri odun kısmı kırmızımsı beyaz, öz odun kısmı açık ve koyu kahverengi şeritli olan kayın kerestesi buharlama ile kırmızımsı, mahuna benzer bir renk tonu kazanmaktadır.

2. Buharlamanın bir amacı da, masif haldeki ağaç malzemenin higroskopik özelliklerini iyileştirmektir. Böylece, bünyesine su alma ve bünyesinden su kaybetme ile, anatomik bakımdan üç değişik yönde boyutlarını farklı ölçülerde değiştirmesinden dolayı ortaya çıkan sakıncaları azaltmaktadır.

3. Odunun içerisindeki gerilmeleri denkleştirmek suretiyle kalitesini iyileştirmek amacı ile de buharlama yapılmaktadır. Yuvarlak haldeki ağaç malzeme hem rutubet farklarından meydana gelen gerilmelerle, hem de büyüme gerilmeleri ile yüklü bulunmaktadır.

4. Pratikte buharlama ağaç malzemenin mantarlara karşı dayanıklılığını artırmak amacı ile de yapılmaktadır. Fakat bu konudaki etkisi tartışma konusudur.

5. Bunlardan başka ağaç malzemeyi mantarlara ve böceklere karşı sterilize etmek amacı ile de buharlama yapılmaktadır.

Buharlama ile bu amaçların ne derecede gerçekleştiği ileride "Ağaç malzemenin özellikleri üzerine buharlamanın etkisi" bölümünde ayrıntılı şekilde açıklanmıştır.

3. KERESTE BUHARLAMANIN TEMEL ESASLARI

Kerestenin amacına uygun şekilde buharlanmasında başarılı olabilmek için bazı esasların bilinmesi ve titizlikle uygulanması gerekmektedir. Bu esasları, kolay anlamayı sağlamak bakımından gruptandırmak ve üç grup altında incelemek uygun bulunmuştur.

1. Buharlama tesis ve teçhizatı ile ilgili esaslar
2. Kereste ve kerestenin istiflenmesi ile ilgili esaslar
3. Buharlamanın yönetilmesi ile ilgili esaslar

3.1. Buharlama Tesisi ve Teçhizatı İle İlgili Esaslar¹⁾

Kereste, kereste buharlama odalarında (veya fırınlarında) buharlanmaktadır. Teknik ve ekonomik bakımdan iyi bir sonuç elde edebilmek için odaların bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir.

Bilindiği gibi fırının yapı tarzı, tipi ve teçhizatı buharlamanın süresini, kalitesini ve işletme giderlerini etkilemektedir. Örneğin, endirekt buharlamada fırın içerisindeki su havuzunun buharlama buharı üretimi için yetersiz olması buharlamanın kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bölümde önce buharlama metodları tanıtılmıştır.

3.1.1. Buharlama Metodları

Kerestenin buharlanmasında iki metod uygulanmaktadır. Bunlar; (1) direkt buharlama ve (2) endirekt buharlama metodlarıdır. Her metod en iyi şekilde kendi özellikleri ve çalışma prensibine uygun şekilde yapılmış fırınlarda uygulanabilir.

1. Direkt Buharlama Metodu

Direkt buharlama metodunda düşük basınçlı subuharı doğrudan doğruya fırın içerisine püskürtülmekte veya salınmaktadır. Bunun için buhar üreticisinden gelen 0,1 ile 0,5 atmosferlik düşük basınçlı buhar veya buhar kazanından gelen basıncı 0,1 ile 0,5 atmosfere düşürülmüş buhar, "buharlama buharı" olarak kullanılmaktadır. Düşük basınçlı buharlama buharı, fırın tabanına veya fırının uygun bir yerine yerleştirilmiş ve çok sayıda delikleri içeren bir veya birkaç boru vasıtası ile fırın içerisine ulaşmaktadır. Borulardan çıkan subuharın fırın içerisinde ve keresteler arasında yeknesak dağılışını sağlamak için önlemler alınmaktadır.

Direkt buharlama metodunun ilk rutubetlendirme gerektirmeyen taze haldeki kerestenin buharlanmasında kullanılması uygundur.

Resim 1'de 1a direkt buharlama metodunun uygulandığı bir direkt buharlama fırını enine kesit şemasını, 1b ve 1c hava hareket tarzını göstermektedir.

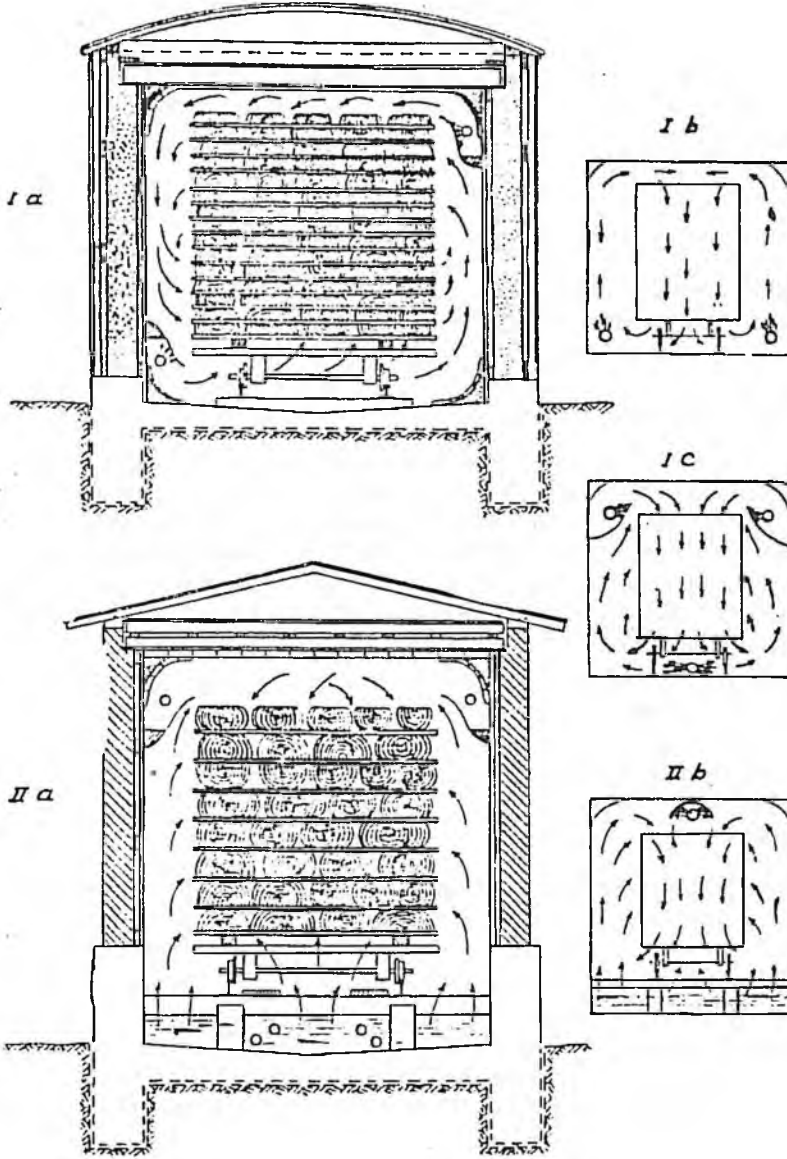
2. Endirekt Buharlama Metodu

Endirekt buharlama metodunda buharlama buharı fırın içerisinde endirekt olarak elde edilmektedir. Bu maksatla fırın içerisine yeterli büyüklükte bir su havuzu yapılmaktadır. Havuz içerisindeki su ısıtılarak düşük basınçlı buharlama buharı üretilmektedir.

Havuzun içerisindeki suyun ısıtılmasında su içerisine yerleştirilen ısıtıcı borular kullanılmaktadır. Su ısıtıcı borulardan aldığı ısı enerjisi ile ısınıp buharlaşmakta ve bu buhar fırın içerisinde dolanarak kerestenin buharlanmasını sağlamaktadır. Su içerisine özel olarak yerleştirilmiş ısıtıcı boru şebekesi içerisinde ısıtıcı akışkan olarak buhar veya sıcak su kullanılmaktadır. Isıtıcı borular içerisinde kullanılan buhar "Isıtma buharı veya Isıtıcı buhar" olarak adlandırılmaktadır.

Resim 1'de 2a endirekt buharlama metodunun uygulandığı bir endirekt buharlama fırını enine kesit şemasını (fırın tabanı su havuzu olarak kullanılıyor) göstermektedir.

1) Kereste buharlama tesisleri ya kâğır veya metal olarak inşa edilmektedir. Bu yazıda kâğır olarak inşa edilen tesisler esas alınmıştır. Ülkemizdeki tesislerin hemen tamamı kâğır olarak inşa edilmiştir.



Resim1: Direkt ve indirekt buharlama fırınları yapı tarzları ve buharlama buharının hareket şekilleri.
 1a - Direkt buharlama fırını enine kesiti. 1b ve 1c bu fırınlarda buharlama buharı hareket şekilleri.
 2a - Endirekt buharlama fırını enine kesiti. 2b - Bu fırında buharlama buharı hareket şekli
 (L. VORREITER 1958).

Endirekt buharlamanın, ısıtıcı akışkan olarak kullanılan subuharının geriye dönmesi veya dönmemesine göre iki uygulama şekli bulunmaktadır.

1. **Dönüşlü endirekt buharlama:** Isıtıcı buhar havuz içerisindeki suya verilmemekte ve yoğunlaşarak tekrar kazana dönmektedir.

2. **Dönüşsüz endirekt buharlama:** Isıtıcı buhar havuz içerisindeki suya verilmektedir.

Yukarıda açıklanan iki metodu birbirileri ile teknik ve ekonomik yönden karşılaştırdığımız zaman ortaya çıkan, iyi ve iyi olmayan yanlarını şu şekilde özetlemek mümkündür.

- Direkt buharlama fırınlarında buhar püskürtme borularının döşenmesi basit ve kolaydır. Buna karşılık endirekt buharlama fırınlarında buharlama buharı üretimi için gerekli olan sistem daha pahalıdır.

- Direkt buharlama metodunun uygulandığı fırınlarda buharlama kazanlarından gelen ve buharlama buharı olarak kullanılan buharın basıncının düşürülmesi gerekmektedir. Aksi takdirde buharlama ortamında ideal buharlama şartlarının oluşturulması güçleşmekte ve keresteye zarar vermektedir. Buna karşılık endirekt buharlamada buharlama buharının basıncı düşüktür. Bu nedenle endirekt buharlama fırınlarında ideal buharlama şartlarının oluşturulması kolaydır. İlk ısıtma anında buhar ile kereste arasında sıcaklık farkı düşüktür. Su yavaş yavaş ısınıp buharlaşırken kerestede yavaş yavaş ve devalı olarak ısınmaktadır. Bu nedenle kerestenin zarar görmesi söz konusu değildir.

Endirekt buharlama tekniğine uygun yapıldığı takdirde yüksek değerli kereste homojen bir şekilde buharlanabilmektedir. Bu metodla buharlamada başarılı olabilmek için aşağıdaki şartların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

1. Isıtıcı boru kapasitesi fırın hacmine uygun olmalıdır. Yetersiz boru kapasitesi buharlama süresinin uzamasına neden olmaktadır.

2. Fırın içerisindeki su havuzları yeterli büyüklükte olmalıdır. Havuz büyüklüğü ve su hacmi yetersiz olduğu takdirde buharlama buharı yetersizliği söz konusu olmaktadır. Buharlama buharının yetersizliği, kuruma etkisi meydana getirmektedir.

3. Havuzların besleme suyu devamlı ve yeterli miktarda gelmelidir. Bu suyun kesilmesi veya yetersiz miktarda gelmesi halinde buharlama buharı miktarı azalmakta ve böylece ideal buharlama şartlarının gerçekleştirilmesi mümkün olamamaktadır (Resim 2).

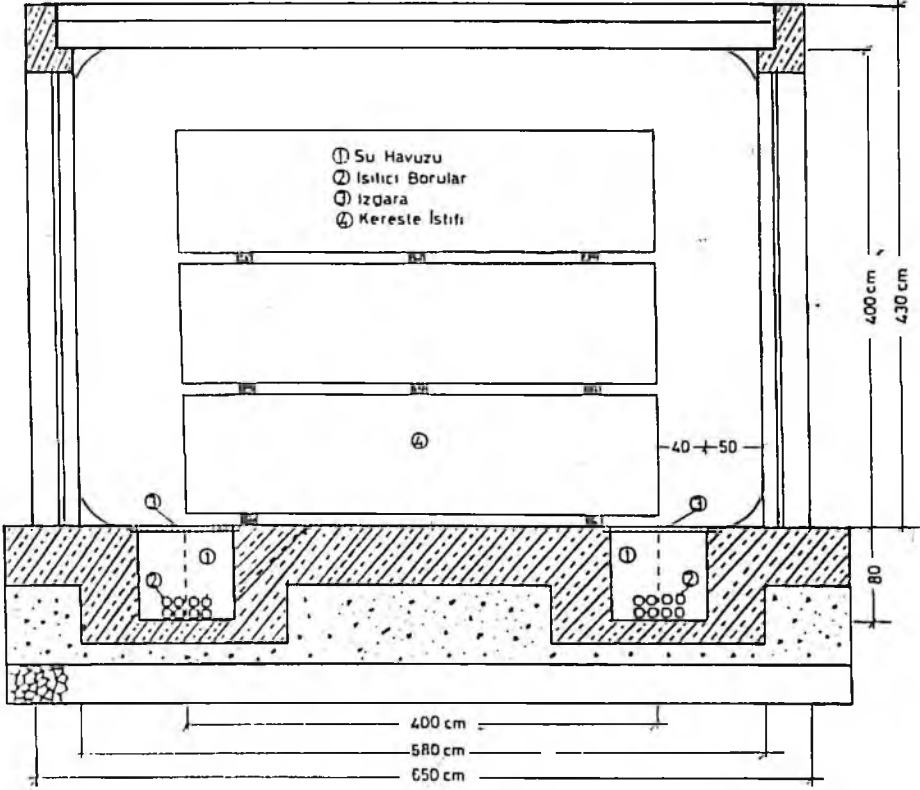
3.1.2. Buharlama Odalarının Özellikleri

Buharlama odalarında bulunması gereken genel özellikler şunlardır:

1. Buharlama odaları ısı kaybına karşı iyi bir şekilde yalıtılmalıdır.

Mümkün olduğu kadar az buhar kullanarak ideal buharlama şartlarını gerçekleştirmek ve bunu buharlama süresince devam ettirmek için tabanın, duvarların, tavanın ve kapıların ısı geçirgenlik katsayısı hiç bir zaman $1 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'yi geçmemelidir. Bu nedenle buharlama odaları prensip olarak çift katlı duvar sistemi ile yapılmalı ve iç ve dış duvar arasında 50 mm hava boşluğu bırakılmalıdır. Bu hava boşluğu gerçek bir yalıtkan (köpük veya izocam) ile doldurulmazsa muhakkak boş bırakılmalıdır. Bu boşluğun harç veya sıva kırıntıları ile dolması, yalıtkanlığının ortadan kalkmasına ve ısı iletim köprülerinin oluşmasına neden olmaktadır (Resim 1 ve 2).

2. Buharlama odalarında temelin yapısına özel bir önem verilmelidir.



Resim 2: Forkliftle doldurulup boşaltılan büyük kapasiteli ($6 \times 6 \times 4$ m) bir endirekt buharlama fırını enine kesiti

Yer yer temel çökmesi sonucu duvarlarda çatlamlar ve kasılmalar meydana geldiği takdirde daha önce ısı ve neme karşı yapılan yalıtıma ve sızdırmazlık işleri boşa gitmektedir.

3. Duvarların ve tavanın buhar sızdırmaya karşı yalıtılması gerekmektedir.

Buharlama odaları daima yüksek bağıl nemin etkisi altında bulunmaktadır. Fırının bütün iç yüzeylerine nem geçirmeyen ve yüksek ısıya karşı dayanıklı olan özel bitümlü maddeler yeterli sayıda kat kat sürülmelidir.

4. Buharlama odası, en az 110°C sıcaklığa, rutubete, hava-buhar karışımında çözünmüş asitlere dayanıklı elemanlardan yapılmalıdır.

Fırının çalışması ile ilgili olarak, buhar boruları, dekolit rayları, hava kapakları, varsa vantilatörler ve ölçme aletleri yüksek etki derecesine sahip buharlama ortamında çabuk görev dışı kalmaktadır. Bunlar pası karşı korunmalıdır. Burada % 99,8 saflığında alüminyum kullanılması uygun olduğunu vurgulamakta fayda vardır. Çelik kısımlara pası karşı koruyucu maddeler sürülmesi gerekmektedir.

5. Buharlama odalarının yapılmasında uygun malzeme kullanılmalıdır.

Duvarların yapılmasında ve beton kısımlarda daima yıkanmış nehir kumu ile yapılmış çimento harç kullanılmalıdır. Kireçli harç kullanılmamalıdır. Çünkü, kireçli harçta kabarmalar meydana gelmekte ve bunların onarılması güç olmaktadır. Sıvalarda daima çimentodan yapılmalıdır. Çünkü çimento sıva üzerine koruyucu maddelerin sürülmesi daha kolay olmaktadır. Aynı zamanda daha dayanıklıdır.

6. Buharlama odaları kolay doldurulup boşaltılacak şekilde yapılmalıdır. Bunun için gerekli araçlarla donatılmalıdır.

Odaların doldurulup boşaltılmasında daha çok raylı sistem kullanılmaktadır. Fakat odaların forkliftlerle doldurulup boşaltılması da mümkündür. Oda inşa edilirken doldurma-boşaltma sistemi dikkate alınmaktadır.

7. Buharlama odası tavanınının kemer kirişli olarak yapılmasının faydası vardır.

Tavan düz kirişli olarak yapılabilir. Fakat düz tavanda yoğunlaşan kondens suyu kereste istif üzerine akmaktadır. Kondens suyu kereste üzerine akışı taktirde lekeler meydana gelmektedir. Kondens suyunun bu sakıncasını önlemek için tavanların kemer biçiminde yapılması gerekmektedir. Kemerli tavanlarda kondens suyu yan duvarlara, oradan da duvar dibindeki hendeklere akmaktadır.

8. Isı ekonomisi bakımından, buharlama odası ile buhar kazanı arasındaki ısıtıcı buhar iletim boruları ısı kaybına karşı iyi bir şekilde yalıtılmalıdır.

9. Odaların tabanları kondens suyunun kolayca akması için uygun şekilde dış doğru veya içe doğru ve aynı zamanda kapıya doğru meyilli olmalıdır. Kondens suyunun dışarıya çıkışı kolayca kontrol ve muayene edilebilecek şekilde olmalıdır.

10. Odaların kapıları lamba-zıvana geçmeli olarak ibrelili ağaç kalaslarından yapılabileceği gibi, paslanmaz metalden (alüminyum, galvenize sac) de yapılabilir. Kapı kenarlarından buhar kaçmaması için kapı kasaları ile kapı kenarları jontalı yapılmalıdır. Jonta olarak keçe veya halat kullanılabilir.

Pratikte kapı kanatları iç tarafı bakır, dış tarafı paslanmaya karşı korunmuş sac olmak üzere çift cidarlı olarak yapılmaktadır. Cidarlar arasına yalıtkan cam yünü konmaktadır.

11. Direkt buharlama metodunun uygulandığı fırınların tabanlarında kereste istif ayaklarından başka birşey yoktur. Bazı fırınlarda bu ayaklar üzerinde kereste yüklü arabaların kolay girip çıkmasını sağlamak için raylar bulunmaktadır.

Endirekt buharlama metodunun uygulandığı fırınlarda ise tabanda su havuzları bulunmaktadır. Havuz bir adet veya iki adet olabilir. Havuz bir adet olduğu taktirde fırının ortasında da fırın boyuna eksenine paralel olarak uzanır. İki adet olursa istif ayaklarının iki tarafında gene fırın boyuna eksenine paralel şekilde uzanırlar. Havuzların üzeri sağlam bir şekilde ağaçtan veya metalden yapılmış ızgaralarla kaplatılmalıdır (Resim 2).

Bütün tabanı su havuzu olarak kullanılan endirekt buharlama odaları da yapılmaktadır. (Resim 1'de 2a). Bu odalarda buharlama buharı oda içerisinde ve kereste arasında daha yeknesak bir şekilde dağılmaktadır. Bu odalarda buharlama işlemi bittikten sonra önce havuz boşaltılmakta, sonra kereste çıkartılmaktadır.

12. Direkt buharlamanın uygulandığı fırınlarda buhar doğrudan doğruya kereste üzerine püskürtülmemelidir. Bunun için ağaç bir sıper kullanılmalıdır.

13. Isı yalıtımı iyi yapılmış, ısıtıcı buhar kapasitesi iyi hesaplanmış dolu haldeki bir buharlama odasında sıcaklık 20 °C'den 100 °C'ye en çok 4 saatte çıkmalıdır.

14. Buharlama odasının sıcaklığı, bağıl nemi ve buhar basıncı her zaman takip ve kontrol edilebilmelidir. Bunun için fırının inşasında gerekli ölçme aletleri uygun şekilde yerleştirilmelidir. Ancak bu şekilde donatılmış fırınlarda buharlama programlarını sıhhatli şekilde uygulamak mümkündür.

3.2. Kereste ve Kerestenin İstiflenmesi İle İlgili Esaslar

Kerestenin buharlanması daha çok renk değişikliği sağlamak amacı ile yapılmaktadır. Bu amaçla yapılan buharlamada kerestenin rutubeti çok önemlidir. Doygun ve yeknesak bir renk tonu elde edebilmek için kerestenin taze halde olması gerekmektedir. Önceden kurumuş ve rutubeti lif doygunluğu rutubet derecesinin altına düşmüş kereste buharlama işleminde grileşmektedir. Rutubet derecesi eşit olmayan kerestede alacalı ve lekeli bir renk değişimi meydana gelmektedir.

Kerestenin rutubeti aynı zamanda ısı geçirgenliğini artırmakta ve ağacın içerisinde sıcaklığın yayılmasını kolaylaştırmaktadır. Böylece ağaç rutubeti buharlama süresini olumlu yönde etkilemektedir.

Buharlama süresi kerestenin özgül ağırlığına bağlı olarak değişmektedir. Özgül ağırlık arttıkça buharlama süresi artmaktadır.

Buharlama süresi kerestenin kalınlığı ile de değişmektedir. Kalınlığın artışı sürenin artışı neden olmaktadır. Fakat bu artış küçük kalınlık kademeleri arasında dikkate alınmayacak kadar azdır.

Buharlanacak Kerestenin İstiflenmesi ve Odalara Yerleştirilmesi

Buharlanacak kerestelerin buharlama fırınlarına konulabilmesi için tekniğine uygun şekilde istif edilmesi gerekir. Kereste istiflerine sofa denmektedir. Sofaların hazırlanmasında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

1. Buharlanacak kereste istife konmadan önce testere talaşından temizlenmelidir. Aksi halde talaşın bulunduğu yüzeylerde farklı renk tonu elde edilir.

2. Aynı partide buharlanacak kerestelerin başlangıç rutubeti yaklaşık olarak aynı olmalıdır.

3. Aynı partide buharlanacak kerestelerin kalınlıkları yaklaşık olarak aynı olmalıdır. Bilindiği gibi hem başlangıç rutubeti hem kalınlık buharlama süresini etkilemektedir.

4. Keresteler çatalı veya çitasız sandık şeklinde istif edilmektedir.

Çatalı istiflemeye fırın hacminden gerektiği gibi yararlanılmamakta ve aynı zamanda kereste üzerinde çita izleri görülmektedir. Buna karşılık hem buharlama süresi kısalmakta hem de buhar istif içerisinde daha muntazam dağıldığı için buharlama daha yeknesak şekilde yapılabilmektedir. Fakat çitasız istifte fırın hacminden daha iyi yararlanıldığı için pratikte buharlanacak kereste çitasız üst üste konmak suretiyle boşluksuz olarak istif edilmektedir.

5. İstiflerin boyutları buharlama fırınının boyutları dikkate alınarak düzenlenmelidir.

Buharlama odalarında kusursuz ve kaliteli bir buharlama yapabilmek için fırınlara kereste istiflerinin yerleştirilmesinde ve fırınların doldurulmasında şu hususlara dikkat edilmelidir.

1. İstiflerin buharlama odalarına yerleştirilmesine geçmeden önce odalar gözden geçirilerek kontrol edilmelidir. Bu kontrolde özellikle ısıtma ve buharlama buharı borularının, su ha-

vuzunun, şamandraların, ölçme alet ve cihazlarının görev yapıp yapmadıkları dikkatle kontrol edilmelidir. Özellikle endirekt buharlama odalarında su havuzuna yeterli miktarda suyun gelmesi çok önemlidir.

2. Bir buharlama fırınına aynı ağaç türünün aynı özellikteki keresteleri doldurulmalıdır. Bu kerestelerin rutubet durumları yaklaşık olarak aynı olmalı. Kalınlıklar aynı veya en çok birbirini izleyen iki kalınlık kademesi içerisinde kalmalıdır.

3. Buharlama buharının serbestçe hareketini sağlamak bakımından bir buharlama fırınına konulan istiflerin yükseklikleri yaklaşık olarak aynı olmalıdır.

4. İstiflerin fırına yerleştirilmesinde buharlama buharının istiflerin çevresinde serbestçe hareketini sağlamak için istif ile duvarlar ve istif ile tavan arasında yeterli boşluk bırakılmalı; fakat fırın hacminden yeterli faydalanmayı sağlamak için istifler arasında boşluk bırakılmamalıdır.

5. Ekonomik bir buharlama için buharlama odasının doldurulma oranı yaklaşık olarak % 50 olmalıdır (VORREITER 1958).

3.3. Buharlamanın Yönetilmesi İle İlgili Esaslar

Buharlamanın yönetilmesi denince, dar manada buharlama odasında ideal buharlama şartlarının oluşturulmasında etkili olan sıcaklık ve buhar basıncının veya doygunluk durumunun buharlama süresince ayar ve kontrol edilmesi anlaşılmaktadır.

Daha önce belirtildiği gibi kurutma etkisi olmayan ideal buharlamanın şartları vardır.

1. Normal basınç altında buharlama sıcaklığı 100 °C'ye ve üzerine çıkmamalıdır.
2. Normal basınç altında bağıl nem daima % 100 olmalıdır.

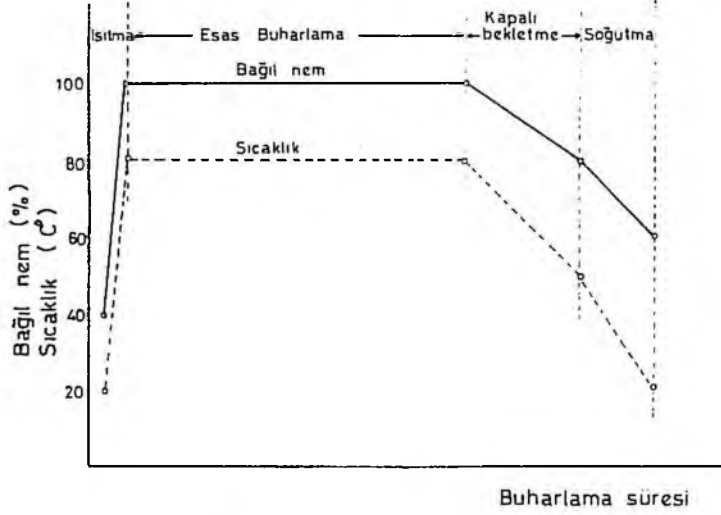
Buharlama işlemi önceden denemelere dayanarak hazırlanmış buharlama programlarına göre yönetilmektedir. Yukarıda belirtildiği gibi ideal buharlamada normal basınç altında bağıl nem her zaman % 100 olacağı için buharlama programlarında buharlama süresince uygulanacak sıcaklığın ne olacağı belirtilmesi yeterlidir. Ayrıca bu programlarda buharlamanın nasıl yapılacağı kısa kısa tarif edilmektedir.

Buharlama işleminde uygulanacak sıcaklık mümkün olduğu kadar yüksek olmalıdır. Çünkü sıcaklık artışı buharlama süresi üzerinde kısaltıcı etki yapmaktadır.

Genel olarak buharlama programları 4 periyod halinde hazırlanmakta ve uygulanmaktadır. Bunlar: (1) Isıtma veya ön buharlama periyodu, (2) Esas buharlama periyodu, (3) Kapalı bekletme periyodu ve (4) Soğutma periyodudur (Resim 3).

1. **Isıtma Veya Ön Buharlama:** Fırın doldurulup kapılar kapatıldıktan sonra fırına ısıtıcı buhar verilmesi ile başlayan ön buharlama periyodu fırın sıcaklığının buharlamada uygulanacak sıcaklığa ve ortamın tam doygunluk haline ulaşması ile sona ermektedir. Bu periyodun başlangıcında kereste soğuk ve fırın içerisindeki hava-subuharı karışımının hava katılım oranı yüksektir. Bu nedenle keresteye zarar vermemek için ısıtmanın yavaş yavaş kademeli bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekir.

2. **Esas Buharlama:** Buharlama uygulanacak sıcaklığa ve tam doygunluk durumuna ulaşıktan sonra başlayan esas buharlama kondens suyunun berrak ve renksiz bir hal almasına kadar devam eder. Kondens suyu berraklaştıktan sonra ısıtıcı buhar kesilmektedir. Bu periyodun uygulanmasında buharlamanın kurutucu etkisinin azaltılması için buharlama buharının tam doygun halde bulunmasına dikkat edilmelidir. Pratikteki uygulamalarda buharlamanın kurutucu etkisinin yüksek olması bu koşula uyulmamasından kaynaklanmaktadır.



Resim 3: Bir Kereste Buharlama Programı

3. **Kapalı Bekletme:** Kondens suyunun berraklaştığı ve ısıtıcı buharın kesildiği anda başlayan kapalı bekletme periyodu fırın kapısının açılmasına başlandığı ana kadar devam etmektedir. Bu periyodun süresi buharlamada uygulanan sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık yükseldikçe daha uzun tutulur. Kapalı bekletmenin amacı yüzeysel kurumayı ve bu kurumadan doğan yüzeysel çatlakları önlemektir.

4. **Soğutma:** Buharlama odası kapısının açılmaya başladığı an ile kerestenin odadan çıkarılmasına kadar devam etmektedir. Oda kapısı yavaş yavaş açılarak kerestenin yavaş yavaş soğuması ve böylece iç kısımlarla yüzeyler arasında tehlikeli sıcaklık farklarının oluşmaması sağlanmalıdır.

4. BUHARLAMANIN ODUN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Daha önce buharlamanın amaçları bölümünde belirtildiği gibi buharlama: renk değişikliği ve renk yeknesaklığı sağlamak, odunun higroskopik özelliklerini iyileştirmek, odun içerisindeki gerilmeleri azaltmak, odunu yumuşatmak, odunun dayanıklılığını artırmak, sterilize etmek gibi amaçlarla yapılmaktadır. Bu amaçların ne derecede gerçekleştiği, buharlamanın odunun özelliklerini nasıl etkilediği aşağıda özetlenmiştir.

4.1. Buharlamanın Renk Değişimi Üzerine Etkisi

Buharlama ile ağaç malzemenin renginde az veya çok bir değişim meydana gelmektedir. Bu değişim, ağaç türüne, kereste rutubetine, buharlamada uygulanan sıcaklığa ve buharlama süresine bağlı olarak değişmektedir.

Pratikte en sık buharlama işlemine tabi tutulan ağaç türü kayındır. Taze haldeki kayın kerestesinin rengi buharla muamele etmek suretiyle daha koyulaşmakta ve tüm enine kesit yüzeyi kırmızımsı, mahuna benzer bir renk tonu almaktadır. Bu renk tonu döşeme parkelerinde çok değerli olup, parkelik kayın odununun buharlanması için çok önemli bir sebep olarak gösterilmektedir (KÖHLER 1959). Buharlamanın başlangıcında kerestenin sıcaklığı yaklaşık ola-

rak buharın sıcaklığına ulaştıktan sonra renk değişimi çok hızlı olmaktadır. Daha sonra ise yavaşlanmaktadır; ancak kayında bu değişimler birkaç gün daha devam etmektedir (FPRIL 1955).

Taze haldeki kayın tahtalarında mahuna benzer renk tonu 1,5 günde elde edilmektedir. Yuvarlak haldeki ağaç malzemelerde derine giden renk değişimleri daha uzun süre, birkaç gün devam eden buharlamayı gerektirmektedir. Çünkü, kalın ağaç malzemenin derinlere kadar ısınması daha uzun süre devam etmektedir. Aynı sebepten dolayı latasız sık şekilde istif edilmiş kereste nisbeten daha uzun süre buharlanmalıdır (KÜBLER 1966).

Buharlama işleminde taze haldeki kayın odunu ön kurutma yapılmış kayın odununa nazaran daha doygun ve daha yeknesak bir renk tonu kazanmaktadır.

4.2. Buharlamanın Gerilmeler Üzerine Etkisi

Bilindiği gibi ağaç gövdeleri iç gerilmelerin (büyüme gerilmeleri) etkisi altında bulunmaktadır (MAYER-WEGELIN u. MAMMEN 1954). Normal büyüyen gövdede kabuğun hemen altındaki dış gövde kısımlarında boyuna yönde kuvvetli çekme gerilmeleri ve öz kısımda kuvvetli basınç gerilmeleri görülmektedir. Çekme gerilmeleri ağaç gövdesi eksenine dik yönde kabuktan öze doğru gidildikçe azalmakta, buna karşılık basınç gerilmeleri artmaktadır. Gövde içerisinde gerilmelerin bu durumda olması ağaçlar için uygundur (KÜBLER 1959).

Daha önce de belirtildiği gibi ağaç malzeme yukarıda adı geçen büyüme gerilmelerinin azaltılması veya tamamen giderilmesi amacı ile de buharlama yapılmaktadır. Buharlama uygulanan yüksek sıcaklık ve rutubetin etkisi ile iç gerilmeler geniş ölçüde azalmaktadır (GONNET, 1970, 1973, 1977).

4.3. Buharlamanın Sterilize Etkisi

Buharlamanın odunun içerisinde yerleşmiş olan mantar ve böceklerin öldürülmesi üzerine de etkisi vardır. Bilindiği gibi 40 °C sıcaklık derecesine mukavemet eden zararlı mantarlar buharlamada, rutubetin de etkisi ile ölmektedir. 60 °C sıcaklık derecesinin üstündeki buharlama işlemlerinde mantar misalleri, hüfler ve mantar sporları ölmektedir. Burada buharlama süresi buharlama sıcaklığı ile değişmekte ve sıcaklık yükseldikçe buharlama süresi kısalmaktadır.

Keza ağaç malzeme içerisinde bulunan böcekler ve bunların kurtları buharlama suretiyle öldürülebilirler.

4.4. Buharlamanın Odunun Dayamlılığını Üzerine Etkisi

Buharlamanın yeniden zararlı tasallutu bakımından etkisi sterilize etkisinden çok daha önemlidir. Buharlamanın birçok odun tahrip eden mantarlar ile mavimsi renk meydana getiren mantarlar için uygun koşullar yarattığı görülmektedir (SEEHANN 1965). Çünkü buharlama sırasında odunun esas bileşikleri çözülmekte, odundaki asitler zenginleşmekte (KOHLEER 1959) ve tanenli maddeler gibi çürümeye karşı koruyucu maddeler yıkanmaktadır (VILLIERS 1961). Polonyalı araştırmacıların denemelerinde buharlanmış yaş haldeki kayın odunu buharlanmamış kayın odunu gibi çürümüşür (GIASER, LAWNICZAK u. SPAWA-NEYMAN 1958). Bundan başka ROGISTER ve EICKHOUT (1954)'ün karşılaştırmalı denemelerinde buharlama odunu çürümeye daha yatkın hale getirmektedir. Danimarkalı yazarlar (EGUND, BOYE ve BREDSORFF 1958) buharlanmış kayına küf mantarlarının daha kolay arız ol-

duğunu belirtmektedirler. *Monilia sitophila* mantarı buharlanmış kayında gelişmekte fakat buharlanmamış kayında gelişmemektedir (JURASEK 1963).

Bu bilgilerin ışığı altında, bazı araştırmaların iddia ettikleri gibi (LIESE, MAHLKE u TROSCHER, 1950) buharlanmanın mantarlara karşı koruyucu etkisinden söz etmek mümkün değildir.

4.5. Buharlanmanın Yumuşatma ve Plastikleştirme Etkisi

Buharlanmanın yumuşatma ve plastikleştirme etkisi bilinmekte ve bükme mobilya endüstrisinde uygulanmaktadır. Buharlamada sıcaklığın artması ve higroskopik bölgede rutubetin yükselmesi ile ağaç malzeme yumuşamaktadır. Böylece elastiklik modülü düşmekte ve daha büyük plastik deformasyon göstermektedir. Plastik deformasyonun kalıcılık oranı, bükülen parçaların bükücü kuvvetlerin kaldırılmasından önce kurutulup soğutulması ile yükseltilmektedir (KÜBLER 1966). Plastik deformasyon bükme mobilya endüstrisinde çok önemli olup, parçaların kırılmadan bükülmesi kolaylaşmaktadır.

4.6. Buharlanmanın Odunun Rutubet Alış-Verişi ve Çalışması Üzerine Etkisi

Buhar veya yüksek sıcaklıktaki su ile muamele edilmiş ağaç malzeme bünyesinde meydana gelen değişimler nedeniyle normal hava koşulları altında daha düşük bir higroskopik denge rutubetine sahiptir (FPRL 1955, VILLIERE 1961, LAXAMANA u. BELLO 1977). Buharlanma süresi ne kadar uzun ve buharlama sıcaklığı ne kadar yüksek olursa bu azalma o kadar büyük olmaktadır (KOLLMANN ve SCHNEIDER 1964, TEICHGRAEBER 1966, KUBIER 1966, KUBINSKY 1971). Fakat SCHMIDT (1982) buharlanmanın denge, rutubetini düşürücü etkisinin süreye bağlı olduğunu ve belli bir süreye kadar (1.1 bar ve 120°C de 24 saat) denge rutubetini düşürücü etki yaptığını belirtmektedir.

Esasında normal buharlama koşulları higroskopik dengeyi pek önemsiz ölçüde düşürmektedir. Fakat buna rağmen düşme ölçülebilecek miktardadır. Örneğin, KOLLMANN ve SCHNEIDER (1964)'in denemelerine göre bağılnemi % 50 olan bir ortam içerisinde buharlanmış doğal haldeki ağaç malzemede denge rutubeti % 9.6 iken, buharlanmış malzemede bu değer % 8.8 bulunmuştur.

Buharlanmanın ağaç malzemenin çalışması üzerine etkisi olup olmadığı öteden beri tartışma konusu olmuş ve bu bakımdan çeşitli araştırmacılar tarafından çalışmalar yapılmıştır.

F. KOLLMANN (1955, s. 250), C.G. Schwalbe ve W. Jander'e göre subuharı ile muamelelenin ağaç malzemenin bünyesine su almak suretiyle genişleme kabilyetini azalttığını ve bu azalmanın yalnız diri odunda pratik değeri haiz olduğunu, buna karşılık öz odunda ise önemsiz bulunduğunu belirtmektedir. F. KOLLMANN (1939, s. 1) çeşitli buhar basıncı ve sürelerde buharlanmış kayında doğal hakdeki kayına nazaran bünyesine su almak suretiyle genişlemenin azaldığını tespit etmiştir.

L. VORREITER (1958, s. 474), F. Schütz'a göre normal atmosferik basınçlı sıcak subuharı ile buharlandıktan sonra doğal kurutmaya terk edilmiş kerestenin aynı şartlar altında buharlanmamış keresteye nazaran daha düşük genişleme değerleri gösterdiğini belirtmektedir. Bu fark teğet yöndeki genişlemede % 1-1.5, radyal yöndeki genişlemede % 0.5'dir.

R.O.H. RUNKEL (1951, s. 42)'e göre ağaç malzemenin bünyesine su alması ve bünyesinden su kaybetmesi rutubet ve sıcaklık etkisiyle bir miktar azalmaktadır. Zira, rutubet ve

yüksek sıcaklık etkisiyle odunun bileşiklerinden Pentozan, Hexozan ve Lignin'in değişmesi sonucu su alış-verişini güçleştirici, bir nevi reçineye benzeyen bazı maddeler meydana gelmektedir.

Daha yeni çalışmalar yüksek sıcaklık dereceli doygun subuharı ile muamelelenin ağaç malzemenin genişleme yüzdesini azalttığını yeniden ispatlamıştır. Buharla muamele ile genişleme yüzdesinde meydana gelen azalma üzerine buharlama süresi ve buhar basıncının etkisi bulunmaktadır. Yüksek buhar basıncı veya uzun süreli buharlama uygulandığı takdirde bu etki artmaktadır (T. PERKINTNY, M. LAWNICZAK, H. MARCINIĄK 1959, s. 4. KUBINSKY 1971, SCHMIDT 1982, s. 66).

Bütün bu görüşlere karşın GONET (1965, 1970, 1973, 1977) buharla muamelelenin odunun çalşımasını azaltmadığını, aksine bilhassa artırdığını belirtmektedir. GONET'e göre buharlama boyut stabilitesi sağlamaktadır. Fakat çalışmayı azaltmamaktadır.

KAYNAKLAR

- EGUND-BOYE-BREDSDOFF, P., 1958: *Traeindustrien*, s. 9-26.
- FPRL 1955: *Leaflet No. 16 rev, Princes Risborough*.
- GLASER-LAWNICZAK u. SPAWA-NEYMAN, 1958: *Prace Instytutu Techn. Drewna. No. 1*, s. 37-45.
- GONET, B., 1965: *Einfluss des Druckes und der Dämpfzeit auf die Schwindung und Quellung von Buchenholz. Folia Forestalia Polonica, Warszawa 6*, s. 129-180.
- GONET, B., 1970: *Einfluss des Dämpfens auf die Relaxation der Spannungen in Rotbuchenholz. Holztechnologie 11*, 2, s. 120-124.
- GONET, B., 1973: *Der Einfluss des Dämpfens auf die Eigenschaften von Rotbuchenholz. Holztechnologie 14*, 2, s. 70-72.
- GNET, B., 1977: *Untersuchungen über das Dämpfen von Buchenholz. Holzindustrie 30*, 10, s. 300-301.
- JURASEK, L., 1962: *Symposium Eberswalde, Berlin*, s. 225-228.
- KOHLER, H., 1959: *Holz-Zbl.*, s. 867-870.
- KOLLMANN, F., 1939: *Vorgänge und Änderungen von Holzeigenschaften beim Dämpfen Holz und Werkstoff 2*, 1, s. 1-11.
- KOLLMANN, F., 1955: *Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Zweiter Band. Springer Verlag-Berlin*.
- ROLLMANN-SCHNEIDER, 1964: *Forschungsber. Nr. 1399 Landes-Nordhein-Westafalen, Köln*.
- KUBINSKY, E., 1971: *Der Einfluss des Dämpfens auf die Holzeigenschaften. Holzforschung und Holzverwertung 23*, 1, s. 1-11.
- KUBLER, H., 1959: *Holz als Roh- und Werkstoff*, s. 1-9.
- KUBLER, H., 1965: *Holz w. Jb., Stuttgart*, s. 118-120.

- LAXAMANA, M., ve E. BELLO., 1977: *Influence of steaming on some properties of wood. Forpride Digest* 6, 1, s. 48-56.
- LIESE-MAHLKE-TROSCHERL. 1950: *Handbuch der Holzkonservierung*, Berlin-Göttingen-Heidelberg, s. 199.
- MAYER-WEGELIN u. MAMMEN 1954: *Allgemein Forst und Jagdzeitung*, s. 287-297.
- PERKITNY-LAWNICZAK-MARCINIAK, 1959: *Holz als Roh-und Werkstoff*, s. 54-61.
- ROGISTER-EECKHOUT, 1954: *Meddvan het, Lab. Voor Houttechnologie*, Gent.
- RUNKEL 1951: *Zur Kenntnis der thermoplastischen Verhaltens von Holz. Holz als Roh-und Werkstoff*. Bd. 9. H. 2, s. 41.
- SCHMIDT, K., 1982: *Auswirkungen verschiedener Parameter beim Dämpfen von Rotbuchenholz. Holzforschung und Holzverwertung* 34 (1982) 3 ve 4.
- SEEHANN, G., 1965: *Holz als Roh-und Werkstoff*, s. 341.
- TEICHGRAEBER, R., 1966: *Beitrag zur Kenntnis der Eigenschaftsänderungen des Holzes beim Dämpfen. Holz als Roh-und Werkstoff* 24, 11. 548,551.
- VILLIERE, A., 1961: *Revue du Bois* 4. s. 39-42 und No. 5, s. 35-37.
- VORREITER, L., 1958: *Holztechnologisches Handbuch*. Bd. 2. Wien und München.