

# KERESTEDEKİ KUSURLARI SAPTAMADA KULLANILAN MAKİNEYLE GÖRÜNTÜLEME SİSTEMİ

**Arş. Gör. Süleyman KORKUT**  
İ.Ü.Orman Fak. Orman End. Müh.Böl.

**Doç Dr. Turgay AKBULUT**  
İ.Ü.Orman Fak. Orman End. Müh.Böl.

Günümüzde orman varlığının hızla azalması ve bunun sonucu olarak tomruk fiyatlarının hızla artması sonucu kereste üreticileri mevcut hammaddeden optimum bir şekilde faydalanmak için büyük çaba sarf etmektedirler. Halihazırda kereste üretimi; kalite sınıflandırma kurallarının kompleksliği, yanlış imalat kararları, yetersiz operatör becerisi, operatörlerin dikkatsizliği ve makinaların ayarlarının düzgün olmayışı gibi etkenler yüzünden optimum düzeyde değildir. Bir kereste imalat sisteminin optimizasyonu; hammadde özelliklerini tam olarak bilerek ona göre kesim işlemini gerçekleştiren ve böylece en az operatör müdahalesi ile imalat ekipmanlarının kontrolünü sağlayan otomasyon teknolojisi ile sağlanır. Bir otomatik kereste imalat sistemi ise; sulama, budaklar, yarıklar, delikler, renklenme, çatlama ve çürüme gibi rast gele oluşan kereste özelliklerini sıhhatli bir şekilde saptayan teknolojiye sahip olmalıdır.

1980'lerin başından beri araştırmacılar orman ürünleri imalat endüstrisinde otomasyon uygulamaları için makineyle görüntüleme teknolojisini geliştirmeye çalışmaktadırlar. Bu araştırmalar kereste kalite sınıflarının belirlenmesinde etkili olan faktörlerin saptanmasında bilgisayar teknolojisinin kullanılabileceğini göstermiştir. King (1978), Portala and Ciccotelli (1990)'da yaptıkları çalışmalarda kerestede kusurları saptamada mikrodalgaları, McDonald and Bendtsen (1986); Steele et al. (1991)'de yaptıkları çalışmalarda kerestede kusurları saptamada kapasitansları, Kenway (1990); Portala and Ciccotelli (1990)'da yaptıkları çalışmalarda kerestede kusurları saptamada x-ışınlarını, McMillin et al. (1984)'de yaptıkları çalışmada kerestede kusurları saptamada lazer tarayıcılarını kullanmışlardır. Bu algılama sistemlerinin herbiri kerestede kusurların sadece bazı türlerini saptayabilmektedir (3).

Son birkaç yıldan beri araştırmacılar orman ürünleri imalat endüstrisi için genel amaçlı bir makineyle görüntüleme teknolojisi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Connors et al. (1990a.) ve Connors et al. (1990b.) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda kereste kusurlarını saptamada, renkli kameralar ve lazer esaslı alan belirleme kameraları kullanan bir teknoloji geliştirilmiştir. Böylece birden fazla algılama teknolojisi kullanılarak kerestede tüm kusurlar saptanabilmektedir. Bu sistem Araman et al. (1992) ve Connors et al. (1992) tarafından tomruktaki kusurların belirlenmesi, otomatik kereste sınıflandırma, uç alma ve yan alma işlemlerinde kullanılmıştır.

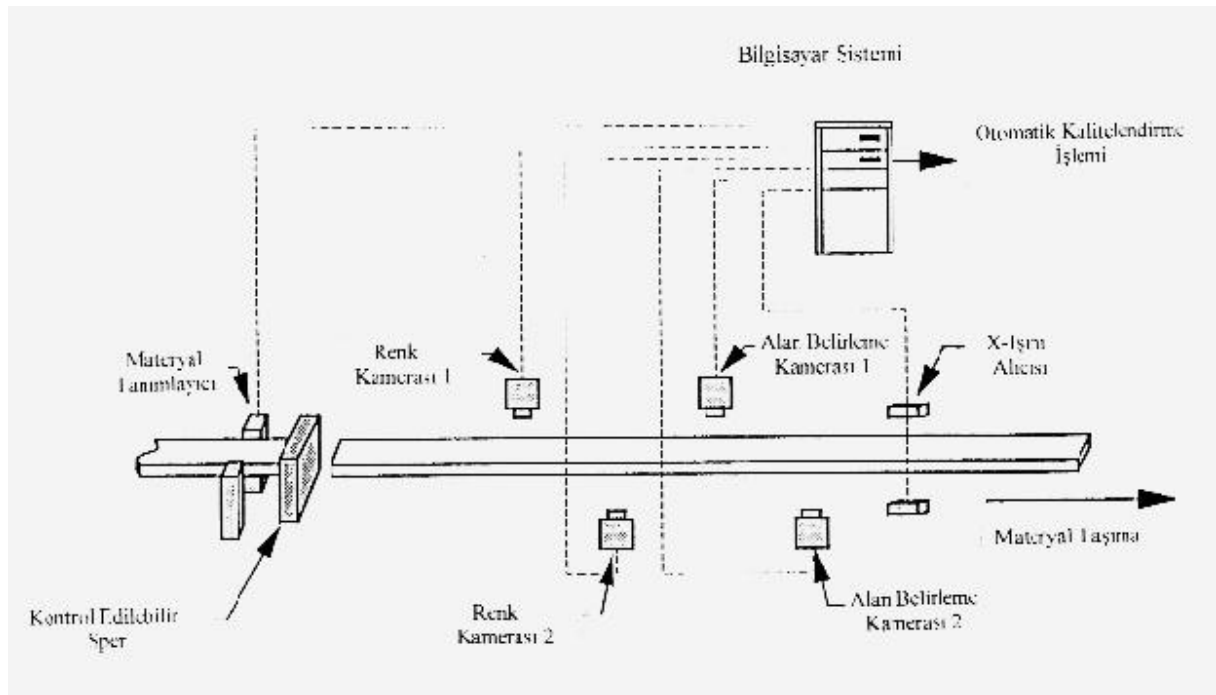
Bir kereste fabrikasında makineyle görüntüleme sistemine giriş yapma daha pratik bir yaklaşımla, kereste üretim aşamalarının bir kaçında kereste kalitesinin belirlenmesine ve böylece daha sıhhatli sınıflandırmanın yapılmasını sağlayan otomasyonun tesis edilmesi ile sağlanır. Örneğin, otomatik kenar alma ve uç alma operasyonları esasen kereste kalite randımanını arttırabilir (Regalado et al. 1992).Yüksek kaliteli kereste ve doğru olarak yapılmış kalite sınıflandırma işlemi arasındaki mutabakat tüketicinin tatmin olmasında son derece önemli bir faktördür (Bush et al. 1990).

Kerestede kusurlar üç ana kategoriye ayrılır. Bunlar;

- 1- Görsel Yüzey Kusurları (Budaklar, delikler, çatlaklar, çürüklükler, renk bozuklukları, lif sapmaları vb.)
- 2- Geometrik Özellikler (Sulama, kalınlık farklılığı, eğilme, oluklaşma vb.)
- 3- İç Kusurlar (İç boşluklar, iç budaklar, çürüklük vb.)

İdeal bir makine görüntüleme sistemi çeşitli algılama teknikleri ile işbirliği yaparak bu kereste kusurlarını tam olarak saptayabilmelidir (Connors et al. 1997). Günümüzde en fazla algılama teknolojisi olarak renk tanımlama alıcıları, lazer esaslı alan belirleme alıcıları ve x-ışını tarayıcıları kullanılmaktadır. Renk tanımlama alıcıları, kerestede budak, ardaklanma, renklenme gibi özelliklerin saptanmasında; lazer esaslı alan belirleme alıcıları, kerestede sulama, delikler, çatlaklar, kalınlık ve yüzey pürüzlülüğü gibi özelliklerin saptanmasında ve x-ışını tarayıcıları, farklı yoğunluğa sahip çürüklük ve budakları saptamada kullanılmaktadır. Görüldüğü gibi bu farklı algılama sistemlerinin odun materyalinin doğası hakkındaki bilgilerin bireysel tiplerini belirlemeye yarar. Bu görüntü algılama sistemlerinin tümünün entegrasyonu ile genel amaçlı ve gerçekten güvenilir bir makine görüntüleme teknolojisi yaratılır. Bu teknolojinin adı çoklu algılayıcı makineyle görüntüleme sistemidir (Şekil 1).

Bir makineyle görüntüleme sistemi; 1- Renkle tanımlama sistemi, 2- Lazer esaslı alan belirleme sistemi, 3- X-ışını tarama sistemi, 4- Kereste Taşıma sistemi, 5- Sistem kontrol bilgisayarları ve 6- Fabrika uygulamaları için bilgisayar yazılımları gibi öğelerden oluşmaktadır (11).



Şekil 1: Makineyle Görüntüleme Sisteminin Genel Görünüşü

### 1. Renkle Tanımlama Sistemi

Renkli tanımlama sistemi çizgi tarama kamera teknolojisi ile renkleri kullanır. Çizgi tarama kamerası 864 renk Pixel'lik bir çözücüye sahiptir. Günümüzde kamere sistemi, kereste test örneklerinin büyük oranda kullanımına yetecek genişlikte 34,3 cm'lik (13-1/2 inch) bir tarama alanında çalışabilir. Kamera 2,5 MHz 'lik bir hızda çalışır. Bu hızda kamera 0,61m/sn'lik bir hızla kerestenin alt yüzeyinde cm'de 12 noktada kerestenin üst yüzeyinde cm'de 25 noktada görüntü üretir. Testler sonucunda elde edilen sonuçlar yapraklı ağaç kereste üretim uygulamaları için gerekli çözümlerden daha fazlasını gösterir, ama daha geniş kerestelerin ve daha yüksek hızların dikkate alınmasına ihtiyaç varsa bazı çözümler feda edilebilir. Burada iki kamera kullanılmaktadır ve her birisi levhanın bir yüzeyini taramaktadır.

Kereste yüzeylerini aydınlatmak için ışık kaynağı olarak Tungsten-Halojen elektrik ampulleri kullanılır. Bir ampulden çıkan ışık, çok sayıda ve çok ince fiber-optik ışık çizgilerinden oluşan fiber-optik bir kablo yolu ile kereste yüzeyine gönderilir. Bu kablonun diğer ucunda, fiber-optik çizgiler, uçlarında düz bir çizgi oluşturan bir diğerinin üzerine istif edilmiştir. Bu fiber-optik çizgilerin avantajı, bir ampul yandığı zaman ışık kaynağının renkli tanımlama konfigürasyonunda fiziksel bir düzensizlik olmaksızın onun yerini hızlı bir biçimde almasıdır.

Hem renkli kameradan renkli görüntülerin toplanması hem de bunların bilgisayarın hafızasına depolanmasını sağlayacak mikrokanal için yüksek hızda bir ara yüzey yani bir görüntü toplama mekanizması tasarlanmış ve yapılmıştır (Drayer 1991). Bu ara yüzey 2.5 MHz hızda kamera sistemi ile elde edilebilen renk görüntüleme verilerinin toplanmasına imkan sağlar.

## **2.Lazer Esaslı Alan Belirleme Sistemi**

Bu sistem 128x128 Pixel'lik tanzim kamerası kullanır ve günümüzde 10.2 cm'lik (4 inches) bir görüntüleme alanı için ayarlanabilir. Bu kamera sn'de 384 çerçeve tarayabilir. Bu hızda, kamera 0.61 m/s'lik bir hızla kerestenin alt yüzeyinde cm'de 6 noktada ve kerestenin üst yüzeyinde cm'de 12 noktada alan verisi oluşturur. Sistem 0.25 mm'lik toleransta kereste kalınlığını kontrol edebilir. Bu konuda devam eden çalışmalar kerestenin her bir yüzeyini 2 kamera ile görüntülenmesi olmak üzere 4 kameranın entegre edilmesi yönündedir. Bu 4 kameralı sistemi başlangıçta 20.3 cm'lik alanın görüntülenmesi ile sınırlandırılacak olmasına rağmen, 4 kameralı sistemi ihtiyaç duyulduğunda ilave kameralarla daha geniş kerestelerin alan kontrolünü yapmak mümkün olabilecektir.

Lazer ışık kaynağı, 632.8 nm dalga boyundaki 16 mW Helyum-Neon gazı ile üretilir. Yaklaşık 30 000 d/dak. hızla dönen bir 24 yüzlü poligon tarama aynası, lazer ışını ile kereste numunesini taramak için kullanılır. Lazer ışığı otaya çıkınca döner poligon aynasına çarpar ve kereste yüzeyine yansıtılır. Hızlı dönen ayna kereste örneğini genişliğince taramak için bir video çerçeve periyodunda birkaç kez tarama yapmaya muktedirdir.

Renkli görüntüleme verileri için yüksek hızda bir bilgisayar ara yüzey simülatörü mikrokanal için geliştirilmiştir. Görüntüleme proses yazılım algoritması lazer esaslı alan belirleme verilerinin etkili bir şekilde yorumlanması için gelişmelere bağlı olarak yorumlanabilir.

## **3.X- Işını Tarama Sistemi**

Günümüzde makine görüntüleme sistemi konusunda kullanım için dikkate alınan bir diğer tarayıcı x-ışını tarama sistemidir. Bu tarayıcı havaalanlarındaki bagajları taramak için kullanılan x-ışını tarayıcılarına benzer fakat daha yüksek uzaysal çözümlemeye sahiptir. Bu tarayıcılar 0.610 m/sn'lik bir hızla kerestenin alt yüzeyinde 3.9 Pixel, kerestenin üst yüzeyinde 7.9 Pixel'lik bir taramaya sahiptir. Bu tarama teknolojisinin gelişimi kereste taşıma sistemi üzerine x-ışını ünitesinin monte edilmesini kapsayacaktır. Ayrıca yüksek hızda bir ara yüzeyin oluşturulması ve verilerin yorumlanması için bilgisayarlı görüntü yazılım algoritmaların gelişimi ile renkli görüntüleme sistemine benzemektedir.



Sistem kontrol bilgisayarı bir IBM PS/2 bilgisayarından oluşur. Kontrol bilgisayarının amacı kereste taşıma sistemine ve görüntü işleme bilgisayarına kontrol işaretleri sağlamaktır. Bu bilgisayar çoğu sistem öğelerini sıhhatli bir biçimde devamlı olarak izleme yeteneğine sahiptir. Kontrol yazılımlarının geliştirilmesinde önemli bir durum da bir ara yüzey oluşturmaktır ki bu sürekli bakım performansı ve makineyle görüntüleme sistem operasyonları için kereste fabrikalarının yeni bir işlendirme şekline olanak sağlayacaktır.

## **6.Makinayla Görüntüleme ve Fabrika Uygulamaları İçin Bilgisayar Yazılımları**

Öncelikle yukarıda açıklanan görüntü sistemlerinden toplanan tüm görüntü verileri yorumlanmalıdır. Görüntü yorumlama iki işlemde oluşmaktadır: Görüntü bölümlenme ve objenin tanımlanması. Bölümlenme ilgili ekranın özelliklerini ayırıştırır. Yapraklı ağaç ve iğne yapraklı ağaç kerestelerinin analizinde bu bölümlenmenin amacı, kusursuz kısımları potansiyel olarak kusurlu bölgelerden ayırmaktır. Diğer yandan tanımlama, kerestenin değerini etkileyen kusurları tarif etmek için odun özellikleri ile ilgili teknik bilgiyi gerektirir. Bilgiye dayalı bir sistem, renk görüntüleme verilerini kullanarak kusurların yerini ve tipini belirlemede başarı ile kullanılmaktadır (Cho 1991). Bu bilgiye dayalı çalışmalar, çeşitli alıcılardan aynı anda toplanacak çoklu kaynakların bilgilerinin entegresine yardımcı olmak için bilgiye dayalı yaklaşımın gelişmesine yardım edecektir.

Makinayla görüntüleme sisteminin faydasını göstermek için, bir uygulama programı yapılmıştır. Günümüzde çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir: 1- Yapraklı ağaç kerestesi uç alma ve kenar alma simülasyonu (Kline et al. 1992), 2- Yapraklı ağaç kerestesi sınıflandırma programı (Klinkhachorn et al. 1988), 3- Yapraklı ağaç kerestesi kesim programı. Yapraklı ağaç kerestesi uç alma ve kenar alma simülasyonu görüntü işleme yazılımının sonuçlarını alabilir ve kerestelerin ucu ve kenarı boyunca biçme oyuklarını grafiksel olarak gösterir. Bilgisayar maksimum kereste değeri için kenar alma ve uç alma pozisyonlarına otomatik olarak kodlanır. Yapraklı ağaç kereste sınıflandırma programı makineyle görüntüleme sistemiyle işlenen yapraklı ağaç kerestelerini otomatik olarak sınıflandırmak için kullanılabilir. Yapraklı ağaç dar ve uzun keresteleri kesim programı, maksimum hacim randımanı sağlamak için belirli uzunluklara göre dar genişlikteki tahtaların kesilmesinde kullanılır. Bu kesim programı keresteden elde edilen daha küçük boyutlu ürünlerin eldesinde kullanılır. Bu kesim programı dar ve sabit genişlikteki keresteler için hazırlanmasına rağmen CORY (Brunner et al. 1989) gibi diğer mevcut programlar tam boyutlu kerestelerin kesimi için kullanılabilir. Gösterim amaçlarına ilave olarak kenar ve baş alma simülasyonu, sınıflandırma programı ve kereste kesim programları makineyle görüntüleme sisteminin performans ve doğruluğunu değerlendirmek için kullanılmaktadırlar.

## **SONUÇ**

Günümüzde gelişmiş ülkelerde kerestede bulunan çeşitli kusurları saptamak amacıyla çoklu alıcıları kullanan makineyle görüntüleme sistemi adı verilen mekanizmalar geliştirilmiştir. Bilim adamları bu güne kadar kereste imalat endüstrisinde kullanılmak üzere çoklu alıcılara sahip makineyle görüntüleme sistemleri üzerine oldukça fazla çalışma yapmışlardır (Kline et al. 1992). Bu çalışmalar sonucunda renkle tanımlama sistemi, lazer esaslı alan belirleme sistemi, x- ışını tarayıcıları, ara yüzey donanımı, bilgisayar algoritması ve tam ölçekli kereste taşıma sisteminden oluşan makineyle görüntüleme teknolojisi tasarlanmıştır.

Bu görüntüleme sistemlerinin tümünün tam olarak entegrasyonu ile, gelecek yıllarda hakikaten esnek ve güvenli bir makineyle görüntüleme teknolojisinin geliştirilmesine önemli katkı sağlanacaktır. Böylece daha önce kerestede ki saptanamayan kusurlarında tespit edilmesi gerçekleştirilmiş olacaktır.

Dünyada makineyle görüntüleme sistemi adı verilen teknolojik yeniliklerin, ülkemizde nitelsiz iş gücü tarafından yapılan keresteleri kalite sınıflarına ayırma işlemlerinin yerini almasıyla, hem yanlış ebatlama ortadan kaldırılmış hem de keresteleri uygun kalite sınıflarına sağlıklı bir şekilde ayırma işlemi gerçekleştirilmiş olacaktır. Ayrıca kerestede ki kusurların yerleri tespit edilerek kerestelerin kusurlardan arındırılmasında daha az zayıt verilecek ve bunun neticesi olarak hem kereste kalitesi yükseltilmiş hem de zayıt minimuma indirilmiş olacaktır.

Günümüzde gelişmiş ülkelerde artık kereste üretiminin her aşamasının bilgisayar teknolojisi kullanarak en az zayıtla maksimum çıktının sağlandığı bir zamanda ülkemiz kereste endüstrisi sektörünün de bu seviyeyi yakalamaya çalışacağı kaçınılmazdır.

## KAYNAKLAR

- 1. King, R.J. 1978:** “Microwave Electromagnetic Nondestructive Testing of Wood”, Proceedings of the 4th Symposium on Nondestructive Testing of Wood, Vancouver, WA, pp. 121-134
- 2. Kenway, D. 1990:** “Computer-Aided Lumber Grading”, Proceedings of the 7th Symposium on Nondestructive Testing of Wood, Washing State University, Pullman, Wa, pp. 189-206.
- 3. Kline, D.E. and Araman, P.A. 1997:** “Scanning Hardwood Lumber for Processing and Grading- What to do Now and Why”, 7th International Conference on Scanning & Process Optimization for the Wood Products Industry, pp.49-59
- 4. Conners, R.W.; Ng, C.T.; Drayer, T.H.; Tront, J.G. and Kline, D.E. 1990a.:** “Computer Vision Hardware System for Automating Rough Mills of Furniture Plants”, Proceedings of the SPIE, Applications of Artificial Intelligence, VIII, Orlando, Florida, pp.777-787
- 5. Conners, R.W.; Cho, T.H.; Ng, C.T.; Drayer, T.H.; Araman, P.A. and Brisbin, R.L. 1990b.:** “A Multisensory Machine Vision system for Hardwood Defect Detection”, Proceedings, Process Control/Production Management of wood Products: Technology for the 90’s, Athens, Georgia, pp. 99-110.
- 6. Araman, P.A.; Schmoldt, D.L.; Cho, T.H.; Zhu, D.; Conners, R.W. and Kline, D.E. 1992:** “Machine Vision Systems for Processing Hardwood Lumber and Logs”, AI Applications, 6(2), pp.13-26
- 7. Conners, R.W.; Cho, T.H.; Ng, C.T.; Drayer, T.H.; Araman, P.A. and Brisbin, R.L. 1992:** “A Machine Vision System for Automatically Grading Hardwood Lumber”, Industrial Metrology 2, pp.317-342.
- 8. Regalado, C.; Kline, D.E. and Araman, P.A. 1992:** “Value of Defect Information for Automated Edger and Trimmer Systems”, Forest Products Journal 4(3), pp.29-34.
- 9. Bush, R.J.; Sinclair, S.A. and Araman, P.a. 1990:** “Matching Your Hardwood Lumber to Marked Needs”, Southern Lumberman 251(8), pp. 24-27.

- 10. Conners, R.W.; Kline, D.E.; Araman, P.a. and Drayer, T.H. 1997:** “Machine Vision Technology for the Forest Products Industry”, *Computer* 30(79), pp. 43-48.
- 11. Kline, D.e.; Hou, Y.J.; Conners, R.W.; Schmoldt, D.L. and Araman, P. A. 1992:** “Lumber Scanning system for Surface Defect Detection”, 1992 International Winter Meeting, Nashville Convention Center, Nashville, Tennessee.
- 12. Drayer, T.H. 1991:** “A High Performance Microchannel Interface for Image Processing Applications”, Masters Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
- 13. Cho, T.H. 1991:** “A Knowledge-Based Machine Vision System for Automated Industrial Web Inspection”, Ph.D. Dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
- 14. Kline, D.e.; Wengert, E.M.; Araman, P.a. and Klinkhachorn, P. 1992:** “Hardwood Lumber Edger and Trimmer Training System”, *Forest Products Journal*, 42(1), pp. 53-57.
- 15. Klinkhachorn, P.; Conners, R.W. and Huber, H.a. 1988:** “Automated Computer Grading of Hardwood Lumber”, *Forest Products Journal* 38(3), pp.67-69.
- 16. Brunner, C.c.; White, M.S.; Lamb, F.M. and Schroeder, J.g. 1989:** “CORY: A Computer Program for Determining Dimension Stock Yields”, *Forest Products Journal* 39(2), pp.23-24.

\*\*\*\*\*

Ağaç Makineleri Teknoloji & Araştırma Dergisi, Sayı: 2, Sayfa: 66-69, 2001.

\*\*\*\*\*