
SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES	B	VOLUME	32	NUMBER	2	1982
SERIE		BAND		HEFT		
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



KAPLAMA LEVHASI KURUTMA MAKİNALARI (Kurutucular)

Doç. Dr. Ramazan KANTAY 1

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi kaplama levhaları (1) Açıkta atmosferik hava koşulları altında doğal olarak, (2) Kurutma fırınlarında, (3) Kurutma tünellerinde ve (4) Kurutma makinalarında kurutulmaktadır. Doğal kurutma halen birçok ülkede ve ülkemizde özellikle kesme kaplama levhalarının kurutulmasında uygulanmaktadır. Kurutma fırınlarında ve tünellerinde kurutma teknik ve ekonomik nedenlerle uygulamadan tamamen kalkmıştır. Bugün gelişmiş ülkelerde kesme kaplama levhalarının büyük bir çoğunluğu, soyma kaplama levhalarının tamamı kurutma makinelerinde kurutulmaktadır.

Bazı kaynaklarda kurutucu olarak da adlandırılan kurutma makinaları içerisinde ısıtma, havalandırma ve kaplama levhasının hareketini sağlayan teçizatı bulunan, ısı ve rutubete karşı iyi yalıtılmış uzunlukları sınırlı kanal tipinde tesislerdir. Kaplama levhaları, tesis içerisinde bulunan ve kurutma koşullarının en yüksek derecede etkili olduğu kanal içerisinden geçirilerek hareket halinde kurutulmaktadır. Ancak, bu genel tarife uymayan kurutma makineleri ve kurutma şekilleri de vardır. Bunlar diğer kurutma makineleri ve metodları başlığı altında başka bir yazıda işlenmiştir (KANTAY 1982).

Kurutma makinalarının yapılmasında ve geliştirilmesinde önceleri mobilya, kontrplak ve diğer tabakalı ağaç malzeme endüstrilerinin ihtiyacını karşılamak ve bu endüstrilerdeki gelişmelere paralel olarak daha yüksek kapasiteye ulaşmak hedef alınmıştır. Bu bakımdan önce sürenin kısaltılması düşünülmüş ve bu amaçla kurutma sıcaklığını yükseltici ve hava hareket hızını arttırıcı yönde çalışmalar yapılmıştır. Aynı zamanda eksiz yüzey levhaları elde edebilmek için istenilen boyda ve genişlikte levhaların kurutulması zarureti ortaya çıkmış ve böylece levhaların sonsuz genişlikte kurutulmasını sağlayabilecek makinalar geliştirilmiştir. Kapasiteyi yükseltici bu çalışmalar kurutma kalitesinin gözden uzak tutulamayacağını göstermiştir. Böylece kapasite yükseltme çalışmaları yanında kalite yükseltme çalışmaları da yapılmıştır. Bu yöndeki çalışmalar kaplama levhası hareket sistemi ve havalandırma sistemi üzerinde olmuştur. Kaplama levhası hareket sisteminde levha düzgünlüğü sağlayıcı, sozsuz bant halindeki levhaların çatlama ve kopmasını önleyici sistemler geliştirilmiştir. Havalandırma sistemi üzerinde yapılan çalışmalar hava hareketinin Odun-Hava (Gaz) sınır tabakasındaki etkinli-

ğini arttırma yönünde olmuş ve kaplama levhasının her tarafında yeknesak bir kuruma sağlayan düşey havalandırma sistemi geliştirilmiştir. Kaliteyi ve kapasiteyi yükseltici bu çalışmalar yapılırken işçi ücretlerinde ve malzeme fiyatlarında artışlar meydana gelmiştir. Bu nedenle, bir yandan üretim ve kurutmada otomasyona geçilmiş ve böylece daha az işçi ile çalışabilen kontinü (sürekli) üretim hatları oluşturulurken bir yandan da alıcı üzerinde önemli etkisi bulunan yatırım ve işletme masraflarının düşürülmesi yönünde çabalar artmış, daha küçük bir alanda daha büyük kapasiteli makineler yapılmıştır. Enerji darboğazı enerji ihtiyacını azaltıcı gelişmeleri, daha ucuz olan enerji kaynaklarına yönelmeyi ve bu kaynaklardan yararlanabilen yeni tip makinelerin yapımını zorlamıştır. Böylece, kurutma makinelerinin gelişme sürecinde birçok makina tipi ortaya çıkmıştır. Aşağıda önce bunların genel özellikleri açıklanmış ve daha sonra gruplandırılarak ayrıntıları belirtilmiştir. Yazının son bölümünde kurutma makinelerinin seçilmesinde dikkat edilecek bazı hususlar üzerinde durulmuş ve bazı yapımçı firmaların adresleri verilmiştir.

2. KURUTMA MAKİNALARININ GENEL ÖZELLİKLERİ

2.1. Havalandırma sistemleri

Konumuzu teşkil eden kurutma makinelerinde ısı transferi kurutma ortamını teşkil eden akışkanın (Hava-subuharı karışımı, kızgın buhar, kızgın hava-subuharı karışımı) kendi hareketi ile (konveksiyon) olmaktadır. Konveksiyonel kurutma olarak adlandırılan bu kurutma şeklinde kurutma ortamını teşkil eden akışkanın ağaç malzemeye göre hareket şekli ve hareket hızı çok önemlidir. Bu önem kurutma hızı, süresi ve kalitesi bakımından olup, aşağıdaki açıklamalardan sonra daha iyi anlaşılacaktır.

Kurutma makinelerinde kaplama levhasının durumuna göre iki esas havalandırma sistemi vardır. Bunlar (I) Yatay havalandırma ve (II) Düşey havalandırma sistemleridir. Yatay havalandırmada hava sirkülasyonu kaplama levhası yüzeylerine paraleldir. Yatay havalandırmada iki sistem vardır. Bunlar hava hareket yönü makina boyuna eksenini yönünde olan (1) boyuna havalandırma sistemi, hava hareket yönü makina boyuna eksenine dik yönünde olan (2) enine havalandırma sistemidir (Resim 1).

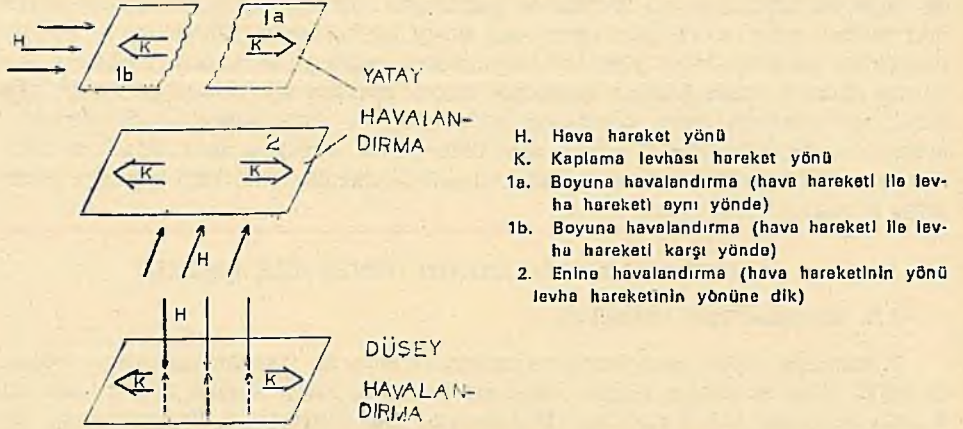
2.1.1. Yatay havalandırma sistemleri

Boyuna havalandırma sistemi kaplama levhası hareket yönüne paralel bir hava hareketi sağlamaktadır. Hava hareketinin kaplama levhası hareket yönünde ve karşı yönde olmasına göre iki temel şekil mevcuttur (Resim 1a ve 1b). Kaplama levhası kurutma makinelerinde da kurutma tünellerinde olduğu gibi karşı akım prensibi geçerlidir. Yani kaplama levhası hava akımına karşı hareket etmektedir.

Bu havalandırma sisteminde kaplama levhalarının yüzeylerindeki hava hareket hızı oldukça düşüktür.

Enine havalandırma sistemi levhaların hareket yönüne dik bir hava hareketi sağlamaktadır (Resim 1). Bu havalandırma sisteminde kaplama levhası yüzeylerinde daha yüksek bir hava hareket hızı meydana gelmektedir. Ancak, bunun için büyük miktardaki havanın dolanımına gerek vardır.

KEYLWERTH (1953)'e göre konveksiyonel kurutmada Odun-Hava (Gaz) sınırı tabakasındaki iklimatik koşullar ve hava hareketi koşulları büyük öneme sahiptir. Bu önem kurutma hızı, süresi ve kalitesi bakımından olup, 1..2 m/saniyelik hava hareket hızında söz konusu sınır tabakası etkilenmemektedir. Enine ve boyuna havalandırma tesislerde, yani hava akımının kaplama levhası yüzeylerine paralel olduğu makinalarda durum böyledir. Bu makinalarda hava hareket



Resim 1. Kurutma makinalarında havalandırma şekilleri.

hızının yükseltilmesi de sakıncalıdır. Çünkü istiflerdeki ve raflardaki levhaların savrulması söz konusudur. Yatay hava hareketi ile pürüzlü, dalgalı yüzeylerde yeterli etki derecesi sağlamak mümkün değildir. Ondüneli hal almış bir kaplama yüzeyinde tümsek kısımlar çukur kısımlardan daha fazla etkilenmekte ve kurumaktadır. Böylece kaplama levhasının çeşitli kısımlarında rutubet farkları oluşmakta ve buna bağlı olarak da kurutma kusurları meydana gelmektedir.

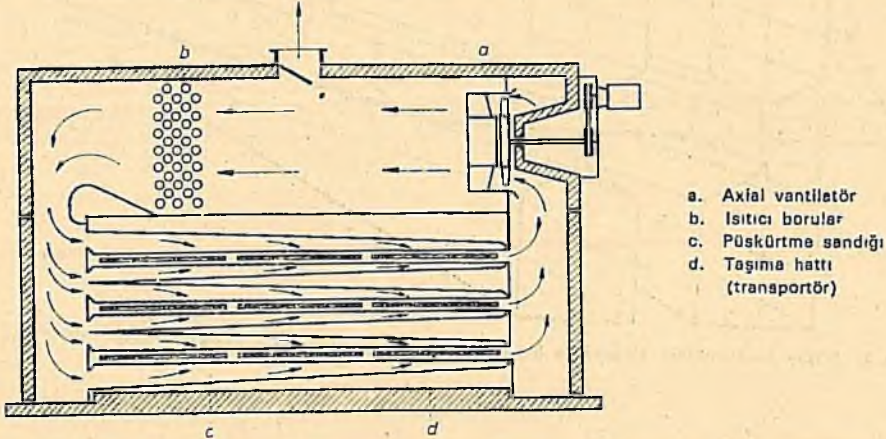
Kaplama levhalarının yüzeylerinin her tarafında eşit, devamlı ve yeterli bir hava hareketinin sağlanması bu sakıncaları ortadan kaldırmaktadır. Bu bakımdan kaplama levhalarının yüzeyleri üzerinde düşey hava hareketi sağlayıcı havalandırma sistemi geliştirilmiştir.

2.1.2. Düşey havalandırma sistemi

Düşey havalandırma sisteminde (jet sistemi), hava dolanımı esas olarak enine yöndedir. Ancak yalnız kurutma kanalı, yani kaplama levhası taşıma kanalı kısmında düşey yöndedir. Genel olarak vantilatörlerden itilen hava kurutma makinası boyuna eksenine dik yönde hareket ederek ısıtıcı borular arasından geçtikten sonra hava püskürtme sandıkları içersine girmektedir. Püskürtme sandıklarının kurutma hattına bakan tarafında delik veya yarıklar şeklinde açıklıklar bulunmaktadır. Sandık içersine itilen hava mevcut açıklıklardan çıktıktan sonra düşey yönde hareket ederek kaplama levhasının yüzeylerine çarpmaktadır. Resim 2 de düşey havalandırma bir kurutma makinası enine kesitinde hava sirkülasyonu şematik olarak gösterilmiştir.

Bu sistemin geliştirilmesi ile ilgili ilk çalışmalar 1950 yılında Amerika'da başlamıştır. Hava püskürtme sandıklarının transport hattına paralel yönde yer-

leştirildiği bu ilk makinalar kaplama levhalarının sonsuz bant halinde kurutulmasında kullanılmamıştır. Avrupa'daki çalışmalar 1952 yılında Almanya'da HILDEBRAND firması (Hildebrand Maschinenbau GmbH 7446 Oberboihingen) tarafından başlatılmıştır. Bu firmanın laboratuvarlarında yapılan denemede hareket hızı 60 m/saniye olan soğuk haldeki hava ile çalışılmış ve başlangıç rutubeti % 100 olan kaplama levhaları dakikayı bile bulmayan çok kısa bir süre içerisinde % 40



Resim 2. Düşey havalandırmalı silindirik bir kurutma makinası enine kesiti ve hava sirkülasyonu (şematik) (BSH'a göre Kneule'den).

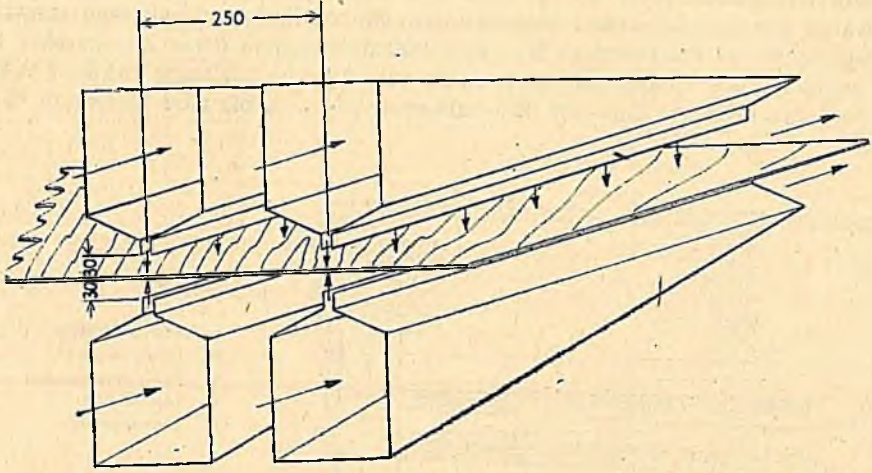
rutubete kadar kurutulabilmiştir (HEILBORN 1962, s. 81). Daha sonra 1955 yılında TROMAG firması düşey havalandırmalı-bantlı sonsuz kurutma makinası imal etmiştir. Bu makinede püskürtme sandıkları 250 milimetre aralıklarla transport bandına dik bir şekilde yerleştirilmiş ve yaklaşık olarak 170°C... 180°C lik sıcak hava 10-30 m/saniye hızla kaplama levhası yüzeylerine püskürtülmüştür (FECHT 1963, s. 77). Resim 3 de, hava püskürtme sisteminin prensibi şematik olarak gösterilmiştir. Resim 4 de de bu havalandırma sistemine göre yapılmış bir kurutma makinasının, püskürtme sandıklarına hava giriş (a) ve hava çıkış (b) tarafından çekilmiş fotoğrafları verilmiştir.

Kurutma makinalarında hava hareketi çoğunlukla axial vantilatörlerle sağlanmaktadır (Resim 5). Uygulamada radyal vantilatörlerin çok az kullanılabildiği görülmektedir. Axial vantilatörler doğrudan doğruya elektrik motorunun mili üzerine yerleştirilebilmekte veya bir V kayışı transmisyonu ile motora bağlanmaktadır. Yapımcı firmalardan Hildebrand ve Svenska Flakt birinci hali, diğerleri ikinci hali kullanmaktadır. Axial vantilatörlerin enerji ihtiyacının düşük, etki derecesinin yüksek olduğu belirtilmektedir (Von BREMEN 1977).

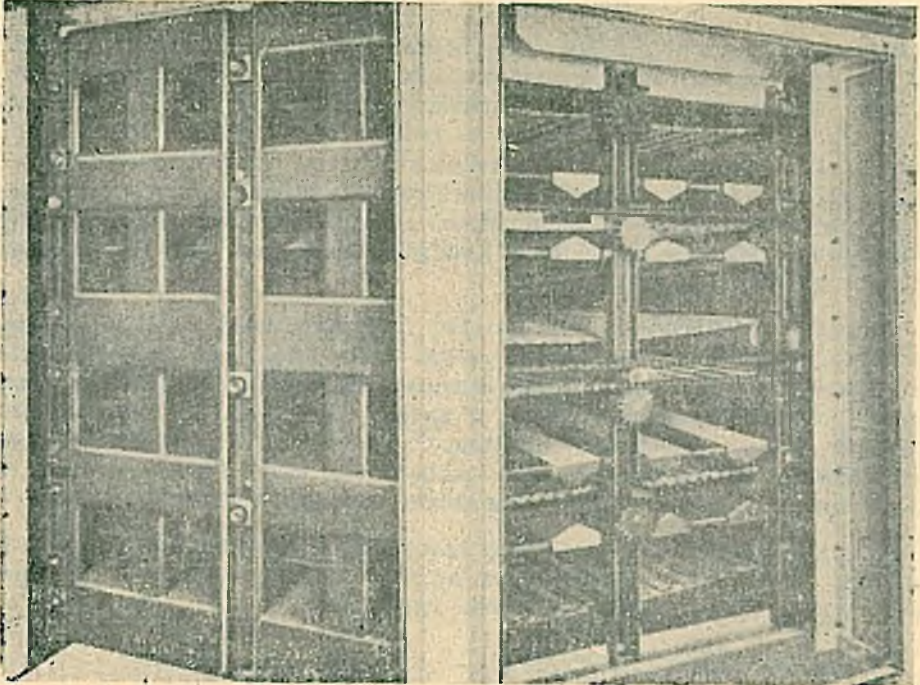
Düşey havalandırma sistemi yatay havalandırma sistemine göre kurutma hızı, süresi, kapasitesi ve kalitesi bakımından önemli bazı faydalar sağlamaktadır. Bunlar aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

1. Kurutma süresi kısaltılmaktadır

Kaplama levhalarının yüzeylerine düşey yönde hava püskürtmek suretiyle Odun-Hava sınır tabakası daha iyi etkilenmekte, ısı ve rutubet transferi iyileş-

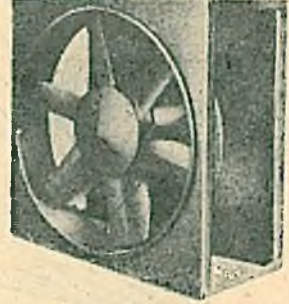


Resim 3. Düşey havalandırma sisteminde hava püskürtme düzeni prensip şeması (Fecht 1965'e göre).



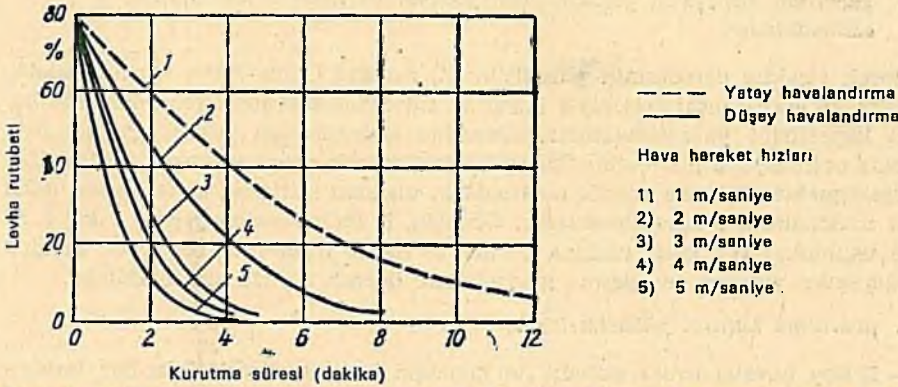
Resim 4. Düşey havalandırmalı bandlı bir kurutma makinasının hava girişi ve çıkışı tarafından görünüşü (BSH yapısı, Kollmann 1962'den).

mektedir. Böylece kurutma hızı yükseltmekte ve buna bağlı olarak da kurutma süresi kısalmaktadır. HEILBORN (1962 s. 81) da hava hareket hızında 3 kat artış karşılık kurutma süresinde 1/4 ..1/5 e kadar varan bir kısalma olduğu belir-



Resim 5. Axial vantilatör (Hildebrand yapısı).

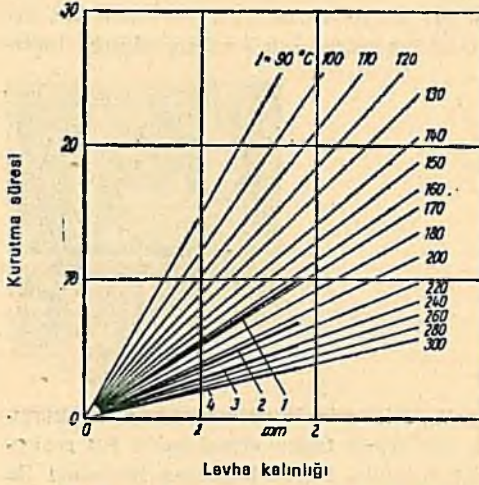
tılmektedir. Enine ve düşey havalandırmalı tesislerde kurutma sürelerini karşılaştırmak bakımından Resim 6 daha açık bir örnek teşkil etmektedir. Bu resimdeki eğriler GORGER (1962) in 1,2 mm kalınlıktaki kayın kaplama levhaları ile 115° (x—35 g/kg) de yaptığı kurutma denemelerinde elde edilmiş olup, düşey havalandırmalı makinalarda kurutma süresinde 5 kata varan bir kısalma tesbit edilmiştir.



Resim 6. Yatay ve düşey havalandırmalı makinalarda kurutma süresini gösterdiği ve kurutma süreleri (Korger'e göre).

2. Daha yüksek sıcaklık dereceleri uygulanabilmektedir

Düşey havalandırmalı makinalarda kurutma hızını arttırmak ve buna bağlı olarak kurutma süresini kısaltmak için daha yüksek sıcaklık derecelerinin uygulanması mümkündür. TIEFENBACH (1965) de kaplama levhalarının kurutulmasında, rutubetlerinin yüksek olduğu kurutmanın başlangıcında 230°C ..240°C ye kadar çıkılabileceği belirtilmektedir. Ancak, düşey havalandırmalı makinalarda düşük sıcaklık derecelerinde de buharlaşma entansitesi ve kurutma hızı bakımından yüksek bir etki derecesi sağlanabilmektedir. KORGER (1962, s. 153) e göre yatay havalandırmalı makinalarda 300°C de elde edilebilen etki derecesine düşey havalandırmalı makinalarda 115°C derecede (x = 35 g/kg ve hava hareket hızı 23 m/s) ulaşmaktadır (Resim 7).



Düşey havalandırmalı makinede
hava hareket hızları

- 1) 5 m/saniye
- 2) 10 m/saniye
- 3) 15 m/saniye
- 4) 23 m/saniye

Besim 7. Yatay havalandırmalı makinalarda (çeşitli sıcaklıklarda) ve düşey havalandırmalı makinalarda (115°C da) kurutma sürelerinin karşılaştırılması (Korger'e göre).

3. Kurutma kapasitesi yükselmekte, yatırım ve işletme masrafları azalmaktadır

Gerek sıcaklık derecesinin yükseltilmesi, gerekse Odun-Hava sınır tabakasının daha iyi etkilenmesi nedeniyle kurutma süresinde meydana gelen kısalma kurutma kapasitesini yükseltmektedir. Kurutma kapasitesinin yükselmesi ile ileri derecede otomasyona gidilebilmekte ve işletmelerde sürekli (süreklî) üretim hatları oluşabilmektedir. Daha büyük makinalarla ulaşılan kurutma kapasitesine daha küçük makinalarla ulaşılabilmektedir. Örneğin, 3 katlı makina yerine 1 katlı, 50 metre uzunlukta tek katlı makina yerine 20 metre uzunlukta tek katlı makina ile çalışılması yatırım ve işletme masraflarını önemli ölçüde azaltmaktadır.

4. Kurutma kalitesi yükselmektedir

— Düşey havalandırma sistemi ile kaplama levhası yüzeylerinin her tarafında eşit, devamlı ve yeterli bir hava hareketi sağlanmaktadır. Buna bağlı olarak kaplama levhasının her tarafında yeknesak bir kuruma meydana gelmekte ve rutubet farklarının neden olduğu kurutma kusurları en aza inmektedir. Bilindiği gibi yatay hava hareketi ile pürüzlü, dalgalı yüzeylerde yeknesak bir etki sağlamak mümkün değildir. Çukur ve tümsek kısımlar farklı derecede etkilenmekte ve farklı derecede kurumaktadır. Bu durum potlaşma, ondüleli hal alma, kenar dalgalılığı gibi şekil değişmelerine ve uç ve yüzey çatlaklarına neden olmaktadır.

— Sıcak havanın kaplama levhaları yüzeylerine kuvvetli bir şekilde püskürtülmesi ile «Hava yastığı ve Bilyalı Yatak Etkisi» meydana gelmektedir. Bu etki nedeni ile bantlı kurutma makinalarında kaplama levhası ve bantlar arasındaki sürtünme oldukça azalmaktadır. Gerek bu etki ve gerekse taşıyıcı ve örtü bantları arasındaki hız farkı yardımı ile soyuma kaplama levhalarının uygun şekilde çalışması ve sonsuz bant halinde çatlama ve kopmadan kurutulması gerçekleştirilmektedir.

— Püskürtülen havanın basıncı şekil değişmelerine karşı kısmen etkili olabilmektedir.

— Düşey havalandırmalı makinalarla kurutmada sıcaklık ve rutubetin birlikte etkisi ile meydana gelen renk değişimleri önemsizdir. Bilindiği gibi bu çeşit renk değişmelerinin meydana gelebilmesi için sıcaklık ve rutubet faktörlerinin yeterli süre birlikte etkili olmaları gerekmektedir (KOLLMANN, KEYLWERTH, KÜBLER 1951, s. 383-391). Söz konusu makinalarda kurutma süresi çok kısa olduğundan bu faktörlerin etki süresi yetersizdir.

5. Randıman yükselmektedir

Çeşitli kaynaklarda kaplama levhalarının daralma miktarlarının kurutma süresine bağlı olduğu belirtilmektedir. Örneğin, FECHT (1964 s. 103) e göre kayın soyma kaplama levhalarının sonsuz bant halinde 175°C sıcaklık derecesi ile kurutulmasında elde edilen daralma miktarının düşük sıcaklık derecelerinde enine havalandırmalı makinelerde kurutulmasında elde edilen daralma miktarından % 3 daha azdır.

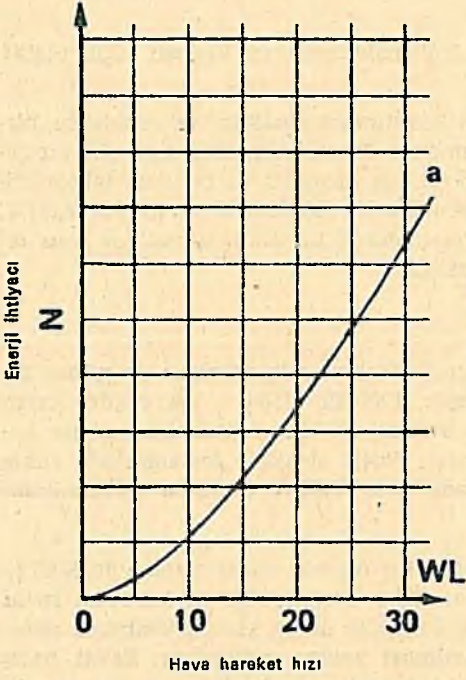
Hava hareket hızının kurutma süresi üzerine olumlu etkisi nedeni ile KEYLWERTH (1952, 1953) başlattığı araştırmalar diğer araştırmacılar ve kurutma fırını yapan firmalar tarafından sürdürülmüş ve öncelikle düşey hava püskürtme sisteminde püskürtme hızının daha çok artırılması yoluna gidilmiştir. Fakat hava püskürtme hızı arttıkça vantilatörler için gerekli olan enerji ihtiyacı da artmaktadır. Bugün püskürtme hızı ile enerji ihtiyacı arasındaki ilişkinin optimum olduğu nokta bulunmuştur. Resim 8 vantilatörlerin enerji ihtiyacı ile hava hareket hızı arasındaki ilişkiyi, Resim 9 hava hareket hızı ile kurutma süresi arasındaki ilişkiyi ve Resim 10 ise hava hareket hızının optimum olduğu noktayı göstermektedir (FESSEL 1964 s. 135).

Öte yandan hava püskürtme sandıklarının biçimi, aralarındaki mesafe, hava püskürtme açıklıklarının biçimi, büyüklüğü, aralarındaki aralıklar, açıklık ağzı ile kaplama levhası arasındaki düşey mesafe konularında, açıklıklardan püskürtülen hava sütununun etki derecesi, ısı ve madde transferi üzerinde araştırmalar sürdürülmektedir. Örneğin LEE (1974) yarık biçimindeki açıklıklar ile yuvarlak delik biçimindeki açıklıkları kurutma kapasitesi bakımından karşılaştırmış ve yuvarlak delik biçimindeki açıklıkların daha uygun olduğunu saptamıştır.

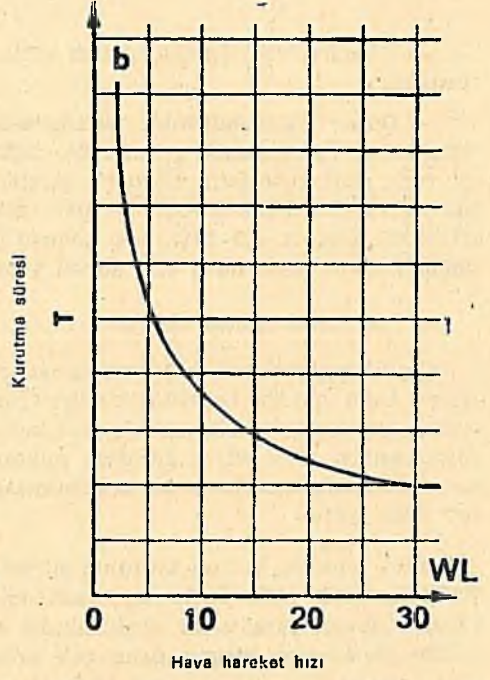
2.2. Isıtma sistemleri

Kurutma makinalarının ısıtılması direkt ve indirekt olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Isı transferi daha çok konveksiyon ve bazı kurutma metodlarında konduksiyonla olmaktadır.

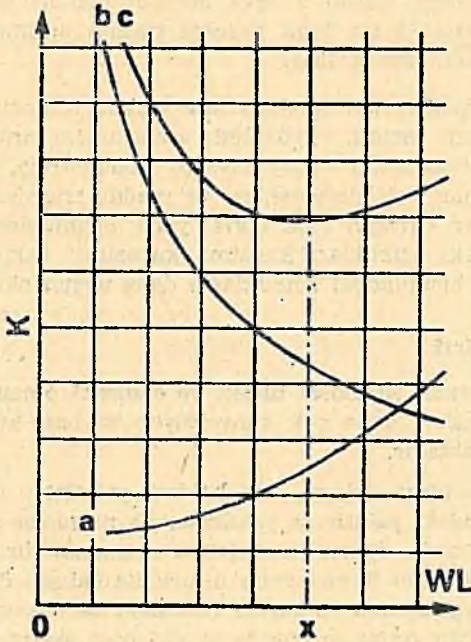
Direkt ısıtmada kurutma ortamı, sıvı haldeki yakıtların (hafif yağlar) veya sıvılaştırılmış gaz halindeki yakıtların yakılması ile meydana gelen sıcak duman (baca) gazları ile karışarak doğrudan doğruya ısıtılmaktadır. Daha çok Amerikan firmaları veya Amerikan firmalarının lisansı ile çalışan diğer firmalar tarafından kullanılan ve uygulamada az sayıda rastlanan bu ısıtma sisteminin birçok sakıncaları vardır. Kükürt oranı en çok % 0,4..0,5 olan ekstra hafif yağların kullanılması gerekmekte ve bu kalitedeki yağların bulunmasında güçlüklerle karşılaşmaktadır. Korozyon tehlikesi nedeniyle sirküle olan akışkanın (hava-sıcak



Resim 8. Vantilatörlerin enerji ihtiyacı ile hava hareket hızı arasındaki ilişki (Fessel'e göre).



Resim 9. Hava hareket hızının kurutma süresi üzerine etkisi (Fessel'e göre).

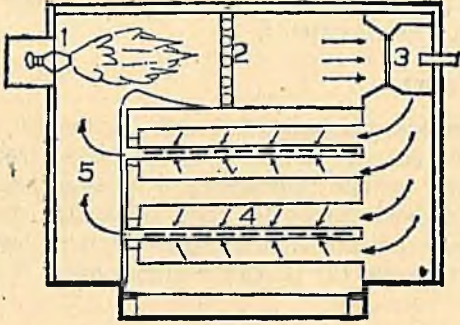


Resim 10. En uygun hava hareket hızının tayini. (Fessel'e göre).

duman gazları) sıcaklığı, içerisinde bulunan kükürtlü asitlerin (sülfat asit) çökelme noktasının altına düşmemelidir. Yani kurutma ortamını teşkil eden akışkanın sıcaklığı yüksek tutulmalıdır. Başkaca brülörün her yanışında yanma artıkları (kurum, is gibi) meydana gelmektedir. Bu artıklar kirlenmelere neden olmaktadır. Kusursuz bir yanma ve yüksek bir etki derecesi sağlamak için brülörün daima temiz tutulması gerekmektedir.

Direkt ısıtmada sıvılaştırılmış gazların kullanılması daha uygun olup, uygulamada hafif yağların kullanılmasına göre daha temiz ve daha problemsiz bulunmaktadır.

Yukarıda sayılan sakıncalar, yangın tehlikesi, bakım ve bekletmedeki yüksek istekler bu ısıtma sisteminin pratikte kullanımını sınırlamaktadır. Ancak, endirekt ısıtmaya göre daha yüksek sıcaklık derecelerine çıkılabilmesi iyi yönünü teşkil etmektedir. Resim 11 de direkt ısıtmalı bir makinenin enine kesit şeması görülmektedir.



1. Brülör
2. Isıtma boruları
3. Ventilator
4. Hava püskürtme sandığı
5. Hava dolanımı

Resim 11. Direkt ısıtma sistemi ile ısıtılan bir kurutma makinesinin enine kesit şeması.

Endirekt ısıtmada ısı değıştirgeci (ısı değıştirici) söz konusu olup, ısıtıcı akışkan olarak sıcak su, buhar, kızgın buhar ve kızgın yağlar kullanılmaktadır. Çok az olmak üzere, örneğin elektrik enerjisinin ucuz olduğu ülkelerde elektrik enerjisinin kullanıldığı da görülmektedir.

Pratikte önemli yeri olmayan bazı özel kurutma metodlarında kızıl ötesi ışınlarla, dielektriksel yolla da ısıtma yapılmaktadır.

Endirekt ısıtmada çoğunlukla subuharı ve sıcak kaynar su, daha az olmak üzere de kızgın yağlar kullanılmaktadır. Isı değıştirgeci olarak düz veya kanatlı (kuşaklı) borular tercih edilmektedir. Bilindiği gibi kanatlı borular ısıtıcı yüzey alanının artırılması bakımından daha uygundur.

Bilindiği gibi tam kuru haldeki odunun kendi kendine tutuşma sıcaklığı ağaç türü ve sıcaklığın etki süresine göre 190°C ile 220°C arasında değışmektedir. Kurutma işleminde % 3-4 rutubet derecelerinin altına düşmek söz konusu değildir. Genellikle hedef alınan sonuç rutubeti % 6-8 dir. Buna göre % 30 dan daha fazla rutubeti içeren kaplama levhaları başlangıçta 220°C den daha yüksek sıcaklık derecelerinde kurutulabilir. Çünkü kaplama levhası ıslak olduğu sürece sıcaklığı 100°C nin üstüne çıkmamaktadır. Kurutmanın başlangıcında kaplama levhası ru-

tubeti yüksek iken 230°C .. 240°C, daha sonra ise 190°C .. 200°C uygulanabilmektedir (TIEFENBACH 1965).

Ancak yukarıda açıklanan değerler kurutmada uygulanabilecek sıcaklık değerleri değil ,olanaklara göre çıkılması mümkün olan maksimum sıcaklık değerleridir. Kurutmada uygulanabilecek sıcaklık dereceleri ağaç türüne ,kaplama levhasının türüne, (kesme soyma), kullanım amacına (yüzey kaplama levhası, stabilite levhası vb.), kalınlığına, başlangıç ve sonuç rutubetlerine göre değişmekle beraber esas olarak mevcut ısıtma sistemine ve ısıtıcı akışkan olarak kullanılan maddeye bağlı bulunmaktadır. Endirekt ısıtma sisteminde ısı değiştirgeçleri içerisinde dolanan ısıtıcı akışkan çoğunlukla ya sıcak su veya subuharıdır. İşletmelerde her zaman istenilen basınç veya sıcaklığı sağlayabilmek mümkün değildir. Normal olarak işletmelerde kullanılan buhar basınçları ile ulaşılan sıcaklık dereceleri şöyledir : Doygun buhar basıncı 8 Atü iken 155°C, 10 Atü de 160°C, 12 Atü de 170°C, 16 Atü de de 180°C dir. Sıcaklığın 210°C ye çıkartılması için 30 Atü lük doygun buhar basıncına ihtiyaç vardır (TIEFENBACH 1965). Bunu sağlamak için tesislerde değişikliklere gidilmesine, yeni konstrüksiyonlara ihtiyaç olabilmekte ve işletme masraflarında artışlar meydana gelebilmektedir.

2.3. Taşıma sistemleri (Transportörler)

Kurutma makinalarında kaplama levhalarının hareketini sağlayan taşıyıcı sistemler çeşitlidir. Levhalar döner silindir çiftleri (merdaneler) tarafından taşınabildiği gibi, hareket eden sonsuz tel örgü bantlar üzerinde de taşınabilmektedir. Başkaca, yanyana veya çapraz şekilde dizilmiş tamburlar (elek tamburlar, delikli tamburlar) yardımı ile de hareket sağlanmaktadır. Buna göre kaplama levhası taşıma sistemlerini (1) silindirli, (2) bantlı, (3) tamburlu olmak üzere 3 ana tip altında toplamak mümkündür.

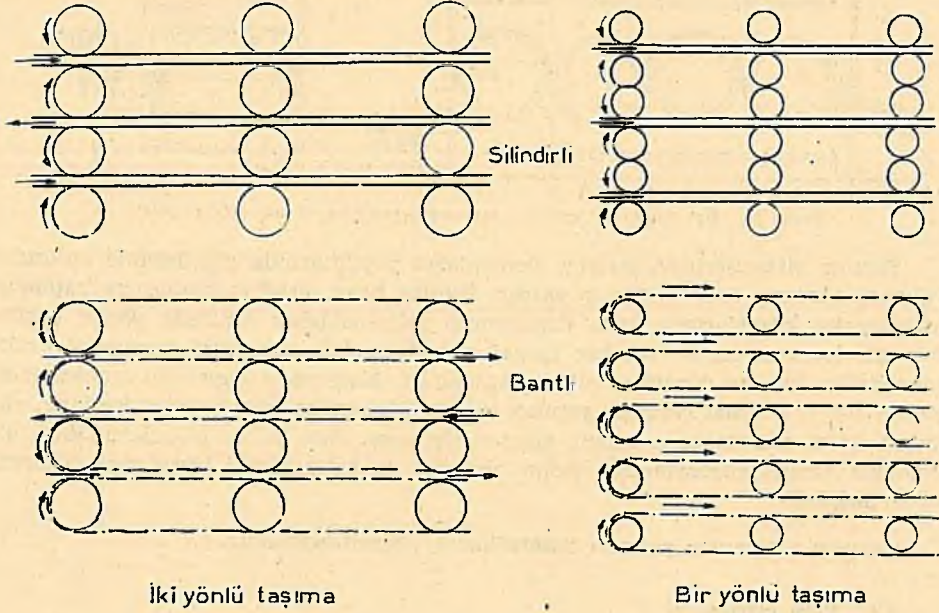
Silindirli taşıma sisteminde kaplama levhaları taşıma kanalı üzerine belirli aralıklarla konan silindir çiftleri tarafından hareket ettirilmektedir. Silindir çiftlerinden alttaki, ucunda bulunan dişli yardımcı ile sonsuz bir zincir tarafından döndürülmektedir. Üstteki ise alttaki silindirin etkisi ile dönmektedir. Silindir çiftlerinden herbiri üstekinin aksi yönde dönmek suretiyle aralarından geçen kaplama levhasını ileri doğru hareket ettirmektedir. Silindirli taşıma sisteminde kaplama levhalarının taşınması bir veya iki yönlü olabilmektedir (Resim 12).

Silindir çiftleri arasındaki mesafe değişik firmaların ürettiği makinelerde farklı olup, 130 -300 mm arasında değişmektedir (EICHLER 1978, s. 147). Silindir çiftleri arasındaki mesafe değişik bakımlardan farklı derecede önemli bulunmaktadır. Dar aralıkla yerleştirilen silindir çiftleri iyi bir düzeltme (ütüleme) etkisi sağlar. Daha ince levhaların kurutulmasını mümkün kılar. Büyük aralık ise hava hareketini kolaylaştırır yatırım masraflarını azaltır.

Silindirli taşıma sistemini içeren makinelerde kusursuz bir taşıma sağlamak için kaplama levhaları silindir çiftleri arasına liflere paralel yönde, yani lif yönü silindir çifti eksenine dik gelecek şekilde verilmelidir. Bu makinelerde kalın levhaların kurutulması uygun olup, bu kalınlık genel olarak 1mm den büyüktür.

Bantlı taşıma sisteminde kaplama levhaları korozyona dayanıklı sonsuz iki tel örgü bant arasında taşınmaktadır. Tel örgü bant çiftinden alttaki kaplama levhalarının taşınmasını, üstteki ise basınç yaparak levhaların düzgünlüğünü sağla-

maktadır. Tel örgü bant çiftinden herbiri bir katlı makinalarda kaplama levhasının giriş ve çıkışında bulunan ve birbirine ters yönde dönen silindirler vasıtasıyla sonsuz bir şekilde hareket etmektedir. Bu sistemde de taşıma tek yönlü veya iki yönlü olabilmektedir (Resim 12).



Resim 12. Kurutma makinalarında çeşitli taşıma sistemleri (Vorrelter'e göre).

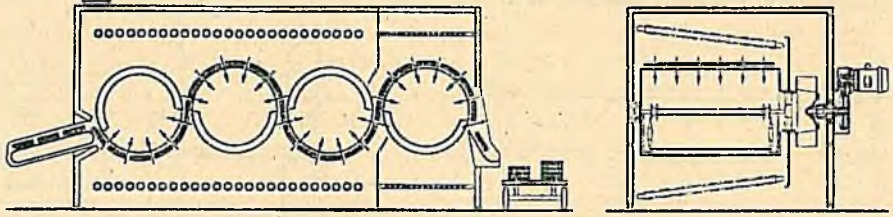
Bu taşıma sistemi ile yapılan kurutma makinalarını kullanma alanı geniştir. Levhalar, makinarya lif yönü bant hareket yönüne dik veya paralel istenildiği gibi verilebilmektedir. İnce levhaların, küçük parçaların kusursuz bir şekilde taşınması ve kurutulması mümkündür.

Kaplama levhalarının kurutulmasında kullanılan bantlar çoğunlukla spiral veya petek örgü biçiminde yapılmaktadır. Spiral örgü biçimindeki bantlarda örtü ve taşıma bandı spirallerinin iç içe girerek biri birilerine takılmaları önlenecek biçimde yapılması uygundur.

Bandların, kendilerini taşıyan ve sonsuz bir şekilde hareket ettiren silindirler üzerinde kenarlara doğru kaymasını (özellikle uzun kurutma makinalarında söz konusudur) önlemek gerekmektedir. Bunun için bazı makinalarda mekanik veya otomatik olarak çalışan kumanda sistemi vardır. Bu sistem, üzerinde bant taşıyan silindirin kurutma makinası boyuna eksenine olan dik durumundan, bantın kayma miktarı ve yönü dikkate alınarak saptırılması prensibine dayanmaktadır. Aynı sistem bantın gerilmesi amacı ile kullanılmaktadır.

Tamburlu taşıma sisteminde, kaplama levhaları delikli tamburlar (elek tamburlar) yardımı ile taşınmaktadır. Tamburlar kendi eksenleri etrafında ve fakat komşu olanlar birbirine ters yönde dönerek kaplama levhasını ileri doğru hareket

ettirmektedir. Hareket esnasında tambur içersine hava emildiğinden emme etkisi nedeni ile levhalar tamburlar üzerine çekilmekte ve böylece tambur üzerinden ayrılmadan yoluna devam edebilmektedir (Resim 13).



Resim 13. Elek tamburlu kurutma makinesi (şematik) (Fecht 1965'e göre).

Taşıma sistemlerinde taşıyıcı elemanların yapılmasında göz önünde bulundurulması gereken bazı hususlar vardır. Bunlar hava sirkülasyonunu ve kaplama levhalarının yüzeylerinde hava dağılımının yeknesaklığını olumsuz yönde etkilememeli, havanın ısı ve rutubet transferi bakımından olan etki derecesini azaltmamalıdır. İyi bir düzeltme etkisi yapmalıdır. Korozyona dayanıklı malzemeden yapılmalıdır. Normal çelikten yapılan taşıyıcı elemanlar, meşe, ceviz, kestane, akçağaç, kiraz gibi tanence zengin ağaç türlerinden elde edilen levhaların kurutulmasında temas korozyonuna neden olmakta ve bu kıymetli levhaların değerini düşürmektedir.

Taşıyıcı elemanlar yatırım masraflarını yükseltmemelidir.

2.4. Yapı sistemleri

Kurutma makinaları iki bölüm halinde yapılmaktadır. Bunlar kurutmanın asıl gerçekleştirildiği kurutma bölümü, kurutma bölümünden sıcak halde çıkan levhaların soğumasının gerçekleştirildiği soğutma bölümüdür. Ancak, soğutma bölümünün her zaman yapılması gerekli görülmemektedir. Kurutulduktan sonra hemen yapıştırılması gerekli olan durumlarda örneğin, kontrplak yapımında kurutma bölümünün arkasına soğutma bölümü yapılmaktadır. Soğutulmadan kullanılan levhalar yapışma kusurlarına neden olmaktadır (FECHT 1965, s. 151).

İki bölüm halinde yapılan makinalarda, sıcak bölümden ısı kaybının önlenmesi ve soğuk bölümün etkinliğinin artırılması bakımlarından iki bölümün birbirine bağlanmasında gerekli önlemler alınmalıdır.

Kurutma makinalarının yapımında modüler sistem, diğer adı ile üniter sistem çok yaygındır. Her bir modül normal olarak 2m uzunlukta olup, 8 adet hava püskürtme sandığı içermektedir. Fakat küçük makinalarda her modül 1,5 m uzunluğundadır ve bunlar 6 hava püskürtme sandığını içermektedir (FECHT 1965, s. 154). Herbir ünite ısıtma, havalandırma taşıma sistemleri ve gerekli diğer parçalarla donatılmıştır. Modüller birbirine kolayca eklenmek suretiyle makinalar yerince uzatılabilmekte ve böylece ihtiyaca göre kapasite kolaylıkla yükseltilebilmektedir.

Kurutma makinalarının etkili uzunluğu işletme koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Orta Avrupa da bu uzunluk çoğunlukla 8-30 m arasında değişmekte, Amerika da ise 45 m ye kadar ulaşmaktadır. BHS ve HILDEBRAND gibi yapımcı

firmaların kataloglarında bugün 50 m uzunlukta makinelerin yapıldığı belirtilmektedir. FECHT (1963, s. 86) sonsuz kurutma makinelerinde daralma miktarı fazla olan (kayın gibi) ağaç türlerinin ince kaplama levhaları için optimal uzunluğun 20 m olabileceğini belirtmektedir.

Uygulamada makina uzunluğundan çok kurutma kanalı içerisinde bulunan transportörün uzunluğu ve genişliğine bağlı olarak değişen etkili kurutma alanı (transportör bandı alanı) önemli bulunmaktadır. Çünkü kurutma makineleri birden çok katlı yapılabildiği gibi geniş veya dar olarak da yapılabilmektedir. Böylece kuruluş yeri büyüklüğü yeterli olmadığı takdirde kısa makinelerle de yeterli kapasite sağlanabilmektedir.

Çok katlı makineler kurutma koşulları bakımından katların müşterek veya müstakil oluşuna göre iki şekilde yapılmaktadır. Müşterek katlı makinelerde bütün katlarda kurutma koşulları aynı olup farklı tür ve kalınlıklardaki levhaların aynı zamanda kurutulması sakıncalıdır. Ancak, eğer her kata ait transportörün hareket hızı müstakil olarak ayarlanabilirse bu sakınca ortadan kalkmaktadır. Müstakil katlı makinelerde her kat istenilen kurutma koşullarının kolayca sağlanabileceği şekilde tamamen ayrıdır. Bu makinelerde farklı tür ve kalınlıklardaki levhalar farklı katlarda aynı zamanda kurutulabilmektedir. Farklı ağaç türü ve kalınlık işleyen fabrikalar için bu tip makineler uygundur.

Kurutma makinelerinin kapasite genişliğinde (etkili alan genişliği, kullanılabilir genişlik) belli bir standart yoktur. Bantlı makineler çoğunlukla 2,8; 4,0; 4,6; 5,2 metre, silindirik makineler 3,0 ve 4,4 metre, sonsuz kurutma makineleri ise 2,1; 2,8 ve 3,5 metre olabilmektedir (Von BREMEN 1977).

3. UYGULAMADA ENÇOK KULLANILAN KURUTMA MAKİNALARI

Uygulamada ençok rastlanan kurutma makinelerini taşıma sistemleri esas alınarak

- (1) Silindirik kurutma makineleri,
- (2) Bantlı kurutma makineleri,
- (3) Tamburlu kurutma makineleri

olmak üzere üç ana grup altında toplamak mümkündür¹.

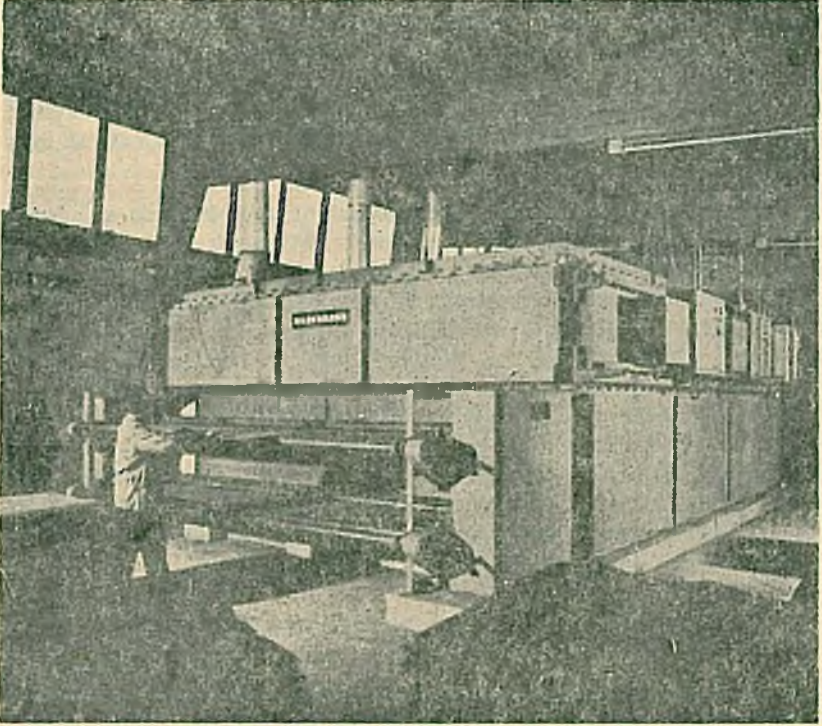
3.1. Silindirik kurutma makineleri

Bazı kaynaklarda merdaneli olarak da adlandırılan silindirik kurutma makineleri bir veya çok katlı olabilmektedir. Çok katlı makinelerde katlar kurutma koşulları bakımından müşterek veya müstakildir. Kat sayısı bu gruba giren makinelerin tiplerini oluşturmaktadır. Örneğin, Silindirik - iki katlı, Silindirik - üç katlı gibi. Uygulamada daha çok 2 veya üç katlı makineler kullanılmaktadır.

Silindirik makinelerde kapasite genişliği (kullanılabilir genişlik) 3,0 veya 4,4 metredir. Genel olarak 1 mm ve daha kalın levhaların kurutulması için uygun olup, uygun koşullar altında 0,9 ve 0,8 mm kalınlıktaki levhaların kurutulması da

¹ Kurutma makineleri daha çok taşıma ve havalandırma sistemleri esas alınarak gruplandırılmaktadır. Ancak halen uygulamada rastlanan kurutma makinelerinin çok büyük bir çoğunluğu, özellikle 1960 yılından sonra yapılan modern kurutma makinelerinin tamamı düşük havalandırma sistemine sahiptir. Bu nedenle gruplandırmada karışıklığı önlemek ve sadelik sağlamak için yalnız taşıma sistemlerinin esas alınması uygun ve yeterli bulunmaktadır.

mümkündür. Çoğunlukla yaş boyutlandırılmış levhaların ve silindirme işleminde elde edilen kabuk altı dar soyma kaplama levhaların (parçaların) kurutulmasında kullanılmaktadır (Resim 14).



Resim 14. İki katlı silindireli bir kurutma makinesi (Hildebrand kataloğundan).

3.2. Bandlı kurutma makinaları

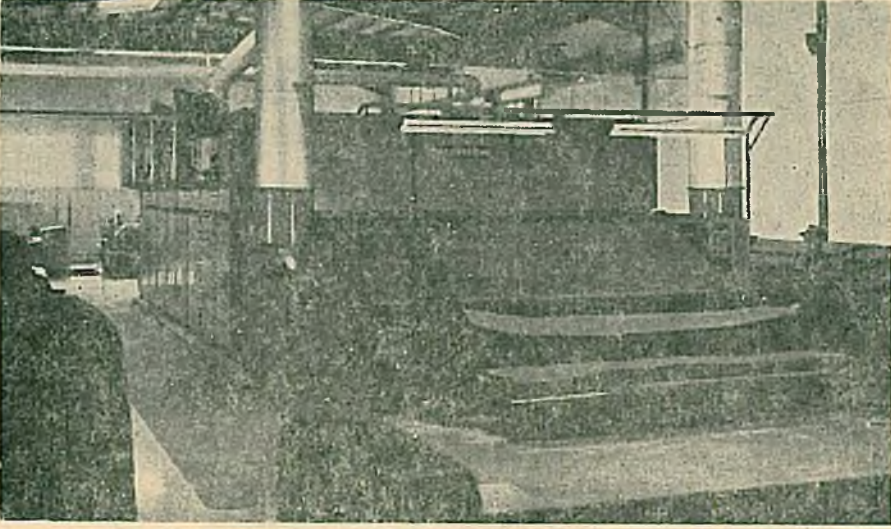
Bu gruba giren makinaların taşıma sistemleri aynı fakat yükleme boşaltma sistemleri farklı olan ve farklı kurutma metodları uygulayan iki ana tipi vardır. Bunlar (1) Bandlı kurutma makinaları ve (2) Bandlı-Sonsuz kurutma makinalarıdır.

3.2.1. Bandlı kurutma makinaları

Bandlı kurutma makinaları genişlik bakımından sonlu olan yani dar levhaların kurutulması için uygun olup, yaş boyutlandırılmış soyma kaplama levhalarının kurutulması mümkün olmakla beraber esasen kesme kaplama levhalarının kurutulması için öngörülmüşlerdir (Resim 15). Bunların kapasite genişlikleri genel olarak 2,8; 3,5; 4,0; 4,6 ve 5,2 metredir.

Kesikli (diskontüü) üretim hattı olan işletmelerde bu makinalar için her zaman özel bir yükleme-boşaltma tesisinin yapılmasına gerek görülmemektedir. Çünkü kurutulması söz konusu olan levhalar küçük boyutlu ve hafiftir. Bunlar bir veya iki kişi tarafından makinaya kolayca verilir alınabilmektedir.

Bandlı kurutma makinaları bir veya çok katlı yapılmaktadır. Katlar kurutma koşulları bakımından müşterek veya müstakildir. Çok katlı müşterek makinalarda her katın taşıma bandı bağımsız olarak çalışabilmektedir. Kurutma ko-



Resim 15. Bandlı iki dönüştü (veya Bandlı "S", dönüştü) kurutma makinesi (Armbruster Furnierwerk).

şulları ve taşıma bandı bakımından bağımsız olan çok katlı makinalarda farklı tür ve kalınlıklardaki levhalar ayrı katlarda aynı zamanda birlikte kurutulabilmektedir. Bu makinalar kat sayısına ve her katta taşıma bandının gidişine göre alt tiplere ayrılmaktadır. Bir katlı makinalarda bandın gidişi düz veya dönüştü olabilmektedir. Dönüştü olan makinalar dönüş sayısına göre adlandırılmaktadır¹.

Resim 16 da uygulamada ençok rastlanan bandlı kurutma makinalarının çeşitli alt tipleri şematik olarak gösterilmiştir. Resim de (a) Bandlı - bir katlı dönüştü (b) Bandlı - iki katlı dönüştü, (c) Bandlı - bir katlı bir dönüştü veya diğer adı ile Bandlı - «U» dönüştü makinaları, (d) Bandlı - bir katlı iki dönüştü veya Bandlı - «S» dönüştü makinaları şematik olarak göstermektedir.

3.2.2. Bandlı - Sonsuz kurutma makinaları

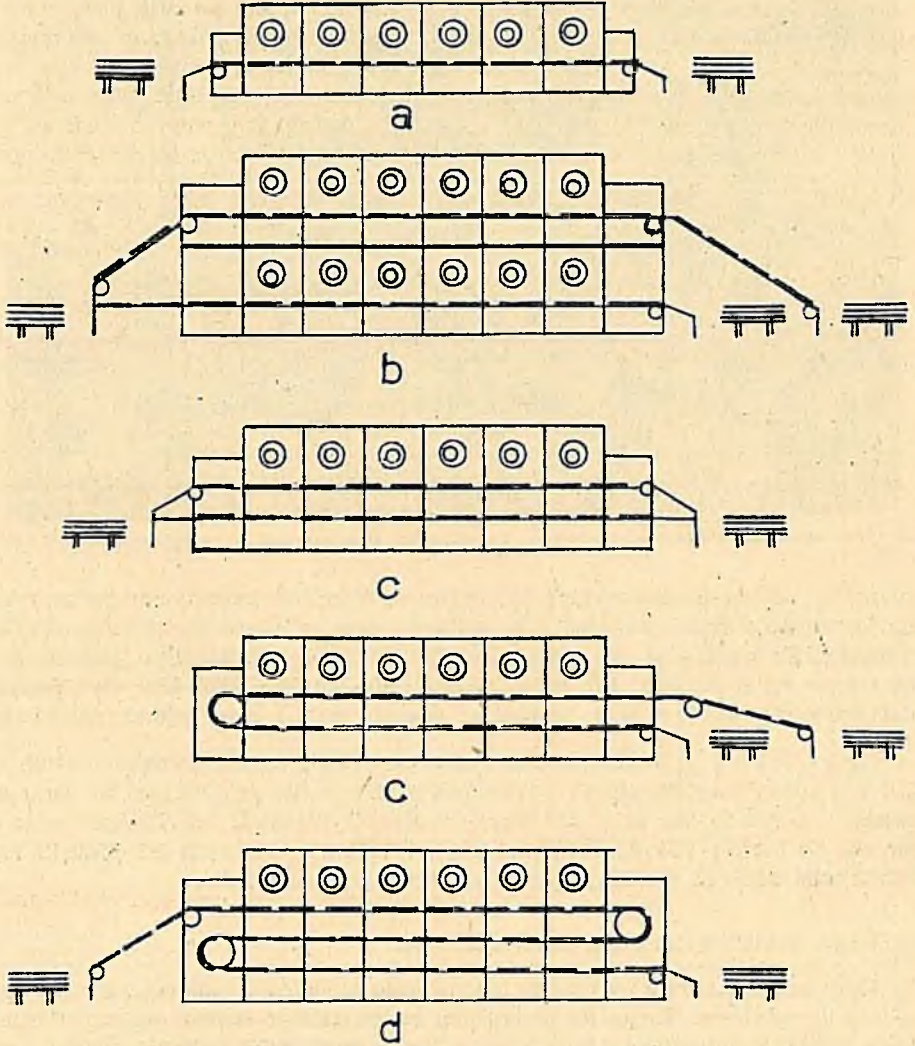
Kuru boyutlandırma uygulanan işletmelerde kaplama levhalarının sonsuz band halinde kurutulması amacı ile geliştirilen bu makineler soyma kaplama levhalarının bütün kalınlıklarının kurutulması için uygun bulunmaktadır. Kütle üretimi söz konusu olan büyük işletmeler için bu makinalar önerilmektedir.

Kapasite genişlikleri 2,1; 2,8; 3,5 ve 4,0 metre olup, bu genişlikler modern soyma makinalarının soyma genişlikleri ile uygunluk göstermektedir.

Bu tip makinalarda «sonsuz band halinde kurutma» uygulandığından makinaları üretim hattına bağlayan özel yükleme ve boşaltma sistemi yapılmaktadır.

¹ Bazı kaynaklarda dönüştü makinalara tabakalı makinalar da denmekte ve bandın kat içerisinde teşkil ettiği tabaka sayısına göre adlandırılmaktadır. Örneğin bir dönüştü makine iki tabakalı, iki dönüştü makine üç tabakalı olarak adlandırılmaktadır (FECHT 1963).

Sonsuz kurutmada sonsuz band halindeki kaplama levhaları kurutulduktan sonra boylara kesilmektedir. Bu nedenle band hareket hızı ile boy kesme makinası hızı arasında uygunluk sağlanmaktadır.



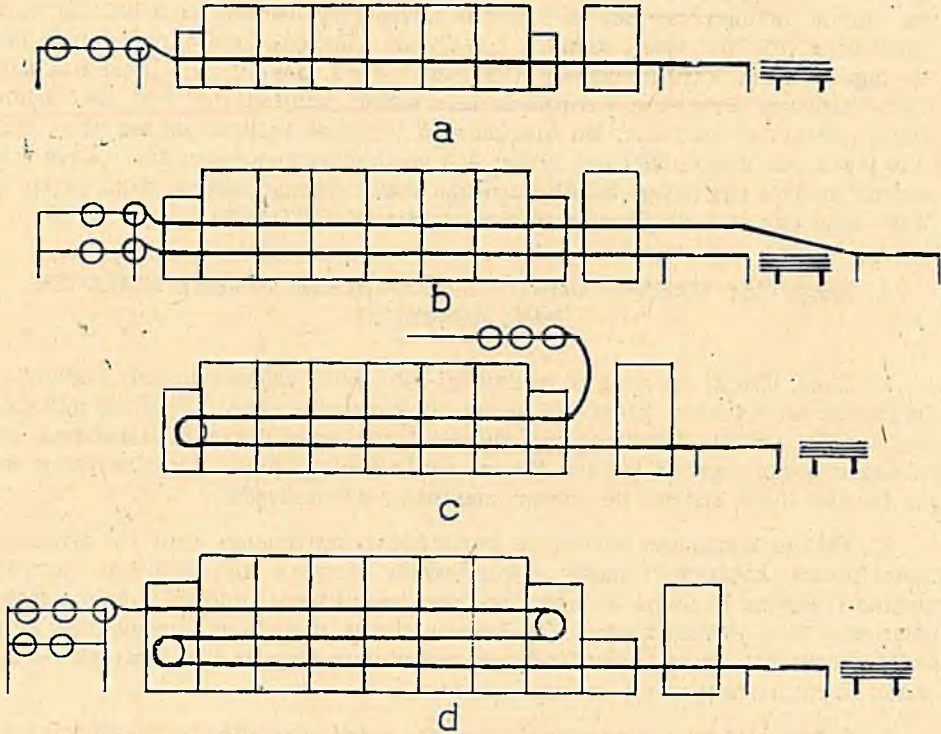
Resim 16. Bandlı kurutma makinesi alt tipleri (şematik).

- a. Bandlı - bir katlı dönüşsüz kurutma makinesi
- b. Bandlı - iki katlı dönüşsüz kurutma makinesi
- c. Bandlı - bir katlı bir dönüşlü kurutma makinesi (Bandlı "U,, dönüşlü kurutma makinesi)
- d. Bandlı - bir katlı iki dönüşlü kurutma makinesi (Bandlı - "S,, dönüşlü kurutma makinesi)

Bandlı-Sonsuz kurutma makinaları da bir ve çok katlı yapılmaktadır. Katlar kurutma koşulları bakımından müşterek veya müstakildir. Müstakil olan çok

kathı makinalarda farklı tür ve kalınlıklardaki kaplama levhaları ayrı katlarda aynı zamanda kurutulabilmektedir.

Resim 17 de uygulamada en çok rastlanan Bandlı-Sonsuz kurutma makinalarının kat sayısına ve band gidişine göre çeşitli alt tipleri şematik olarak gösterilmiştir. Resimde (a) Bandlı-bir katlı dönüşsüz-Sonsuz kurutma makinasını, (b) Bandlı-iki katlı dönüşsüz-Sonsuz kurutma makinasını, (c) Bandlı bir katlı dönüşlü-Sonsuz kurutma makinasını (veya Bandlı-«U» dönüşlü-Sonsuz kurutma makinası), (d) Bandlı-bir katlı iki dönüşlü-Sonsuz kurutma makinasını (veya Bandlı-«S» dönüşlü-Sonsuz kurutma makinasını) şematik olarak göstermektedir.



Resim 17. Bandlı-Sonsuz kurutma makinası alt tipleri (şematik).

- Bandlı-bir katlı dönüşsüz-sonsuz kurutma makinası
- Bandlı-iki katlı dönüşsüz-sonsuz kurutma makinası
- Bandlı-bir katlı bir dönüşlü-sonsuz kurutma makinası
(Bandlı-«U», dönüşlü-sonsuz kurutma makinası)
- Bandlı-bir katlı iki dönüşlü-sonsuz kurutma makinası
(Bandlı-«S», dönüşlü-sonsuz kurutma makinası)

Küçük ve orta kapasiteli işletmelerde kuruluş yeri koşulları yeterli olduğu takdirde dönüşsüz makinaların kurulması uygun bulunmaktadır. Yüksek kapasiteli işletmeler için her biri ayrı kesme makinasına giden iki katlı dönüşsüz makinalar tercih edilmektedir. Sınırlı kuruluş yeri koşullarında büyük kapasiteler söz konusu olduğu takdirde bir veya iki dönüşlü makinalar önerilmektedir.

Bütün Bandlı-Sonsuz kurutma makinalarında soğutma bölümü yapılmaktadır. Soğutma bölümünün uzunluğu kurutma bölümü uzunluğunun yaklaşık % 10 u kadar seçilmektedir (Von BREMEN 1977).

Özel durumlarda ihtiyaç duyulursa Bandlı-Sonsuz kurutma makinalarında bandlı kurutma makinaları gibi kesme kaplama levhaları ve silindirme işleminde elde edilen soyma kaplama levhaları parçaları da kurutulabilmektedir.

3.3. Tamburlu kurutma makinaları

Tamburlu kurutma makinaları daha çok tekstil endüstrisinde kullanılmaktadır (Resim 13). Ağaç kaplama levhaları endüstrisinde daha çok kalınlığı 1 mm nin altında bulunan ince soyma kaplama levhalarının sonsuz band halinde kurutulmasında (FECHT 1963), kalınlığı 0,5-0,8 mm olan çok sert olmayan ince kesme kaplamaların kurutulmasında (FECHT 1965, s. 159) uygun bulunmaktadır. Kalın kaplama levhaların kurutulmasında esasen vantilatörler için sarf edilen enerji miktarı artmaktadır. Bu makinalarda kurutma kalitesi yüksek olup, özellikle levhaların düzgünlüğü çok iyidir. Öte yandan bu makinalar düşey hava püskürtme sistemi uygulayan bandlı, kurutma makinalarına nazaran daha az ısı ve fakat daha çok elektrik enerjisi sarfetmektedir (FECHT 1963).

4. KURUTMA MAKİNALARININ SEÇİLMESİNDE DİKKAT EDİLECEK BAZI HUSUSLAR

1. Daha önceki kısımlarda belirtildiği gibi yatay havalandırmalı makinalarda yüksek bir kurutma kapasitesi ve iyi bir kurutma kalitesi sağlamak mümkün değildir. Bu nedenle Havalandırma sistemi bakımından düşey havalandırma sisteminden başka seçenek yoktur. Esasen son yıllarda yapımçı firmalar yalnız düşey havalandırma sistemi ile çalışan makinalar üretmektedir.

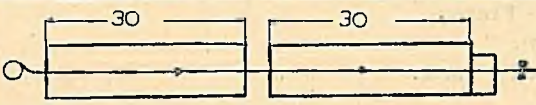
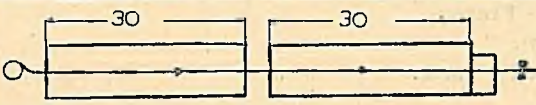
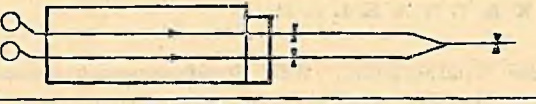
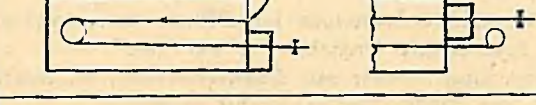
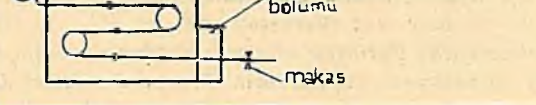
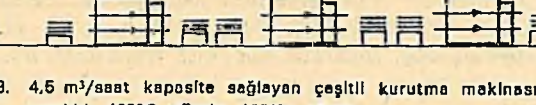
2. Taşıma sisteminin seçiminde kurutulacak kaplamanın cinsi rol oynamaktadır. Kesme kaplama levhaları yalnız bandlı kurutma makinalarında kurutulmaktadır. Soyma kaplama levhaları ise hem bandlı hem silindirli kurutma makinalarında kurutulabilmektedir. Yaş boyutlandırma metodunun uygulandığı işletmelerde silindirli, kuru boyutlandırma metodunun uygulandığı işletmelerde ise bandlı kurutma makinaları kullanılmaktadır.

3. Isıtma sistemi bakımından işletmenin enerji masraflarını yükseltmeyecek bir sistemin seçilmesine dikkat edilmelidir. Aynı zamanda ülkemizin enerji açığı dikkate alınmalı ve özellikle elektrik enerjisi ile ısınan makinaların seçilmesinden kaçınılmalıdır.

4. Kurutma makinasının her ünitesinde sıcaklık kontrol edilebilmeli ve istenildiği gibi ayarlanabilmelidir.

5. Kurutma makinalarının seçiminde işletme kapasitesi, kuruluş yeri büyüklüğü çok önemlidir. Kuruluş yeri büyüklüğü yeterli olan işletmeler için işletme kapasitesine göre yeterli uzunlukta bir katlı veya müstakil iki katlı dönüşsüz bir makina uygundur. Kuruluş yeri sınırlı olan işletmelerde sınırlı olan bu yere uygun dönüşlü veya çok katlı makinaların seçilmesi zaruridir. Bu gibi işletmeler için özellikle dönüşlü yüksek verimli makinalar tercih edilmelidir.

FECHT (1964, s. 104) e göre çeşitli kuruluş yeri büyüklüklerinde aynı kapasiteyi (4,5 m³ levha/saat) sağlayan kurutma makinası tipleri bir örnek olmak üzere Resim 18 de verilmiştir. Resimde 1, 2, 3 ve 4 numaralı makina tipleri Bandlı-Sonsuz kurutma makinası tiplerini 5 ise yaş halde boyutlandırılmış levhaların kurutulmasında kullanılan makina tipini göstermektedir. Burada kuruluş yeri büyüklüğü en küçük olan makina tipi 4 de görülen Bandlı-bir katlı iki dönüşlü-Sonsuz kurutma makinası olup diğerlerine oranları son sutunda gösterilmiştir.

1		kuruluş yeri büyüklüğü			oran
		a m	b m	ab m ²	
1		88	4	352	1,82
2		78	4	312	1,63
3		58	4	232	1,21
4		48	4	192	1,00
5		83	55	456	2,90

Resim 18. 4,5 m³/saat kapasite sağlayan çeşitli kurutma makinası tipleri. Ağaç türü 1,5 mm okoume, sıcaklık 180°C. (Fecht 1964'e göre).

1. Bandlı - bir katlı dönüşsüz - sonsuz kurutma makinası
2. Bandlı - iki katlı dönüşsüz - sonsuz kurutma makinası
3. Bandlı - bir katlı bir dönüşlü - sonsuz kurutma makinası (Bandlı - "U", dönüşlü - sonsuz kurutma makinası)
4. Bandlı - bir katlı iki dönüşlü - sonsuz kurutma makinası (Bandlı - "S" dönüşlü - sonsuz kurutma makinası)
5. Silindirikli - iki katlı kurutma makinası

6. İşletmede sonradan meydana gelebilecek kapasite yükseltmeleri için bir önlem olmak üzere, seçilecek makınaya sonradan alınacak yeni ünitelerin kolayca eklenmesi mümkün olmalıdır.

7. İşçi ücretlerinin yüksek ve işçi temininin güç olduğu ülkelerde daha az işçiye ihtiyaç gösteren bir üretim sistemi tercih edilmektedir. Bunun için en uygun sistem kesme ünitesi ile kurutma ünitesi ve kurutma ünitesi ile boyutlandırma veya paketleme üniteleri arasında bu üniteleri birleştiren ve kaplama levhalarının otomatik geçişini sağlayan transport ünitelerinin yerleştirilmesi ile oluşturulan sistemdir.

8. Kurutma makinaları işletmenin yatırım masraflarını, işletme masraflarını

(personel ve enerji masrafları) yikseletemeli ve yeterli bir kurutma kalitesi sağlamalıdır.

Kurutma makinası yapan ve Avrupa'da bulunan firmalar

- Büttner-Schilde-Haas (BSH) AG. 6430 Bad Hersfeld - B. Almanya
- R. Hildebrand Maschinenbau GmbH 7446 Oberboihingen - B. Almanya
- Thermak GmbH 6430 Bad Hersfeld - B. Almanya
- Comessa, Strassburg - Fransa
- Cremona, Monza - İtalya
- Svenska Fläkt, Göteborg - İsveç.

KAYNAKLAR

- EICHLER, H., 1978. *Praxis der Holz Trocknung*. VEB Fachbuchverlag Leipzig.
- FECHT, P., 1963. *Die Entwicklung der Endloser-Schaelfurniertrocknung*. Holz-Zentralblatt, Jg. 89, Nr. 49, s. 76 - 91.
- FECHT, P., 1964. *Trockenschwunduntersuchungen im Düsen-Endlostrockner und im Walzenbahntrockner*. Holz Zentralblatt Messeheft, s. 103 - 104.
- FECHT, P., 1965. *Furnier-Durchlaufrockner mit Düsenbelüftung*, *Holzwirtschaftliches Jahrbuch*, Nr. 15, s. 69 - 100, DRW-Verlag-GmbH Stuttgart.
- FESSEL, F., 1964. *Furnier-Durchlaufrocknung mit Düsenbelüftung*, *Untersuchungen und Versuchergebnisse*, Holz als Roh- und Werkstoff, Bd. 22, H. 4, s. 129 - 139.
- HEILBORN, G., 1962. *Die kontinuierliche Furniertrocknung*, *Holzbearbeitung*, Heft 6.
- KANTAY, R., 1982. *Kaplama levhalarının kurutulması*. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 32, Sayı 2.
- KEYLWERTH, R., 1952. *Der Verlauf der Holztemperatur waerend der Furnier und Schmittholzrocknung*. Holz als Roh- und Werkstoff, Bd. 10, H. 3, s. 87 - 91.
- KEYLWERTH, R., 1953. *Furniersversuche*. Holz als Roh- und Werkstoff, Bd. 11, H. 1, s. 11 - 17.
- KOLLMANN, F., KEYLWERTH, R. und KÜBLER, H., 1951. *Verfaerbungen des Vollholzes und der Furniere bei der künstlichen Holzrocknung*. Holz als Roh- und Werkstoff, Bd. 9, H. 10, s. 383 - 391.
- KORGER, M., 1962. *Grundlegende ökonomische Gesichtspunkte für die Beurteilung von Furniertrocknung mit Düsenbelüftung unter Berücksichtigung der Qualität*. Holztechnologie, Bd. 3, H. 2, s. 149 - 155.
- LEE, S. S., 1974. *Leistungsvergleich zwischen Schlitz- und Lochdüsen bei der Trocknung von flächigen Gütern*. *Verfahrenstechnik*, Bd. 6.
- TIEFENBACH, J., 1965. *Neuer Furniertrockner mit direkter Beheizung*. Holz als Roh- und Werkstoff, Bd. 23, H. 4.
- Von BREMEN, 1977. *Furniertrocknung nach modernen Erkenntnissen (Basilmamag-tır)*. BSH, 6430 Bad. Hersfeld.

KATALOGLAR

- R. Hildebrand Maschinenbau GmbH 7446 Oberboihingen
 Büttner-Schilde-Haas AG 6440 Bad Hersfeld
 Thermak GmbH 6430 Bad Hersfeld