

## MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE KERESTENİN TOLERANSLI ÖLÇÜLENDİRİLMESİ VE KESİM PLANLARI

Abdülkadir Malkoçoğlu<sup>1</sup>, Ali Çakmak<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Prof. Dr., <sup>2</sup> Arş. Gör., KTÜ, Orman Fak. Orman End. Müh. Bölümü,  
61080/Trabzon. TÜRKİYE

[kmalkoc@ktu.edu.tr](mailto:kmalkoc@ktu.edu.tr)

**Özet-** Ahşap mobilya üretiminde kereste zayıyatı oldukça yüksek olup, % 40-60'dır. Bu durum mobilya yanında, doğrama ve ahşap yapı endüstrilerinde de üretim maliyeti ve verimliliğini etkileyen önemli bir faktördür. Toleranslı ölçülendirme işlemi; her bir keresteden farklı boyut ve şekildeki ürün elemanları için yararlı ve kullanışlı uygun parçaların enine ve boyuna yönde kesilerek elde edilmesidir. Gerçekte ahşap mobilya endüstrisinde kurutma işlemi dışında, hiçbir üretim aşamasında toleranslı ölçülendirme ile sağlanan yüksek verim söz konusu değildir. Günümüzde odun kökenli endüstrilerde toleranslı ölçülendirme uygulamaları genellikle geleneksel ve modern üretimlere dayalı yapılmaktadır. Bu kapsamda odun kökenli hammaddelerin işlenmesinde teknolojik gelişmeler sürdürülmektedir. Ayrıca, bilgisayarlı optimizasyon uygulamaları da yapılmaktadır. Planlamada kerestelerden farklı boyut ve kalitedeki ürün parçalarının nerelerden ve nasıl alınacağı oldukça önemli bir konudur. Bu da kesim planlarına dayalı deneyimli geometri uzmanlarının uygulamaları ile gerçekleştirilebilir. Kesim planlarında en yüksek verimin elde edilmesinde birçok etken bulunmaktadır. Bunlar; genel olarak ağaç türleri ve kereste kalite sınıfları, makinelerin yapısı, fabrika planlaması, çalışanların bilgi ve deneyimleri olarak belirtilebilir. Bu yayında üreticilerin ahşap veya masif mobilya üretim sorunlarının önceliğini oluşturan kereste ölçülendirilmesindeki verim ve çözümleri üzerinde durulmuştur. Bu amaçla; kesim planlarını etkileyen çeşitli unsurlar ortaya konularak açıklanmış; farklı kesim planları kapasite, zayıyat ve artıkları içeren uygulamalar şekillere dayalı olarak tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mobilya Endüstrisi, Kereste, Kesim Planları, Toleranslı Ölçülendirme.

## ROUGH MILL OPERATIONS AND CUTTING PLANS OF LUMBER IN FURNITURE INDUSTRY

**Abstract-** Lumber loss is very high in massive furniture production and it is approximately 40-60%. This situation is an important factor affecting production cost and productivity in furniture as well as joinery and wooden building industries. Tolerance dimensioning (rough milling) operation is the production of useful and suitable parts procured with rip and cross cutting for different size and shape of product elements from each lumber. In fact, except drying process, it cannot be achieved as high efficiency as rough milling in any production process. Today, rough milling operations are usually based on traditional and modern productions in wood-based industries. In

*Bu makale, 4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi'nde sunulmuş ve İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi'nde yayınlanmak üzere seçilmiştir.*

this context, today, technological developments continue to improve in machining of wood based raw materials industry. Also, computerized optimization applications are relevant. It is rather important subject where and how to take pieces of different size and quality from timber in planning. This can be accomplished through the applications of experienced geometry experts based on cutting plans. There are many factors in achieving the highest efficiency in cutting plans. These are generally indicated as tree species and timber quality classes, machine structure, factory planning and experiences of the employees. In this paper, it was discoursed on productivity and solutions in timber dimensioning which has prioritization to producer's problems of wooden furniture production. For this purpose; it was explained various factors affecting cutting plans; applications containing various cutting plans, capacity, losses and spoils were discussed based on figures.

**Keywords:** Furniture Industry, Lumber, Cutting Plans, Rough Mill.

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kereste üretimi 2011-2015 yıllarına ait 5 yıllık süreçteki toplam üretim miktarı; Dünya'da 2.1 milyar m<sup>3</sup>, Türkiye'de 32.6 milyon m<sup>3</sup>, tüketim miktarları ise Dünya'da 2.09 milyar m<sup>3</sup>, Türkiye'de ise 37.7 milyon m<sup>3</sup>'tür. 2015 yılı üretim miktarları Dünya'da 452.25 milyon m<sup>3</sup>, Türkiye'de ise 6.45 milyon m<sup>3</sup> olarak gerçekleştirilmiştir. Beş yıllık süreçteki artış veya azalma miktarları üretim ve tüketimde sırasıyla Dünya'da % 16.37 ve % 16.10 artış; Türkiye'de ise, üretimde % 0.19 azalma ve tüketimde ise % 4.86 artışla gerçekleştirilmiştir [1]. Ülkemizde kereste üretiminin yaklaşık % 70'i inşaat, % 20'si mobilya, % 10'u ise ambalaj ve diğer sektörlerde kullanılmaktadır. Dünyanın en büyük kereste üreticisi ABD'dir. ABD'yi Kanada, Çin, Brezilya ve Almanya izlemektedir. Türkiye 2012-2015 yıllarında sırası ile; 6,35, 6,51, 6,66 ve 6,7 milyon m<sup>3</sup> kereste üremiştir. Dünya kereste üretiminde % 1,6 ile 13. sıradaki yerini ve payını korumuştur [2,3].

Dünya'da yüksek kaliteli kereste yetersizliği, artan kereste talebi ve maliyeti mobilya vb. ürünlerdeki küresel ticaretin artışı üreticileri uluslararası rekabetle karşı karşıya bırakmıştır [4-8]. Ahşap veya masif mobilya üretiminde kereste zayıt miktarı % 40-60 olup, oldukça yüksektir [9,10]. Mobilya maliyetleri ile ilgili yapılan araştırmalarda; toleranslı ölçülendirmedeki toplam maliyetin yaklaşık % 70'ini [6,11-18], mobilya toplam parça üretiminde ise % 60-70'ini kereste maliyeti oluşturmaktadır [11,13,19]. ABD'de mobilya üretiminde, ürün maliyetinin yaklaşık % 50'sini malzeme maliyetinin oluşturduğu belirtilmektedir. Kereste maliyetleri, ahşap mobilya toplam malzeme maliyetlerinin % 25-50'si arasındadır [3,20-22].

Mobilya üretiminde genellikle orta veya yüksek kalite ve fiyatta kereste kullanılmaktadır [23, 24]. Bunlar, toleranslı veya kaba ölçülendirme (TÖ) veriminde ve genel uygulama kârlılığında çok önemlidir [14-17, 25]. Daha yüksek verim yalnızca hammaddenin tasarrufunu değil, aynı zamanda üretim kapasitesini de arttırmaktadır [26]. Mobilya üretiminde özellikle elemanların görünür, yarı görünür ve görünmez yapılarına göre genellikle yüksek kereste kalitesi kullanımı diğer önemli bir etkindir [9,10,27].

Mobilya ve doğrama üretiminde TÖ yaklaşık 1950 yıllarında başlamış, günümüzde de manuel veya geleneksel makinelere dayalı yürütülmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte TÖ'de bilgisayarlı otomatik enine kesim ile çoklu veya tekli dilme sistemleri de kullanılmaya başlanmıştır [3,13,18,28]. 1960'lı yılların başında çeşitli bilgisayar programları kullanılarak

verimin artırılması yönünde araştırmalar yapılmış olup, bunlar sınırlı kalmıştır [29, 30]. TÖ'de uygulanan 2 ana yöntemin hangisinin daha verimli olduğu konusundaki araştırmalar ise, 1970'li yıllarda başlamıştır. Bunların yanında; kereste özellikleri, parça boyutları ve miktarı ile işlemede karşılaşılan güçlükler seçim yapmayı zorlaştırmıştır. 1980'li yıllardan 2000'li yıllara kadar ise gelişen bilgisayar teknolojisi ile verimi arttırmada olumlu sonuçlar alınmıştır [31-34]. Araştırmalara göre; mobilya endüstrisi düşük üretkenlik, yeni donanımlara kısıtlı yatırım, personel eğitim yetersizliği ve düşük getiri ile karakterize edilmektedir [4,35].

Yayının amacı; kesim planlarını etkileyen çeşitli unsurların incelenerek değerlendirilmesi olup, ölçülendirme makineleri ve sistemleri ile farklı kesim planları kapasite, zayıat ve artıkları içeren uygulamalı şekillere dayalı olarak tartışılmıştır.

## 2. TOLERANSLI ÖLÇÜLENDİRME İŞLEMLERİNİN AMACI ve ÖNEMİ (AIM AND IMPORTANCE OF ROUGH MILL)

Mobilya atölye veya fabrikalarında ilk uygulanması gereken işlemler, kerestelerin kurutulması ve toleranslı (kaba kesim) ölçülendirilmesidir. Geleneksel veya modern üretimlerde toleranslı ölçülendirme işlemleri (TÖİ); enine kesim (uzunluk veya boy ölçülendirme) ve çoklu dilme (uzunluk yönünde veya en ölçülendirme) olmak üzere iki ana yöntemi kapsamaktadır. TÖ ürün elemanları veya parçalarının uygun kesim planları ile ölçülendirilerek kusurlu kısımlarından arındırılmasıdır [4,10,36].

TÖ verimliliği üreticiler için en önemli değişim dönüşüm unsurudur. Ana amaç keresteyi parçalara kesmek değil, geliri arttırmak ve kereste gereksinimini azaltmaktır. Genel olarak; karın artması ürün değerinin en fazla, kereste ve işleme maliyetlerinin en az olması olarak belirtilmektedir [4,11]. Ahşap endüstrilerinin TÖ'de artan kereste verimliliği yalnızca küçük ölçekte değil, ekonomi ve çevrebilimi için büyük ölçekte de önem taşımaktadır [4,10,36].

## 3.TOLERANSLI ÖLÇÜLENDİRMEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER (FACTORS EFFECTING ROUGH MILL)

Üretimde kesim planlarını etkileyen 12 faktör bulunmaktadır. Bunlar; kereste sınıfı, genişliği, uzunluğu, kusur tipleri, kereste kalitesi ve kurutma kusurları, ürün elemanı boyutları, kalitesi, sayısı, hacmi, işletme sermayesi, ürün tasarım özellikleri ve işgücü yetenekleri olarak belirtilmektedir [4,13,38,39]. Bunlardan; ilk 5 etken kereste karakteristikleri, 6-9. etkenler kesim listesi koşulları ve 10-12. etkenler ise genel işletme özellikleriyle ilgilidir. Mobilya vb. fabrikalarda kereste özellikleri ve kesim gereksinimleri günlük olarak değişmektedir. Bu bakımdan işletmenin TÖ kesim yöntemleri kararları önemli olup; yöntemlere ait etkilerin karşılaştırılması Tablo 1'de belirtilmiştir [4,40].

Tablo 1. Kesim kararlarını etkileyen faktörlerin karşılaştırması (Comparison of factors affecting saw decisions).

Faktörler		Yöntemler	
		Boyuna kesme yöntemi	Enine kesme yöntemi
Kereste özellikleri	Düşük kalite	+a	- <sup>b</sup>
	Dar	-	+
	Uzun	+	± <sup>c</sup>
	Eğrilik	-	+
	Koniklik	+	-
Ürün parça gereksinimleri	Uzun	+	-
	Geniş	-	+
	Kalite farklılığı	+	-
Çatlak eğilimli türler		+	-
Deneyimli işgücü		± <sup>c</sup>	+

Tablo 1’de belirtildiği gibi TÖ’deki işlemlerde; enine kesimde 2, 4, 7 ve 10 no’lu faktörler, çoklu dilmede ise 1, 3, 5, 6, 8 ve 9 no’lu faktörler daha uygun görülmektedir. TÖ’de her iki yöntem ile kerestelerin en uygun nasıl işleneceği aşağıda açıklanmıştır [4,38,41,42].

### **3.1. Kereste Kalite Sınıfları (Lumber Quality Grades)**

Uygun kereste sınıfı ile uyumlu kesim listesi gereklilikleri sadece satın alma ve işleme maliyetini azaltması yanında olası olarak en iyi verimi de sağlamaktadır. İşlemlerde; kaliteli kerestelerden daha büyük boyutlu parçaların elde edildiği, kapasite ve verimin arttığı belirtilmektedir [40]. Karışık kereste sınıflarında dilme işlemlerinin maliyetleri azalttığı ortaya konulmaktadır [43]. Özellikle, enine ölçülendirme işlemlerinde (EÖİ) deneyimli operatörlerin bile düşük kaliteli kerestelerdeki kusurların giderilmesinde en uygun kesim planlarını yaparak karar vermede zorluklar yaşamakta ve bu da kapasite düşüşlerine neden olmaktadır. İşleme kapasitesi bakımından ölçülendirmede; çoklu dilme, enine yöne göre % 20 daha fazladır. Enine kesme yönteminde ise kalitesi yüksek kerestelerdeki verim, normal kaliteye göre % 70, düşük kaliteye göre ise % 200 daha fazla olduğu belirtilmektedir [13,39,44].

### **3.2. Kereste Genişlikleri (Lumber Widths)**

TÖ’de, genişliği fazla kerestelerin işlenmesinde, enine kesim işlemlerindeki optimizasyon zorlukları nedeni ile çoklu dilmede daha fazla parça elde edilmektedir. Dar kerestelerin (12 cm daha dar) enine kesim optimizasyonu ise kolay olup, enine kesme işlemleri daha verimlidir [40]. Kenarlı dar kerestelerin sabit milli çoklu dilmede işlenmesinde verim düşmektedir. Buna göre, otomatik çoklu dilme yönteminde geniş parçaların, manuel enine kesmede ise boyut ve ağırlıklarının az olması nedeniyle dar parçaların işlenmesi daha uygundur [4, 32, 44].

### **3.3. Kereste Uzunlukları (Lumber Lengths)**

Çoklu dilmede uzunluğu az olan kerestelerin işleme verimi bir miktar yüksektir. Ancak; uzunluğu fazla kerestelerin her iki yöntemdeki işleme verimin yüksek olduğu belirtilmektedir [38,41,42]. Yapay kurutulmuş ve uç çatlak eğilimi fazla olan kerestelerin uzunluklarına bakılmaksızın dilme işlemine tabi tutulması daha uygundur. Çünkü, çoklu dilme işlemi yapılan keresteler enine kesimdeki kadar düzeltmeyi gerektirmez. Ancak; uç çatlaklarının az olması durumunda ise enine kesim ve daha sonra çoklu dilme uygun bir yöntem olarak belirtilebilir. Böylece, çoklu yüzey işleme makinesinde (planya-kalınlık ve frezelemede) otomatik beslemede gönyelenmiş parça uçları işlemeyi olumsuz etkilemeyecektir [4,38,41,42].

### **3.4. Kereste Kusur Tipleri (Lumber Defect Types)**

TÖ’nin ana ilkesi, işlemi yapılan kereste parçalarındaki kusurların giderilmesi ve genellikle ek bir işleme gerek kalmamasıdır. Kereste üzerindeki kusurlar uzunluk yönünde ise dilme işlemi (Şekil 1-a), enine yönde veya dağınık şekilde ise enine yönde kesme işlemi (Şekil 1-b) yapılması daha uygundur. Ayrıca, sürekli her iki yöntemle işlem yapılan fabrikalarda, kusur türü daha geniş anlamda değerlendirilmelidir. Özellikle, klasik mobilya elemanları genellikle eğmeçli olduğundan, belli düzeydeki kusurlar önemli bir sorun oluşturmamaktadır. Uygulamalarda, uzunluk kesim işlemleri yapılan kereste parçalarına ürün elemanlarına ait masterlarla markalama yapılmaktadır. Bu işlemlerde kusurlu kısımların genellikle eğmeçli parçaların iç bükey tarafında olması, kapasite ve verimi olumlu olarak etkilemektedir [4,12,18].



Şekil 1. Kereste kusurlarının boyuna (a) ve enine (b) yönde giderilmesi (Elimination on the longitudinal (a) and transverse (b) directions of timber defects).

### 3.5. Kereste Düzgünlüğü ve Kurutma Gerilmeleri (Lumber Straightness and Drying Stresses)

Eğrilik, burkulma, oluklaşma vb. kusurlu kerestelerin enine kesimde düzgün olacak şekilde en az iki veya daha fazla parçaya boyutlandırılmalıdır. Oluklaşma vb. gibi çeşitli biçim değişiklikleri olan dar kerestelerde dilme işlemi yapılmalıdır. Suni kurutmada yetersiz iklimlendirme gerilmelere neden olmaktadır. Bu kerestelerin, enine kesme ve çoklu dilmeden sonra fazla çarpılma ve eğilme etkisinde kalacakları da göz önünde bulundurulmalıdır [4,40].

Aşağıdaki faktörler; parça veya kesim listesinde belirtilen ölçüler ile ilişkili olduğu için, çoklu dilme veya enine kesim seçimi yapılacağı durumlarda önemlidir.

### 3.6. Parça Boyutları Gereksinimleri (Parts Dimensions Requirements)

Dilme işleminde enine kesime göre daha uzun parçalar elde edilmektedir. Uzunluğu fazla parçalar için çoklu dilme, geniş parçalar (7.5 cm'den fazla) için ise enine kesim işlemleri uygun olup, böylece yüksek verim elde edilebilmektedir. TÖ her iki işlemde de kıstadan uzuna ve dardan genişçe tüm parçalar için verimin optimize edilmesini gerektirmektedir [4,10].

### 3.7. Parça Kalite Gereksinimleri (Part Quality Requirements)

TÖ verim yönünden incelendiğinde, genellikle kalite sınıfı yüksek kerestelerde çoklu dilme yöntemi daha uygun görülmektedir. TÖ kusur işaretleme istasyonunda enine kesim manuel veya optimize olsun olmasın, genişliği fazla parçalarda dar parçalara göre kerestenin her iki yüzeyindeki kusurların kabul veya ret edilmesi çok daha zordur. Uzun kerestenin kesiminde ustanın üzerindeki bu etki, her iki yöntemin uygulanmasında parça kalitesi ile ilişkili ana sorundur. Ayrıca; parça kalite sınıf farklılıkları, usta kesim kararındaki zorluk düzeyini daha da arttırmaktadır. Bunların yanında, otomatik veya yarı otomatik optimizasyonlu kesim sistemleri işletmeler için önemli avantajları sağlamaktadır [4,9,10,27,39].

TÖ'yi etkileyen diğer faktörler; işletme sermayesi, ürün tasarım özellikleri ve işgücü yetenekleri olarak belirtilmektedir. İşletmeler mevcut sermayeye göre ileri teknolojiye geçiş ve ürün tasarımında kereste kalite sınıfı, öngörülen parça boyutları ve ürün elemanları renk uyumlarını değerlendirmelidirler. İş gücü yetenekleri, işletme anlayışına göre kusurları tanıma ve karar vermede kişisel özelliklere sahip olmalıdır [4,13,37,38].

## 4. TOLERANSLI ÖLÇÜLENDİRME YÖNTEMLERİ ve SİSTEMLERİ (ROUGH MILL METHODS AND SYSTEMS)

### 4.1. Toleranslı Ölçülendirme Yöntemleri (Rough Mill Methods)

Kerestenin toleranslı ölçülendirilmesinde standartlara göre; işleme toleransları uzunluk yönünde 10–50 mm, enine kesitte (kalınlık veya genişlikte) ise 5–10 mm olarak uygun bulunmaktadır. Kerestenin toleranslı ölçülendirilmesinde belli bir standart olmamakla birlikte, Finlandiya'da

Huş keresteleri için Tablo 2'deki değerler belirtilmektedir. Bu değerlerden; çeşitli ağaç türü odunları yoğunluk ve çalışma miktarlarına göre işleme toleranslarının belirlenmesinde yararlanılabilir [9,10].

Tablo 2. Huş kerestesi enine kesit ölçüleri (Measurements of cross section of Birch lumber)\*

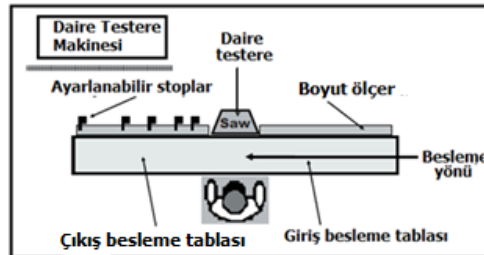
Net ölçü (mm)	Toleranslı ölçü (mm)
14	19
20	25
26	32
32	38
44	50
56	63
100	110

\*Ortalama kereste uzunlukları 4,5-5,0 m

TÖ'yi etkileyen diğer faktörler işletme sermayesi, ürün tasarım özellikleri ve işgücü yetenekleri olarak belirtilmektedir İşletmeler mevcut sermayeye göre ileri teknolojiye geçiş ve ürün tasarımında kereste kalite sınıfı, öngörülen parça boyutları ve ürün elemanları renk uyumları değerlendirilmelidir. İş gücü yetenekleri, işletme anlayışına göre kusurları tanıma ve karar vermede kişisel özellikler sahip olmalıdır [4,13,37,38].

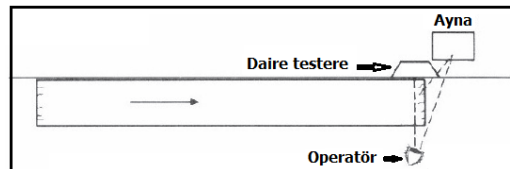
#### 4.1.1. Enine Kesme Makineleri (Crosscut Machines)

Enine kesme makinesi; en basitinden en gelişmişine keresteye dik olarak konumlandırılmış daire testere, giriş ve çıkış taşıyıcıları, boyut ölçer ve stoplardan oluşmaktadır. Şekil 2'de modern bir enine yönde kesme makinesi görülmektedir [4, 45].



Şekil 2. Modern bir enine yönde kesme makinesi (A modern cross cutting machine).

Enine kesme makinesi, ürün elemanlarına ait parçaları liflere dik yönde gerekli uzunluklarda keserek ölçülendirir. İşlemlerde en yüksek verim için tüm kusurlar uzaklaştırılmamalıdır. Bu sistemin tasarımı ve yapısı; verim ve verimliliğin belirlenmesinde önemlidir. Makinede konumlandırılan ayna ve ışıklandırma ile doğal veya suni kurutma uç çatlakları anında kontrol edilerek görülebilir ve en az zayıyla uygun kesim kararlarında etkili olabilir (Şekil 3) [4, 45].



Şekil 3. Kereste uç çatlakları kontrolü ve kesimi (Cutting and control of lumber end cracks).

Kesim ustası, işlem yapılan her bir ürün elemanları için kullanılacak kereste sınıfları, niteliklerini ve gerekliliklerini bilmelidir. Bunlar; denetleyici veya kalite kontrol uzmanı sorumluluğunda olup; işlemlerin uygun olup olmadığı, çalışan verimi veya işletme gelirlerinin artırılması bakımından usta veya operatöre belirtilmelidir. Usta veya ustaların eğitimi, ürün

gerekliliklerini daha iyi anlamalarına yardımcı olması yönünden de oldukça yararlı ve etkilidir. İşlem öncesi usta kereste yüzey ve kenarlarını kontrol eder. İşlemlerde bunları göz önünde bulundurarak kerestede uygulayacağı kesim planını belirler ve uygun parçalar yanında, artıkların da elde edilebileceği şekilde işlem yapar. Gerçekte, usta manuel enine kesim işlemlerinin optimize edilmesinden sorumludur. İşlemlerde genellikle kerestenin “Kusurlu Yüzeyi Üstte” olmalıdır [4,9,10].

Kereste uç kısımlarındaki çatlaklar genellikle ilk kesim işlemlerinde uzaklaştırılmalıdır. Kereste kesiminde tekrarlardan kaçınılmalı, uzunluk ve genişlik toleransları uygulanarak farklı boyutlandırmalar yapılmamalıdır. Kesilen ucun kontrolü sonrası gerekirse ek kesim yapılabilir.

#### 4.1.2. Çoklu Dilme Makineleri (Gang-Ripsaw Machines)

Bu makineler; uç çatlakları veya enine kesimi yapılmış kereste veya kereste parçalarının uzunluk yönünde kesimi ile gerekli genişlikteki parçaların elde edilmesini sağlar (Şekil 4).

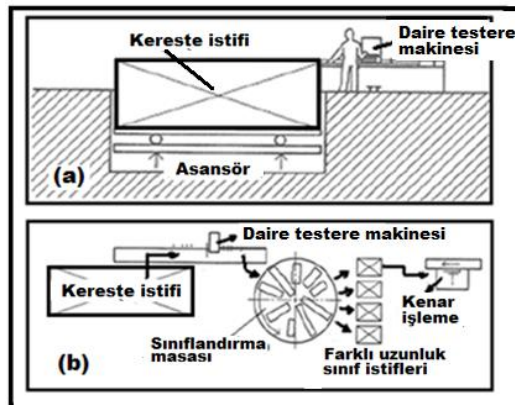
Toleranslı ÇDM., bilgisayar kökenli kesim optimizasyonu, ürün özelliklerinde yapılan değişiklikler ve daha düşük kaliteli kerestenin daha iyi kullanılması bu yeniliklerin bazı örnekleridir [46]. Günümüzde, gelişmiş bilgisayarlı makinelerde verimi artırma çabaları, lazerli kusur veya marka çizgilerini belirleme sistemleri, testere kesiş hattı genişliğini azaltma; lazerle kesme teknikleri ve diğer yenilikçi yapılara dayalı sürdürülmektedir [4,47-50].

#### 4.1.3. Parça Uzunluk Dilme Makineleri (Chopsaw Machines for Parts)

Bu makineler, keresteden çoklu dilme ile elde edilen parçaları (kayıtları) dilme testeresinde belirli uzunluklarda ölçülendirmektedir. İşlemler, parçalar üzerindeki kusurların manuel olarak markalanması ve bu markalama çizgilerinin makine algılayıcısı tarafından saptanarak kesilmesi ile seri olarak yapılmaktadır (Şekil 5) [4,13].

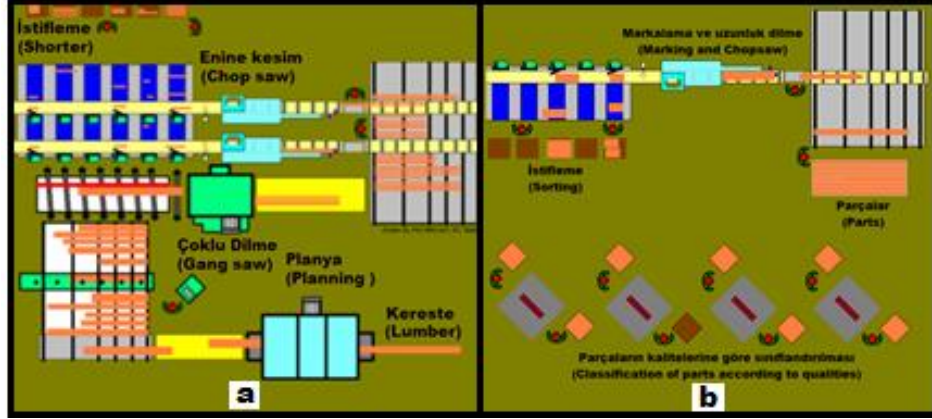
#### 4.2. Toleranslı Ölçülendirme Sistemleri (Rough Mill Systems)

Bu sistemler, geleneksel ve modern bilgisayarlı makinelerden oluşan iki farklı yapıdadır. Geleneksel üretimlerde çoğunlukla her bir makine ayrı ayrı konumlandırılmakta olup; modern üretimlerde ise asansörlü istifleme, giriş ve çıkış besleme tablaları, boyut ölçer, ayna ve uzunluk stopları vb. gibi aletlerle kombine edilmiştir. İşlemi yapılan parçalar, döner tablalı masada parça uzunluklarına göre seçilerek sonraki işlemler için istiflenmektedir. Böylece işlemlerin duyarlı, seri ve kolaylıkla yapılması sağlanmaktadır (Şekil 4) [4,9,10].



Şekil 4. Geleneksel toleranslı ölçülendirme sistemleri (Tolerant measuring systems in a modern furniture factory).

Mobilya fabrikalarında geleneksel olarak enine ve boyuna kesme yöntemleri kullanılmaktadır. Ahşap levha (masif panel) üretiminde ise bu yöntemlere uzunluk dilme (Chop saw) yöntemleri de eklenmiştir. Bunların 2 tipik yerleşim planı Şekil 5 a ve Şekil 5 b’de görülmektedir [26, 51].



Şekil 5. Bilgisayarlı çoklu (a) ve tekli (b) dilme sistemleri (Computerized gangsaw (a) and chop saw (b) systems) [13].

Bu sistemler, işlemlerin seri olarak yapılmasına yönelik olup, oldukça yüksek kapasitelere sahiptir. Geleneksel kereste TÖ'sindeki tüm işlem kararları ustalar tarafından yapılmaktadır [28]. Hem kereste hem de kesme veya parça listelerinde sıklıkla değişime bağlı olarak, yetenekli bir usta veya uzman yorulma ve / veya dikkatsizlik sonucu hatalı işlemlere neden olabilmektedir. Kesimdeki herhangi bir hata olası olarak odun atıklarına yol açmakta, bu da mobilya üretiminde gelişmiş tekniklerin uygulanması ile rekabeti zorlaştırmaktadır [4,5,13].

Enine veya boyuna işlemlerde kerestenin seri ve duyarlı kesilebilmesi için planyalama makineleri bu yöntemlerdeki makinelerle kombine edilmiştir. Keresteler en az kusurlu yüzeylerinden planyalanarak düzeltilmekte, enine ve özellikle boyuna yönde ölçülendirmede işlemlerin duyarlılığı yüksek ve seri olarak yapılması sağlanabilmektedir [4,12,13].

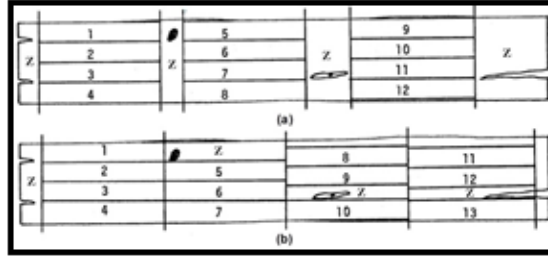
## 5. KESİM PLANLARI (CUTTING PLANS)

Üretimdeki önemli sorunlardan biri, en fazla kullanılabilir parça sayısı elde etmek için farklı kesme yöntemlerinin nasıl uygulanacağıdır. Yani, en az zayıt ve artıkle malzeme kullanılarak gerekli parçanın en verimli olarak nasıl elde edileceğidir. Bu amaçla kerestelerin ilk işlemlerini içeren TÖ kesim planlarına dayandırılarak yürütülmelidir. Mobilya ürün parçalarının elde edilmesinde keresteler kusurlarından arındırılarak üretim verimi oldukça artırılmaktadır. Ayrıca; kereste kullanım miktarı ve bu doğal kaynağın daha az tüketilmesine önemli katkılar sağlanmaktadır [4,9,10,16].

TÖ, ahşap mobilya üretiminde genellikle enine ve boyuna yönde gerçekleştirilmektedir. Ancak modern ve klasik mobilyalarda çoğunlukla eğmeçli (tek veya çift taraflı) ürün elemanlarına dayalı üretimlerde en ölçülendirme en uygun yöntem olarak ortaya konulabilir. Bu yöntem uygulanarak ölçülendirilen kereste parçalarından, hem modern hem de klasik mobilya ürün elemanları elde edilmektedir. Bu elemanlar farklı boyutlar yanında çoğunlukla tek veya çift taraflı eğmeçli ve düz şekillerdedir. Özellikle eğmeçli parçalar, masterlarla markalanarak genellikle manuel şerit testerelerde işleme tabi tutularak elde edilmektedir. Günümüzde eğmeçli parçaların işlenmesinde yarı otomatik şerit testereler de kullanılmaktadır [4,10,36].



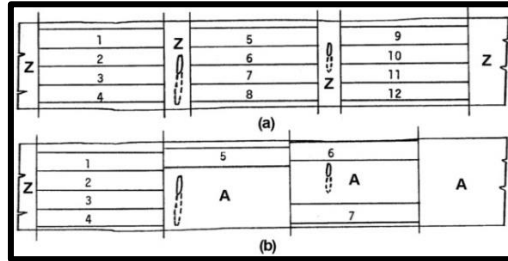
Konu kapsamında, farklı kusur ve parça boyutlarına göre bazı örnek planlar üzerinde durularak değerlendirmeler yapılmıştır. Şekil 6'da genellikle kereste kusurları lifler yönünde olup, kesimler sonucu 12 adet parça elde edilmiştir (Şekil 6-a). Şekil 6-b'de ise, aynı kerestede kusurlar uzaklaştırılmadan önce enine ve sonra uzunluğuna yönde kesilerek 13 adet parça elde edilmiştir. Bu yöntemde ilk yonteme göre parça sayısı 1 adet fazladır. Ancak, 2. yöntemle daha iyi bir sonuç elde edildiği ve kesin olarak benimsenmesi gerektiği anlamına gelmemektedir. Her iki planın da üretimi yapılacak ürün kapsamında; seri üretim, artık ve zayıt bakımından değerlendirilmesi yararlı olacaktır [4,9,10,36].



Şekil 6. Kereste kesim planları (Lumber cutting plans).

Kusurları enine yönde olan kerestede yapılan iki farklı kesim planı Şekil 7'de görülmektedir. Şekil 7-a'da kusurlar enine kesme ve çoklu dilme ile uzaklaştırıldığında 12 parça, Şekil 7-b'de ise kusurlar göz önünde bulundurulmadan yapılan enine ve boyuna kesimlerde sadece 7 parça elde edilebilmektedir [36].

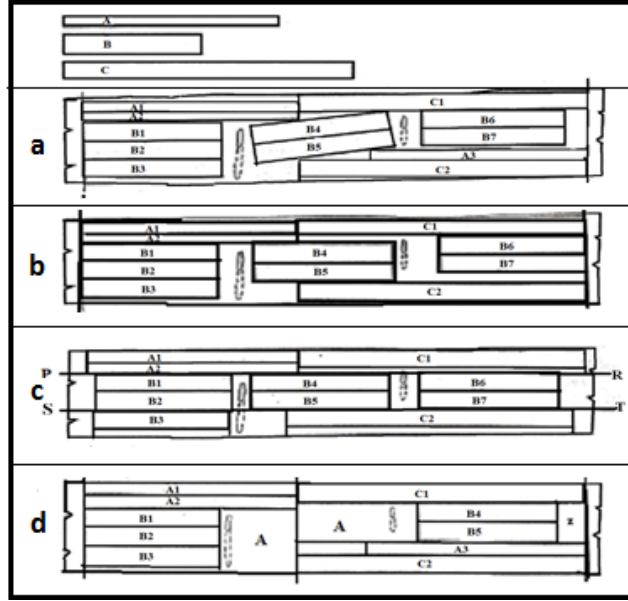
Bu iki yöntemi karşılaştırarak genel bir kurala varabilir. Kereste kusurları lifler yönünde ise (Şekil 6); enine yönde kesilerek elde edilen her bir kereste parçası çoklu dilme ile ölçülenebilir. Kerestede kusurlar enine yönde (Şekil 7) ise; genellikle önce enine kesim ve sonra çoklu dilme ile işlenerek parçalar elde edilebilir.



\* A: artık, Z: zayıt

Şekil 7. Kereste kesim planları (Lumber cutting plans).

Bu planlar ve kesim işlemleri sanıldığı kadar basit değildir. Bu aşamaya kadar herhangi bir keresteden tek boyutlu bir parçanın kesim planı incelenmiştir. Ancak, uygulamalarda mobilya parçaları çok farklı boyutlarda olup, gerekli kalitelerde üretilmek zorundadır. Bunların boyutları (özellikle uzunlukları) ve farklı kalite gereksinimleri arttıkça olumsuz sonuçlarla karşılaşmakta, zayıtlar ve artıklar da artmaktadır. Bu bakımdan uzunlukları az veya fazla parçaların kesiminin birlikte yapılması uygun görülmektedir. Örneğin; aynı kerestede (Şekil 8) 3 farklı boyuttaki parçaların kesim planları aşağıdaki gibi incelenebilir.



Şekil 8. Farklı boyutlardaki parçaların kesim planları (Cutting plans of pieces of different sizes).

Şekil 8. a’da oldukça fazla işlem sonucunda mümkün olduğu kadar fazla sayıda parça elde edilebileceği görülmektedir. Bu kesim planı incelendiğinde, kerestenin her iki uç kusurları enine yönde kesilerek giderilmektedir. Ancak, sonraki işlemlerde parçaların genellikle şerit testere işlemleri ile elde edilebileceği görülmektedir. Şekil 8.b’de kereste genellikle dikey çizgileri olan bir plan düzenlemesini içermektedir. Burada da, her iki kesim yöntemi art arda ikişer kez uygulanmakta ve işlem seri olmamaktadır. Parçaların Şekil 8. c’de bir miktar farklı planlanması ile kereste öncelikle şekilde gösterilen PR ve ST doğrultusunda lifler yönünde, sonra enine ve çoklu dilmede kesilerek parçalar elde edilebilecektir. B grubu kısa parçaların, genellikle seri olarak elde edilebildiği göz önünde bulundurulmalıdır. En yaygın planlama Şekil 8-d’deki gibi olup, uygulaması Şekil 8-d’de gösterildiği gibi gerçekleştirilmektedir. Ancak; Şekil 8-d’de parçaların kesiminde uzunluğu az B parçasının göz önünde bulundurulmasına dikkat edilmelidir. Kereste, A ve C parça uzunluklarına dayandırılmış ve enine yönde kesilerek ölçülendirilmiştir. Bu kesim planı, genellikle çoğu durumlarda iyi bir uygulamadır [4,10,36].

Uygulamada TÖ’yi etkileyen çeşitli kereste özellikleri ve ürün elemanlarına göre oldukça farklı ve çeşitli kesim planları ortaya konulabilmektedir. Yayın kapsamında belirtilen örnek kesim planların yeniden gözden geçirilerek yorumlanmasında şu sorular ortaya konulabilir: Uygulanan planlarda bütün seçenekler dikkate alındı mı? En iyi seçenekleri yapabilmek için çalışanların yetenekleri ne düzeydedir? Bütün bunlar ve ortaya konulmayan sorularda kerestelerden farklı boyuttaki parçaların nasıl ve nerelerden alınacağı konusunda bir düzeyde “Geometri Uzmanına” gereksinim olduğu açıkça görülmektedir. Kesim planları bir şekilde yapılarak, TÖ işlemleri keresteden keresteye ve üründen ürüne göre değişebilecektir. Bu kapsamda göz önünde bulundurulması gerekli öncelikli durum “Uzmanlar, Ustalar veya Operatörlerin” her bir kesim planı uygulamasının kendine özgü bir yapıda olması ve ona uygun yorumla değerlendirerek sonuçlandırılmasıdır [4,10,36].

Planların genel değerlendirilmesinde; ürün eleman sayıları farklı olup, ürün parti miktarları da göz önüne alındığında oldukça yüksek miktarlar söz konusu olmaktadır. Kesim planlarında örneğin; 500 veya 1000 adet ürün için oldukça fazla sayıda parçaya gereksinim duyulmaktadır. Bunların, kesim sonrası miktarlarının özellikle çoklu dilmede belirlenen sayıda olması beklenir. İşleme sırasında ustalar bu miktarların elde edilmesinde iletişimde bulunsa bile beklenen miktarlar genellikle sağlanamaz. Bu durum, çoğunlukla uzunluğu fazla parçaların sonraki

aşamalarındaki işleme kusurlarından ortaya çıkmaktadır [4,10,36]. Bu parçalar uzunluğu daha az parçalarda değerlendirilmeyi gerektirerek, uzunluğu fazla parça eksiklikleri yanında kısa parçalarda da fazlalıklara yol açmaktadır. Böylece, eksik olan parçaların yeniden kesimi gerektirmesi yanında işlemlerin tekrarına ve seri üretimin aksatılmasına yol açacaktır. Bütün bunlar göz önünde bulundurulduğunda kesim planlarına dayalı işlemlerde uzunluğu fazla parçaların kesimlerine daha fazla ağırlık verilmesi gerektiği ortaya konulabilir. Parçaların kesiminde bu sorunlar genellikle ustaların deneyimiyle yürütülmekte, ancak ilk planda yeterli sonuçların alınamayacağı açıkça görülmektedir. Bu kapsamda; ürün eleman boyutları, kaliteleri, kullanım yerleri göz önünde bulundurularak belirlenen ürün parça miktarları bazı hesaplamalarla ortaya konulabilmektedir. Bu durum, usta deneyimlerine göre daha uygulanabilir düzeyde olup, hesaplamadaki etkenlerin çok iyi analiz edilmesini gerektirmektedir [4,10,36].

## **6. SONUÇ ve TARTIŞMA (CONCLUSION and DISCUSSION)**

Mobilya üretiminin ilk aşamasını oluşturan toleranslı ölçülendirme işlemleri, önemli miktarda zayıflara neden olmakta ve ürün maliyetlerini de oldukça etkilemektedir. Ayrıca; sürdürülebilir bu doğal kaynağın en uygun değerlendirilmesi ile kullanımının azaltılması da bir zorunluluk olarak ortaya konulabilir. Bu kapsamda; zayıfın azaltılarak seri, kaliteli, ekonomik, verimli bir üretim için kesim planlarında aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır:

1. Kereste kalite standart sınıfları ve boyutları ürün elemanlarına uygun seçilmelidir. Kesim işlemlerinde kalitesi yüksek kerestelerde az da olsa kalitesi düşük, kalitesi düşük kerestelerde de daha yüksek kaliteli kısımların olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.
2. Kerestelerin rutubet miktarına göre kesim toleransları belirlenmelidir.
3. Kerestelerin kusurlu kısımları, her iki işleme yönteminde de daima üstte olmalıdır. Gerektiğinde kerestenin bir kısmının kesiminden sonra, daha az kusur içeren alt kısmı çevrilerek işlem yapılmalıdır.
4. Büyük boyutlu (özellikle uzunluğu veya genişliği fazla) parçaların gerektiğinden fazla ve küçük boyutlu parçaların ise az miktarda kesilmesine özen gösterilmelidir. Uzunluğu fazla parçaların sonraki işlemlerinde kusurlar ortaya çıkabilmekte ve bunlar daha kısa boyutlu parçalarda değerlendirilmektedir. Böylece; kesim listesi miktarları sağlanarak yeni kesim işlemleri de önlenebilmektedir.
5. Aynı veya farklı kalite sınıflarındaki kerestelerin her birinden en az işlemle parçaların elde edilmesini sağlayacak iş akış düzeni planlanmalıdır.
6. Klasik veya modern mobilyalarda eğmeçli ürün elemanları için genellikle enine kesimler düşünülmelidir. Elde edilecek kereste parçalarının bir miktar kusurlu olması önemli bir sorun oluşturmaması bakımından tercih edilebilir. Eğmeçli masterlarla kesimi yapılan kereste parçalarının markalamasında kusurlar iç bükey kısımda olmalı ve kesimi aksatmamalıdır.

Bunların yanında, üretim aşamalarında mobilya parçalarının kalite kontrolleri göz önünde bulundurulmalı, öngörülen kaliteye göre her bir ürün elemanına gerekli işlemler yapılmalıdır. Yani; ürün parçalarının görünür, yarı görünür veya görünmez kısımları yanında renk ve desen uyumluluğu ilk kesim işlemlerinden yüzey işlem ve montaja kadar göz önünde bulundurulmalıdır.

## 7. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Anonymous, (2015). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <http://www.fao.org>.
- [2]. Anonim, (2016). Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), Türkiye Orman Ürünleri Meclisi Sektör Raporu, Yayın No: 2016/281, Ankara.
- [3]. Anonim, (2012). Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (BAKA), Orman ve Orman Ürünleri Sektör Raporu, Isparta.
- [4]. Mitchell, P. H., Wiedenbeck, J., & Ammerman, B. (2005). Rough mill improvement guide for managers and supervisors, USDA Forest Service, Newton Square, USA.
- [5]. Hoff, K. G., N. Fisher, S. Miller, and A. Webb. (1997). Sources of competitiveness for secondary wood products firms: A review of literature and research issues. *Forest Products J.* 47(2):31-37.
- [6]. West, C. D. and B. G. Hansen. (1996). Informal yet sleek furniture please. *Asian Furniture*, 2(5):16-21.
- [7]. Idrus, R. M. (1994). Export marketing decision-making by the wood household furniture manufacturers in Malaysia and the United States. Unpublished doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
- [8]. Smith, P. M. and C. D. West. (1990). A cross-national investigation of competitive factors affecting the United States wood furniture industry. *Forest Products Journal* 40(11/12):39-48.
- [9]. Anonymous, (1989). Furniture and Joinery Industries for Developing Countries, Unido, Vienna.
- [10]. Malkoçoğlu, A., (2016). Mobilya Endüstrisi Basılmamış Ders Notları, KTÜ. Orman Fakültesi, Trabzon.
- [11]. Wengert, E. M. and F. M. Lamb. (1994). A handbook for improving quality and efficiency in rough mill operations: practical guidelines, examples, and ideas. R. C. Byrd Hardwood Technology Center, Princeton, WV.
- [12]. Ehlers, E. R. (2002). Development of rough mill yield benchmark information, Master Thesis, Department of Forest Products, Mississippi State University, Mississippi.
- [13]. Zuo, X. (2003). Improving lumber cut up manufacturing efficiency using optimization methods. PhD. Thesis, Department of Wood and Paper Science, NCS University, Raleigh.
- [14]. Cubbage, Frederick W., T. G. Harris, Jr., D. N. Wear, R. C. Abt, and G. Pacheco. (1995). Timber supply in the South: where is all the wood? *Journal of Forestry* 93(7):16-20.
- [15]. Luppold, W. G. and J. E. Baumgras. (1995). Price trends and relationships for Red Oak and Yellow-Poplar stumpage, sawlogs, and lumber in Ohio: 1975-1993. *Northern Journal of Applied Forestry* 12(4):168-173.
- [16]. Muench, J. (1993). Prospective changes in forest products markets. Twenty first Annual Hardwood Symposium of the Hardwood Research Council, 41-50.
- [17]. Anderson, J. D., C. D. Brunner, and A. G. Maristany. (1992). Effect of sawing stages on fixedwidth, fixed-length dimension yield. *Forest Products Journal* 42(11/12):74-78.
- [18]. Buehlmann, U. (1998). Understanding the relationship of lumber yield and cutting bill requirements: A statistical approach (Doctoral dissertation). Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
- [19]. Kline, D. E., A. Widoyoko, J. K. Wiedenbeck, and P. A. Araman. (1998). Performance of color camera-based machine vision system in automated furniture rough mill systems. *Forest Products Journal*, *Forest Products Journal* 48(3):38-45.

- [20]. Lamb, F. M. (1997). Personal interview. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
- [21]. Anonymous. (1984). Furniture parts at half the cost. *Furniture Design & Manufacturing* 56(12):49- 52.
- [22]. Weidhaas, N. C. (1969). How to save 10 percent of your company's lumber bill. *Furniture Design & Manufacturing* 41(5):38-49,108.
- [23]. Wiedenbeck, J. K. (1997) Personal interview. University of Kentucky, Department of Forestry, Lexington, KY.
- [24]. Luppold, W. G., and J. E. Baumgras. (1996). Relationship between hardwood lumber and sawlog prices: a case study of Ohio, 1975-1994. *Forest Products Journal* 46(10):35-40.
- [25]. Steele, P.H.; Wiedenbeck, J.K.; Shmulsky, R.; Perera, A. (1999). The influence of lumber grade on machine productivity in the rough mill. *Forest Products Journal*. 49(9): 48-54.
- [26]. Wengert, E. M. and F. M. Lamb. (1994). A handbook for improving quality and efficiency in rough mill operations: practical guidelines, examples, and ideas. R. C. Byrd Hardwood Technology Center, Princeton, WV.
- [27]. Malkoçoğlu A., Çakmak A., (2016). Mobilya ve Doğrama Endüstrisinde Kereste Kalite Standartları Seçimi, *Mobilya Dergisi*, s.36-48.
- [28]. Mitchell, P. H. (1999). Modern lumber rough mill operations. *Rough Mill Improvement Workshop Handout*. 40p.
- [29]. Thomas, R. J., (1962). The rough-end yield research program. *Forest P. J.* 12(11):536-537.
- [30]. Englerth, G. H. and D. E. Dunmire. (1966). Programming for lumber yield. *Forest Products J.* 16(9): 67-69.
- [31]. Brunner, C. C. (1984). CORY - a computer program to determine furniture cutting yields for both rip-first and crosscut-first sawing sequences. Unpublished doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
- [32]. Thomas, R. E. (1995). ROMI-RIP: Rough Mill Rip-first simulator user's guide. Gen. Tech. Report. NE- 206. USDA Forest service, Northeastern Forest Experiment Station, Broomall, PA. 728pp.
- [33]. Thomas, R. E. (1999). ROMI-RIP 2.0 user's guide: A Rough Mill Rip-first simulator. Gen. Tech. Report. NE- 259. USDA Forest Service, Broomall, PA.
- [34]. Hoff, K. G. (2000). Limitations of lumber-yield nomograms for predicting lumber requirements. Gen. Tech. Rep. NE-270. Radnor, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Search Station. 8p.
- [35]. Geiger, G., P. Steele, and D. Lyon. (1990). Competitive factors in U.S. wood and upholstered furniture manufacturing. *International Competitiveness in the Furniture Industry..*
- [36]. Prak, A. L., Myers, W. T., (1981). *Furniture manufacturing Processes*, Department of Industrial Engineering, North Carolina State University, Third Edition, Raleigh, N. C., USA.
- [37]. Sutton, W. R. J. (1993). The world's need for wood. *Proceedings of the conference on the Globalization of Wood: Supply, Processes, Products, and Markets*, Forest Prod. Society, 21-28
- [38]. Hamner, P.C.; Bond, B.H.; Wiedenbeck, J.K. (2002). The effects of lumber length on part yields in gang-rip first rough mill operations. *Forest Products Journal*. 52(5):71-76.
- [39]. Buehlman, U.; Wiedenbeck, J.K; Kline, D.E. (1999). Character-marked furniture: potential for lumber yield increase in crosscut-first rough mills. *Forest Products Journal*. 49(2):65-72.
- [40]. Gatchell, C.J. (1987). Rethinking the design of the furniture rough mill. *Forest Products Journal*. 37(3):8-14.

- [41]. Gatchell, C.J. (1991). Yield comparisons from floating blade and fixed arbor gang rip saws when processing boards before and after crook removal. *Forest Products Journal*. 41(5):9-17..
- [42]. Wiedenbeck, J.K. (1992). The potential for short length lumber in the furniture and cabinet industries. Blacksburg, VA: Virginia Polytechnic Institute and State University. 225 p. Ph.D
- [43]. Mullin, S. (1990). Why switch to rip first? *Furniture Design and Manufacturing*. (9):36-42.
- [44]. Buehlmann, U., J. K. Wiedenbeck, and D. E. Kline. 1998a. Character-marked furniture: potential for lumber yield increase in rip-first rough mills, *Forest Prod. J.*, in 48(4):43-50.
- [45]. Anonymous, (2017). Weinig Group, Weinigstraße 2/4, 97941 Tauberbischofsheim, Germany, <https://www.weinig.com>.
- [46]. Wiedenbeck, J. K. and E. Thomas. (1995). Don't gamble your fortunes - focus on rough mill yield. *Wood & Wood Products*, 100(7):148-149.
- [47]. Khan, P. A. A. and K. Mukherjee. (1991). Laser machining of hardwoods: current status and control. *Proceedings of the First International Conference on Automated Lumber Processing Systems and Laser Machining of Wood*, East Lansing, MI., 78-94.
- [48]. Connors, R. W., D. E. Kline, P. A. Araman, and T. H. Drayer. (1997). Machine vision technology for the forest products industry. *IEEE Computer Innovative Technology for Computer Professionals* 30(7):43-48.
- [49]. Thomas, R. E. (1997). ROMI-CROSS: An analysis tool for crosscut-first rough mill operations. *Forest Products Journal*, in Review.
- [50]. Thomas, R. E. (1996). ROMI RIP: An analysis tool for rip-first rough-mill operations. *Forest Products Journal* 46(2):57-60.
- [51]. Mitchell, P. H. 1999a. Modern lumber rough mill operations. *Rough Mill Improvement Workshop Handout*, 40p.