

**GÖKNAR (*Abies ssp.*), SARIÇAM (*Pinus Sylvestris*) VE KARAÇAM (*Pinus Nigra*)
KERESTELERİ KALİTE VE VERİM İLİŞKİLERİ**

Koray DÖNMEZ

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Yüksek Mühendislik Tezi
Olarak Hazırlanmıştır.**

**BARTIN
Temmuz 2005**

KABUL:

Koray DÖNMEZ tarafından hazırlanan "GÖKNAR, SARIÇAM VE KARAÇAM KERESTESİ ÜZERİNDE KALİTE VE VERİM İLİŞKİSİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Mühendislik Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 01/07/2005

Başkan: Yrd. Doç. Dr. Hikmet YAZICI (Z.K.Ü.)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Gökhan GÜNDÜZ (Z.K.Ü.)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Süleyman KORKUT (A.İ.B.Ü.)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. 26/07/2005



Prof. Dr. İhsan TOROĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.

ÖZET

Yüksek Mühendislik Tezi

GÖKNAR (Abies ssp.), SARIÇAM (Pinus Sylvestris) VE KARAÇAM (Pinus Nigra) KERESTELERİ KALİTE VE VERİM İLİŞKİLERİ

Koray DÖNMEZ

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hikmet YAZICI

Temmuz 2005, 146 sayfa.

İnsanın ihtiyaçlarını karşılaması için doğadan yararlandığı en eski materyal ağaç malzemedir. Ağaç malzemenin estetik özellikleri, işlenme karakteristikleri ve kullanım yerinin çok geniş olması diğer malzemelere karşı üstünlüğü ağaç malzemenin insanoğlu yaşamındaki önemini de pekiştirmektedir.

Ancak ağaç malzeme, fiziksel faktörlerden ateş ve rutubete karşı dayanıklı değildir. Yüksek sıcaklık, odunun yanarak yok olmasına neden olmakta, rutubet ise; mantar, böcek ve bakterilerin yaşaması için uygun bir ortam sağlamaktadır. Bu da kereste endüstrisinde kalite, randıman ve verim açısından önemli bir unsur teşkil etmektedir. Aynı zamanda biçme tekniği, fabrikanın üretim şartları, kullanılan hammadde kalitesi, makine ve teçhizatın kalitesi ve çalışanların yeterli teknik donanıma sahip olması gibi daha birçok neden kereste endüstrisinde kalite, randıman ve verime etki eden faktörlerin başında gelmektedir.

ÖZET (devam ediyor)

Bütün bunlara bağılı olarak kereste fabrikalarında tomrukların biçilmesi ile oluşan kereste randımanşı ile bunların sonucunda meydana gelen artıkların miktarı, ağaç türüne,

tomruğun çap ve kalite sınıfına göre değişmektedir. Ayrıca üretim sonunda oluşan kapak, yan, baş ve talaş gibi ürün miktarlarının da farklılıklar meydana gelmektedir.

Bu çalışma bütün bu etkenleri de içerisinde bulundurularak asli ağaç türlerimizden olan Gökmar (Abies ssp.), Sarıçam (Pinus sylvestris) ve Karaçam (Pinus nigra)'ın şerit testelerde biçilmesi sonucu oluşan aralarındaki kalite, randıman ve verim ilişkilerinin daha iyi incelenmesi amacı ile yapılmıştır. Araştırmanın diğeri bir amacında bu ağaç türlerinin biçilmesi sonucu oluşan artık miktarlarını da tayin etmektir.

Bartın ilinde bulunan ve kereste sektöründe faaliyet gösteren Dönmez Orman Ürünlerinde yapılan bu araştırmada 40 adet Gökmar, 13 adet Sarıçam ve 27 adet Karaçam tomruğu kullanılmış olup ağaç türleri üzerinde gerekli çalışmalar yapılmış, bunların üretim öncesi, üretim esnası ve üretim sonrasında bulunan veriler değerlendirilmiş ve bunlar arasındaki ilişkiye araştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Gökmar (Abies ssp.), Sarıçam (Pinus sylvestris), Karaçam (Pinus nigra)

Bilim Kodu : 502.09.02

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

FIR (*Abies ssp.*), SCOTCH PINE (*Pinus Sylvestris*), BLACK PINE (*Pinus Nigra*) TIMBER QUALITY AND PRODUCT RELATIONS

Koray DÖNMEZ

**Zonguldak Karaelmas University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Industrial Engineering**

Thesis Advisor : Asst. Prof. Hikmet YAZICI

July 2005, 146 pages.

Wood is the oldest natural material that human necessitate. Also, it is a very important material in the human life due to its ecstastic characteristic extreme versatility, large range al its uses, and its advantages over the other materrals as well. However, wood is the not resistant to fir and moisture as physical factors. At high temperatures, wood is burned and destroyed finally. Moisture causes an environment of bacteria, fungus and bug living in the wood. These factors have negative effects on quality, productivity and efficiency of timber production. At the same time, saving technique, anvironment of the production, row material quality and equipment quality maintaince. Affect quality, productivity and efficieny of the timber production.

Besides above all, timber productivity output and the amount of secondary products such as plank, beams and sawdust rely on tree species, radius of the tree log and the quality grade of the log. Also depending on these, the amounts of the secondary products differ.

ABSTRACT (continued)

Our main aim in this study is examining quality, output and efficiency of the timber production from fir (*Abies Mill.*), scotch (*Pinus sylvestris.*) pine and black pine (*Pinus nigra*) species considering the impacts of the factors mentioned above. The secondary products as well as output amount.

In this study done at the Dönmez Forest Products in Bartın, forty fir, twenty black pine and thirteen scotch pine were used. The necessary studies were done on these three species. Also, the data found before production, during production and after production were analyzed. In addition, the relationships among these factors were studied.

Keywords : Fir (*Abies ssp.*), Scotch pine (*Pinus sylvestris*), Black pine (*Pinus nigra*)

Science Code : 502.09.02

TEŞEKKÜR

“Gökmar (Abies ssp.), Sarıçam (Pinus Sylvestris) ve Karaçam (Pinus Nigra) keresteleri arasındaki kalite-verim ve randıman ilişkileri” isimli bu yüksek lisans tezinde danışmanlığımı üstlenen ve bu güne kadar çok kıymetli öneri ve desteklerini benden esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hikmet YAZICI ’ya sonsuz teşekkür ederim.

Özellikle araştırmamın istatistiksel analiz aşamalarında benden yardımlarını esirgemeyen, değerli fikir ve desteklerini aldığım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Gökhan GÜNDÜZ ’e ve sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Süleyman KORKUT’a, Arş. Gör. Ersin GÜNGÖR ’e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tezim süresince yardımlarını benden esirgemeyen, daima destek ve önerilerinden yararlandığım sayın hocam Araş. Gör. İ. Emrah DÖNMEZ ’e teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmamın uygulamasını yaptığım Dönmez Orman Ürünleri Kereste fabrikasında, çalışma boyunca yardım ve desteklerini aldığım Dönmez Orman Ürünleri çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Bu yüksek lisans tezinin ve hazırlanmasında, yardım ve desteğini aldığım değerli arkadaşım Ayhan ATILGAN ve Sedat TÜRKOĞLU’ na teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca beni yalnız bırakmayan, desteğini ve ilgisini üzerimden eksik etmeyen Zeynep Pınar CEM ’e ve öğrenim hayatım boyunca bana her zaman destek olan ve varlıklarını yanımda hissettiğim saygıdeğer ailem’e ayrıca sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
 BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER	 1
1.1 GİRİŞ	1
1.2 MAKSİMUM VERİM TEORİSİ	5
1.3 KERESTE İLE İLGİLİ TERİMLER, KERESTE ÇEŞİTLERİ VE ARTIKLAR	 13
1.4 TOMRUK BİÇME ŞEKİLLERİ	17
1.4.1 Keskin Kesiş.....	18
1.4.2 Prizma Kesiş.....	22
1.5 KERESTE ENDÜSTRİSİNDE KALİTE, ÜRETİM KUSURLARI, VERİMLİLİK, RASYONALİZASYON VE RANDIMAN	 27
1.5.1 Kereste Endüstrisinde Verimlilik, Rasyonalizasyon ve Randıman.....	 27
1.5.2 Randımanı Etkileyen Faktörler.....	35
1.5.2.1 Tomruk Çapı	36
1.5.2.2 Tomruk Uzunluğu	37
1.5.2.3 Tomruk Formu	38

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	Sayfa
1.5.2.4 Büyüme Özellikleri ve Tomruk Kusurları.....	39
1.5.2.5 Kereste Enine Kesiti	41
1.5.2.6 Biçme Makineleri	43
1.5.2.7 Kesiş Yöntemi.....	44
1.5.2.8 Testere Kalınlığı ve Testere Biçme Hattı	47
1.5.2.9 Biçme Hataları	47
1.5.3 Kalite	48
1.5.4 Kereste Endüstrisinde Üretim Kusurları	49
1.5.4.1 Ondüleli Biçme.....	54
1.5.4.2 Derin Testere Çeltiği	54
1.5.4.3 Kaba Biçme Çeltiği	55
1.5.4.4 S Şeklinin oluşumu.....	55
1.5.4.5 Burulma (Pervane Şekli)	56
1.5.4.6 Kalınlık Farklılığı	56
1.5.4.7 Saçaklılık	57
1.5.4.8 Yüzey Pürüzlülüğü	57
1.5.4.9 Doğal Kusurlar	59
1.5.5 Göknar ve Çam Tomruklarının Biçmeden Önce Bekletme Sürelerinin Randımana Etkisi.....	60
1.5.6 Randımanı Arttırmak İçin Alınacak Önlemler	67
1.5.6.1 Kantite Randımanı Arttırmak İçin Alınacak Önlemler	67
1.5.6.2 Kalite Randımanı Arttırmak İçin Alınacak Önlemler	69
1.6 GÖKNAR (ABIES ssp.), SARIÇAM (PINUS SYLVESTRIS), KARAÇAM (PINUS NIGRA)	71
1.6.1 İğne Yapraklı Ağaç Odunlarının Anatomik Yapısı.....	71
1.6.2 Göknar (Abies ssp.)	72
1.6.2.1 Botanik özellikleri	73
1.6.2.2 Abies Bornmülleriana: Uludağ Göknarı.....	74
1.6.3 Sarıçam (Pinus Sylvestris).....	75
1.6.3.1 Pinus sylvestris L.ve Sarıçam Etimolojisi	75

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	Sayfa
1.6.3.2 Sarıçam (Pinus sylvestris L.)’ın Sistematikteki Yeri.....	75
1.6.3.3 Sarıçam (P.Sylvestris L.)’a ait Morfolojik Özellikler	76
1.6.3.4 Sarıçamın Doğal Yayılışı	77
1.6.4 Karaçam (Pinus Nigra)	81
1.6.4.1 Karaçam Odununun Makroskopik ve Mikroskopik Özellikleri	82
1.6.4.2 Karaçam Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri	82
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOD	84
2.1. MATERYAL	86
2.1.1 Göknar Tomrukları	86
2.1.2 Sarıçam Tomrukları	88
2.1.3 Karaçam Tomrukları	89
2.2 METOD	90
2.2.1 Prizma Kesiş Yönteminde Hesaplama	92
2.2.2 Keskin Kesiş Yönteminde Hesaplama	96
BÖLÜM 3 BULGULAR	101
3.1 GÖKNAR KERESTELERİNE AİT BULGULAR.....	101
3.1.1 Üretim Sonrası Elde Edilen Değerler	101
3.1.2 Göknar Kerestesinin Max. Verim Teorisine Ait Bulguları	106
3.2 SARIÇAM KERESTELERİNE AİT BULGULAR.....	109
3.2.1 Üretim Sonrası Elde Edilen Değerler	109
3.2.2 Sarıçam Kerestesinin Max. Verim Teorisine Ait Bulguları	110
3.3 KARAÇAM KERESTELERİNE AİT BULGULAR.....	112
3.3.1 Üretim Sonrası Elde Edilen Değerler	112
3.3.2 Karaçam Kerestesinin Max. Verim Teorisine Ait Bulguları.....	116
3.4 İSTATİSTİKLER	118
3.4.1 S.P.S.S. Programı Sonrası Elde Edilen İstatistikler.....	118
3.4.1.1 Descriptives (Tanıtıcı İstatistikler)	119

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.4.1.2 Anova, Tukey B ^{a,b} Testi	119
3.4.2 Rekresyon Analizine Yönelik Varyans Analizi.....	127
 BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER	 135
 4.1 GÖKNAR KERESTELERİNE AİT SONUÇLAR	 135
4.2 SARIÇAM KERESTELERİNE AİT SONUÇLAR.....	136
4.3 KARAÇAM KERESTELERİNE AİT SONUÇLAR.....	137
4.4 DENEY TOMRUKLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	138
4.5 ÖNERİLER	139
 KAYNAKLAR.....	 141
ÖZGEÇMİŞ	146

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Tomruğun ince uç enine kesitine maksimum yüzeye sahip bir prizmanın yerleştirilmesi (Fischer, 1971).....	5
1.2 Kesikli parabol şeklindeki bir yüzeye maksimum yüzeyli bir dikdörtgenin yerleştirilmesi (Fischer,1971).....	7
1.3 Ana ürün kalınlığının saptanmasında tomruk ince ve kalın uç çapı ile kereste genişlikleri arasındaki ilişkiler (Fischer, 1971)	10
1.4 Prizma kesişte tomruk enine kesitinin maximum yüzey verecek şekilde bölünmesi (Fischer, 1971).....	11
1.5 Maksimum randıman teorisine uygun olarak keskin kesiş diyagramı (Fischer, 1971) ..	13
1.6 Keskin kesiş(Çağlar, Y).....	18
1.7 Testere biçme hattının tomruk gövde eksenine paralel olduğu normal keskin kesiş (Richards, D. B.).....	20
1.8 Tüm kerestelerin tomruk gövde eksenine yerine bir taraftaki yanall yüzeye paralel olacak şekilde biçildiği farklı keskin kesiş (Richards, D. B. 1973)	20
1. 9 Eğrisel Biçme (Grönlund, A. 1989)	21
1.10 Prizma kesiş (Bozkurt vd, 1996)	23
1.11 Gövde eksenine paralel prizma kesiş (Hallock vd, 1976)	24
1.12 Tomruk yanall yüzeyine paralel prizma kesiş	24
1.13 Karar biçme	25
1.14 Açısall biçme (Grönlund, A. 1989)	26
1.15 İki taraflı konik biçme (Richards, D. B. 1973)	26
1.16 SANKEY Diyagramı (Fischer,1971., Özen, 1978).	32
1.17 Kereste üretiminde materyal akışı.	33
1.18 Tomruk uzunluğu ve çap düşüşünün ana ürün randımanına etkisi (Fischer,1971., Özen, 1978).	37
1.19 Kereste enine kesit boyutlarının randımana etkisi (Fischer,1971).	42

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.20 Sulama oranına göre tomruk ince uç çapı ve randıman yüzdeleri (Lohmann, U. 1982)	42
1.21 Ondüleli biçmede kerestenin görünüşü	54
1.22 S şeklinin görünüşü (Foto: Dönmez,2005).....	55
1.23 Burulmuş şekilde biçilmiş kerestenin görünüşü (Foto: Dönmez,2005)	56
1.24 Saçak oluşmuş bir kereste (Foto: Dönmez,2005).....	57
1.25 Kerestede şekil eğriliği (Foto: Dönmez,2005)	59
1.26 Budakların kerestede bulunmuş şekilleri ve oran hesabı.....	60
1.27 Gök nar türlerinin Türkiye’deki yayılış alanları.....	73
2.1 Bir tomruğun kalın ve ince uç çapı enine kesitlerinin görünümü (Fischer, 1971)	92
2.2 Pisagor Teoremi (Kabakçı, O. 1986)	93
2.3 Keskin kesişte ince uç çapına göre kullanılan şablonun görünüşü.....	97

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 di / dk oranına bağlı olarak B' nin di ve dk cinsinden miktarı (Fischer,1971).....	10
1.2 Ağaç cinslerine göre yaş, yarı kuru ve kuru kerestelerin ağırlıkları (TSE 654).....	31
1.3 İğne yapraklı tomrukların keresteye biçilmeleri sırasında oluşan yanları alınmış kereste kayıp ve randıman oranları (TSE 654)	34
1.4 İğne yapraklı tomrukların yanları alınmış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan artık adlarına göre kayıp oranları (TSE 654).....	34
1.5 Yapraklı tomrukların yanları alınmamış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan kayıp ve randıman oranları(TSE 654)	34
1.6 Yapraklı tomrukların yanları alınmamış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan artık adlarına göre kayıp oranları (TSE 654).....	34
1.7 Yapraklı tomrukların yanları alınmış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan kayıp ve randıman oranları (TSE 654)	35
1.8 Yapraklı tomrukların yanları alınmış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan artık adlarına göre kayıp oranları (TSE 654).....	35
1. 9 İğne yapraklı yapı kerestelerinin boyutları.....	50
1.10 İğne yapraklı kerestenin sınıf özellikleri	51
1.11 Zamana bağlı olarak katrakla biçilen çam ve göknar tomruklarında kereste randımanları.....	63
1.12 Zamana bağlı olarak katrakla biçilen çam ve göknar tomruklarında oluşan artıkların yüzde değerleri.....	64
1.13 Zamana bağlı olarak katrakla biçilen çam ve göknar tomruklardan elde edilen kerestelerin kalite randımanları	65
1.14 Sarıçam Ormanlarının Bölge Müdürlüklerine göre alansal dağılımı (Türkiye Orman Envanterleri, 1980)	80
1.15 Karaçamın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri (Örs, 1986)	83
2.1 Tomruk Adetleri	86
2.2 1-10 nolu göknar tomruklarına ait değerler	86
2.3 11-20 nolu Göknar tomruklarına ait değerler	87
2.4 21-30 nolu Göknar tomruklarına ait değerler	87
2.5 31-40 nolu Göknar tomruklarına ait değerler	88

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.6 Sarıçam tomruklarına ait değerler	88
2.7 1-10 nolu Karaçam tomruklarına ait değerler.....	89
2.8 11-20 nolu Karaçam tomruklarına ait değerler.....	89
2.9 21-27 nolu Karaçam tomruklarına ait değerler.....	90
2.10 Ürün Ebatları	91
3.1 Gök nar kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (1-10 arası)	102
3.2 Gök nar kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (11-20 arası)	103
3.3 Gök nar kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (21-30 arası)	104
3.4 Gök nar kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (31-40 arası)	105
3.5 Gök nar tomruklarının üretimi sonrası atık ve randıman oranlarının çap gruplarına göre dağılımı	106
3.6 Gök nar kerestelerinin maksimum verim teorisine ait ana ürün randımanları	107
3.7 Gök nar siparişlerin max. verim teorisinde uygulanması sonucu oluşan ana ürün randımanları.....	108
3.8 Sarıçam kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri.....	109
3.9 Sarıçam tomruklarının üretimi sonrası atık ve randıman oranlarının belirli çap ve boy gruplarına göre dağılımı	110
3.10 Sarıçam kerestelerinin max. verim teorisine ait ana ürün randımanları	111
3.11 Sarıçam siparişlerinin max. verim teorisinde uygulanması sonucu oluşan ana ürün randımanları	112
3.12 Karaçam kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (1-9 arası).....	113
3.13 Karaçam kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (10-18 arası).....	114
3.14 Karaçam kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (19-27 arası).....	115
3.15 Karaçam tomruklarının üretimi sonrası atık ve randıman oranlarının belirli çap ve boy gruplarına göre dağılımı	116
3.16 Karaçam kerestelerinin max. verim teorisine ait ana ürün randımanları.....	117
3.17 Karaçam siparişlerinin max. verim teorisinde uygulanması sonucu oluşan ana ürün randımanları	118
3.18 Tanıtıcı İstatistik Çizelgesi	120
3.19 Anova testi sonuçları	122
3.20 Kutur.....	123
3.21 Hacim.....	123
3.22 Ağırlık (Tomruk)	124

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.23 Ana Ürün (Kg).....	124
3.24 Ana Ürün (V).....	124
3.25 Yan Ürün (Kg).....	124
3.26 Yan Ürün (V).....	124
3.27 Toplam Atık (Kg).....	124
3.28 Toplam Atık (V).....	124
3.29 Kapak (V).....	124
3.30 % Kapak	124
3.31 Yan (V).....	124
3.32 % Yan.....	125
3.33 Baş (V).....	125
3.34 % Baş.....	125
3.35 Talaş (V).....	125
3.36 % Toplam Atık	125
3.37 % Randıman 2	125
3.38 % Toplam Randıman.....	125
3.39 Sınıf.....	126
3.40 Boy.....	126
3.41 Rutubet.....	126
3.42 % Talaş.....	127
3.43 % Randıman 1	127
4.1 Gök nar kereste sonuçlarının karşılaştırılması.....	135
4.2 Sarıçam kereste sonuçlarının karşılaştırılması	136
4.3 Karaçam kereste sonuçlarının karşılaştırılması	137
4.4 Deney tomruklarının karşılaştırılması	138

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Df	:	Serbestlik Derecesi
Interval	:	Ortalamanın %95 Güvenilirlik Düzeyinde Tahmini
İYA	:	İğne Yapraklı Ağaçlar
N	:	Birey Sayısı
RAND.1	:	Ana Ürün Randımanı
RAND.2	:	Yan Ürün Randımanı
Sig.	:	Önemlilik Düzeyi (P)
Std.Deviation	:	Standart Sapma
Std.Error	:	Standart Hata
TS	:	Türk Standartları
X	:	Bağımlı değişken
Y	:	Bağımsız değişken

BÖLÜM I

GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

Çağın endüstriyel hammaddesi olarak ahşap, bir yapı malzemesi olarak Anadolu’da binlerce yıllık geçmişe sahiptir. Başka malzemelerin yetersiz kaldığı birçok mimari sorunu çözebilen çağdaş bir mühendislik malzemesi olarak bakılmalıdır. Geçmişte yaşanan irrasyonel tüketim gerçeğinin sakıncalarının fark edilmesi ve bu kavramın bilinçli kullanım kavramıyla değiştirilmesi yönünde yoğun gayretler sarf edildiği günümüzde, yenilenebilen kaynaklar kavramı üzerinde yoğun bir şekilde durulmaktadır. Ahşap klasik yenilebilir kaynaktır.

Günümüz teknolojisi sahip olunan hammaddelerin ve bunlardan elde edilen malzemelerin özelliklerini tanıtan, değerlerinin ve faydalarını arttırıcı bir konumdadır. Bu sayede sahip olduğu çeşitli özelliklerle, hammadde ve malzeme olarak ahşap gittikçe artan bir önem kazanmaktadır (FAO).

Diğer taraftan, bugün dünyadaki kara yüzölçümünün dörtte birini teşkil eden ormanların verdiği odun hammaddesinden endüstride tam manası ile olumlu bir faydalanma sağlanmış bulunmamaktadır. Orman ürünleri sanayisinde odun hammaddesi çok yüksek kayıplarla işlenmektedir. Kereste endüstrisinde hammadde kaybı % 40-70’e kadar yükselmektedir. İleri, modern teknolojinin amacı, ağaç işleyen ayrı ayrı endüstrilerde; biri diğerinin işleyemeyeceği kısımları işleyerek, hammadde israfına yol vermeden minimum kayıpta en yüksek değer elde edilebilmektedir (Örs vd., 1990).

MÖ. 3. yüzyılda Mısır'da bronz el testereleri yapılmış ve kereste üretiminde kullanılmıştır. MÖ.2. yüzyılda bu testereler Avrupa'da kullanılmaya başlanmıştır. MS. 3. yüzyılda yaklaşık 369 yıllarında da taş biçilmesinde kullanılan bir testere makinesi herhangi bir şiirde anlatılmıştır. Bu kereste biçmekte kullanılan makinelerin o zamanlardan bilinmekte olduğunu göstermektedir. 1245 yılında Fransız Mühendis WLARS su ile çalışan bir testere makinesinin projesini veya taslağını çizmiştir. Bu bilinen en eski taslaktır. 1322 yılında Almanya'nın Ausburg şehrinde su ile tahrik edilen ilk testere makinesi çalışmaya başlamıştır. 15. yüzyılda Leonardo Da Vinci elle çalıştırılan tek testereli bir makine geliştirilmiştir. Bu makine ile bugünkülerin çalışma prensibi aynıdır. 16. yüzyılda Hollanda da rüzgar kuvvetinden yararlanan testere makineleri geliştirilmiştir. 18. yüzyılda da bu makineler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1799 da Fransız Mühendis LCA Albert daire testereyi geliştirmiştir ve patentini almıştır. Bu yüzyılda makinelerde ağaç malzeme yerine metal kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca buhar gücünden ve dekil hatlarından yararlanılmıştır. 1860-1862 de kereste makineleri ve işletmeleri hakkında yayınlar başlamıştır. 1990'dan 1950'ye kadar makinelerde bir çok düzeltmeler yapılmış, devir sayısını 300 dev/dk'ya kadar çıkarılmıştır. Çalışan sayıda da bire indirilmiştir (Özen vd., 1980).

Çift daire testereli yan alma makineleri yarma şerit testere makineleri gibi güçlü tali makineler geliştirilmiştir. Makine ünitelerinin uygun transportörlerle birleştirilmesi ile üretim tam otomatik hali getirilmiş, kapasite arttırılmıştır. Bunun sonucu olarak yüksek kapasiteli fabrikaların daha ekonomik olduğu anlaşılmış ve küçük fabrikalar bunlarla rekabet edemedikleri için çoğu kapanmıştır. Bu devirde kereste endüstrisi hakkında bilimsel çalışmalar yaygınlaşmış ve araştırma üniteleri kurulmuştur (Aydemir vd., 1965).

1950'den günümüze kadar kereste endüstrisi daha çok gelişmiş insan emeğinin katkısı azalmıştır. Halen İsveç'te çalışmakta olan bir fabrikada tomruklar otomatik ölçülmekte, kabuğu soyulmakta metal parçaları arınmakta, ölçüler bilgisayarda değerlendirilmekte ve arkaya dizilmiş blok şerit testere makineleri her bir tomruğa uygun olarak otomatik ayarlanmaktadır. Kereste artıkları insan eli değmeden sınıflandırılıp tasnif edilmektedir. Bu fabrikada dakikada 9 tomruk biçilmektedir. Kırıntı ve kapak tahtası gibi artıklar anında uygulama makinelerine sevk edilmekte ve üretilen yongalar yonga levha endüstrisinde değerlendirilmektedir (Örs vd., 1990).

Bilgisayar destekli üretim, genel bir yaklaşımla, üretimin tüm aşamalarının bilgisayar desteği ile yönlendirilmesi ve kontrol altında tutulması olarak tanımlanabilir. Burada üretim ile ilgili işlevler; tasarım, mühendislik, imalat, üretim programlaması, stok kontrolü, kalite kontrolü, bakım programlaması, malzeme kullanımı, finans ve muhasebe vb. gibi faaliyetlerdir (Tekin, 2003).

Bu faaliyetlerin bilgisayar desteği ile sağlanması sonucunda ise üretim artışı ile birlikte kalitenin yükselmesi, maliyetlerin düşmesi, verimliliğin artması ve sonuçta özetle tüm üretim faaliyetlerinin optimize edilmesi hedeflenmektedir.

Diğer endüstri dallarında olduğu gibi kereste endüstrisinde de üretim optimize edilmesi, bir başka deyişle kereste kalite ve kandidate (miktar) randımanının ve fabrika kapasitesinin maksimize edilmesi bir çok değişkenin aynı anda ve en kısa sürede analiz edilmesi ile mümkün olmaktadır. Bunun yolu ise ancak ve ancak üretimin her aşamasında bilgisayar desteğinden faydalanmaktan geçmektedir (Kahveci, 1992).

Hızlı ve güçlü bilgisayarlar yıllardan beri mevcuttur. Proses kontrolü alanında asıl ilerlemeler son yıllarda her şeyden önce ekonomik mikrobilgisayarların gelişmesiyle ve basitleştirilmiş programlama metotlarının devreye sokulması ile elde edilmiştir (Korkut, 2003).

Kereste imalatı ile ilgili olarak McMillin ve arkadaşların (1984) ALPS (Otomatik kereste imalat sistemi) programını, Occena ve Schmoldt (1996) GRASP (mikrobilgisayar esaslı birbiri ile etkileşimle grafikler biçme programı) programını, Mendoza ve arkadaşları (1991) CEASAW (kereste fabrikası sahipleri için bilgisayar desteli analiz) programını, Brunner ve arkadaşları (1989) CORY (bilgisayarlı arttırılabilir randıman optimizasyonu) programını, Lewis ve Hallock (1974) BOF (En kusursuz yüzey sistemi) programını, Yaussy ve Brisbin (1990) STUMP (Fabrika ve ağaçtan faydalanma sistemi) programını, Todoroki (1990) AUTOSAW programını yazmışlardır (Çolakoğlu, 2002).

Ülkemizde kereste imalatının optimize edilmesi konusunda maalesef sadece Özşahin (1997) tarafından ROKOPİNA adında bir bilgisayar programı yazılmıştır.

Bugün gelişmiş ülkelerde bilgisayarlar kereste fabrikasındaki makinelerin yönetilmesi (kontrolü) yanında, kerestelik tomruğun satın alınmasından biçilmiş kerestelerin satılıp teslim edilişine kadar üretimimin çeşitli basamakları ile ilgili bütün verileri sürekli olarak hafızasında toplama işine de üstlenmiş durumdadır. Bu sayede her an depo açığı veya fazlası, satış öncesi, satış ve üretime ait tüm bilgiler elde hazır bulundurulmakta ve bunlar amaca uygun şekilde kullanılabilirler (Çolakoğlu, 2002).

Türkiye önemli bir endüstriyel odun üreticisi konumundadır. Nispeten gelişmiş sayılabilecek bir orman ürünleri endüstrisine sahiptir. Türkiye orman endüstrisi kendi hammaddelerini kullanarak kereste, yongalevha ve kontrplak esaslı ürünleri üretmektedir. Kağıt hamuru ve kağıt endüstrisi henüz iç pazara yönelik çalışmaktadır. Maalesef ki odun halen önemli oranlarda yakacak olarak kullanılmaktadır (Konukçu, 2001).

Kereste üretiminde yapılan iş, yuvarlak odunun öngörülen boyutlarda biçilmesidir. Bu işlem sırasında kerestenin yanında testere talaşı, kırıntı, kapak, kerestecik, takoz ve ıskarta mal olarak isimlendirilen atıklardan oluşur. Bunların bir kısmı, örneğin kapak tahtaları, çıta gibi daha küçük boyutlu kerestelere biçilerek değerlendirilir. Diğerleri başka endüstrinin hammaddelerinin oluştursalar da kereste endüstrisi için atık veya zayıt kabul edilirler (Özen., 1978).

Genel olarak randıman, çıktının girdiler toplamına oranıdır. Kereste endüstrisinde girdi tomruk, çıktı ise kerestedir. Kereste ana ve yan ürün olarak ikiye ayrılır. Ana ürünü boylarının kısaltılmasına gerek olmayan, yan ürünü ise ancak boyları kısaltıldıktan sonra prizmatik bir şekilde alan keresteler oluşturur. Ayrıca randıman aynı nitelik ve nicelik randımanı olarak da ikiye ayırmak mümkündür. Birincisi sadece üretilen kerestenin niceliğini (miktarını), ikincisi ise niteliğini (kalitesini) gösterir.

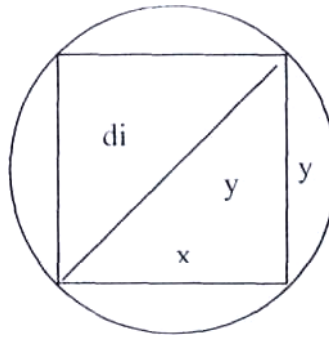
Kereste endüstrisinin bir amacı da; çıktının girdiye oranını yükseltmek, yani randımanı arttırmaktır. Bu ise randımanı etkileyen faktörlerin bilinmesine bağlıdır. Maisenbacher'e göre bunların sayıları 450'nin üzerindedir. Bunları; hammaddeye, makinelere, çalışanlara ve biçme yönetimine ilişkin faktörler olarak dört gruba ayırma olanağı vardır. Randımanın maksimum olabilmesi için; hammadde, makine, iş gücü ve biçme yöntemlerinin yapılacak üretime uygun bir şekilde belirlenmesi ve uygulanması gerekmektedir (Özen vd.,1980).

1.2 MAKSİMUM VERİM TEORİSİ

1932 yılında Feldman tarafından geliştirilen maksimum verim teorisi aşağıdaki hususların kabul edilmesine ve gerçekleştirilmesine bağlıdır (Fischer, 1971., Özen, 1978).

1. Kerestelik tomruğun formu kesilmiş bir rotatif parabolüdür.
2. Tomruğun uzunlamasına her bir kesiti kısmen kesilmiş bir parabol yüzey gösterir.
3. Tomruğun enine kesiti maksimum kereste kesiti sığacak şekilde taksim edilmelidir.
4. Yan alma ve baş kesme işlemleri maksimum yüzey verecek şekilde yapılmalıdır.
5. İş akışı yönünden tomruk, esas ve tali kısım olarak ikiye ayrılmalıdır. Esas kısımdan biçilen kerestelerin uzunluğu tomruk uzunluğuna eşittir. Tali kısımlardan üretilecek ürünler maksimum randıman elde edilecek şekilde kısaltılmalıdırlar.

Şekil 1.1 'de gösterildiği gibi, ince uç çapı daire olarak kabul edilen tomruktan maksimum randımanın alınabilmesi için; daire içine yerleştirilen maksimum yüzeye sahip dört köşe prizmanın kenar uzunlukları (kalınlığı ve genişliği) hesaplanabilir (Fischer, 1971., Özen, 1978).



Şekil 1.1 Tomruğun ince uç enine kesitine maksimum yüzeye sahip bir prizmanın yerleştirilmesi (Fischer, 1971).

$$di^2 = x^2 + y^2 \Rightarrow y^2 = di^2 - x^2 \Rightarrow y = \sqrt{di^2 - x^2} \quad (1.1)$$

Tomruğun ince uç enine kesiti içine yerleştirilen kerestenin enine kesit alanının (A) maksimum olarak belirlenebilmesi için enine kesit alan denklemi türevinin sıfıra eşitlenmesi gerekir (Fischer, 1971., Özen, 1978).

$$A = x.y = x\sqrt{di^2 - x^2} \quad A'=0 \text{ olmalıdır.}$$

$$A' = \sqrt{di^2 - x^2} + (x \frac{1}{2} (di^2 - x^2)^{-1/2} (-2x)) = \sqrt{di^2 - x^2} - \frac{2x^2}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{di^2 - x^2}}$$

$$A' = \sqrt{di^2 - x^2} - \frac{2x^2}{2\sqrt{di^2 - x^2}} = \sqrt{di^2 - x^2} - \frac{x^2}{\sqrt{di^2 - x^2}}$$

Paydalar eşitlenirse;

$$A' = \frac{\sqrt{di^2 - x^2}}{\sqrt{di^2 - x^2}} - \frac{x^2}{\sqrt{di^2 - x^2}} = \frac{di^2 - x^2 - x^2}{\sqrt{di^2 - x^2}} = \frac{di^2 - 2x^2}{\sqrt{di^2 - x^2}}$$

$$A'=0 \Rightarrow di^2 - x^2 = 0 \text{ olmalıdır.}$$

$$di^2 - x^2 = 0 \Rightarrow x = \sqrt{di^2 / 2} = di / \sqrt{2} = di\sqrt{2} / 2$$

x	0	$di\sqrt{2}/2$	di
A'		+++ 0	---
A		max.	

$x = \frac{di\sqrt{2}}{2}$ değeri A' yı maksimum yapan değerdir.

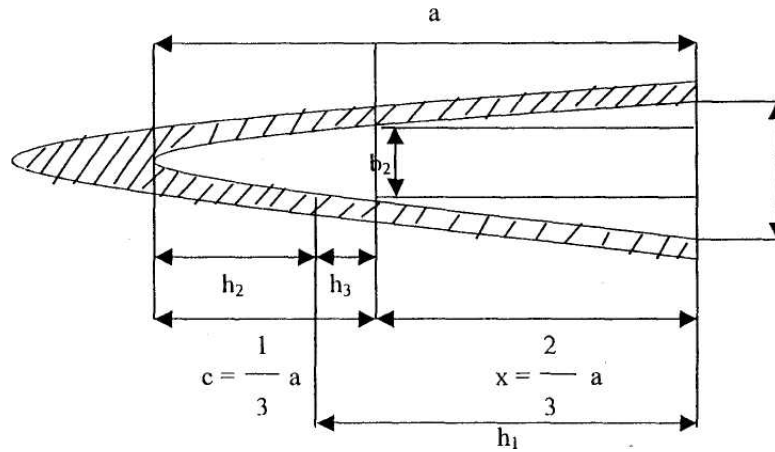
Bu işlemlere göre y değeri;

$$y^2 = di^2 - x^2 = di^2 - \frac{di^2}{2} = \frac{di^2}{2} \Rightarrow y = \frac{di}{\sqrt{2}} = \frac{di\sqrt{2}}{2}$$

$$x = y = \frac{di\sqrt{2}}{2} = 0.7071067812.di \quad (1.2)$$

Buna göre, enine kesiti daire olarak kabul edilen tomruğun içine yerleştirilen maksimum yüzeye sahip prizmanın kesiti kare olup kenar uzunluğu tomruk ince uç çapının 0.71 'i kadardır (Fischer, 1971., Özen, 1978).

Parabol şeklinde bir tahta veya kerestecik dış yüzey dikkate alınarak neresinden kesilirse maksimum yüzey verir? Kısmen kesilmiş parabol yüzey gösteren tomruğun boyuna olan her bir kesiti, maksimum randımanın sağlanabilmesi için Şekil 1.2'deki gibi kısaltılmalıdır.



Şekil 1.2 Kesikli parabol şeklindeki bir yüzeye maksimum yüzeyli bir dikdörtgenin yerleştirilmesi (Fischer, 1971).

Tahtalarının kesiti kesilmiş bir parabol olarak kabul edildiğinde, bu parabolün denklemi;

$$\frac{b_2^2}{b_1^2} + \frac{x}{a} = 1 \text{ olarak belirlenir.}$$

Buradan kesilecek tahtanın yüzey alanı $A = x.b_2$ 'dir. Bu alanın maksimum olması için ise;

$$b_2^2 = b_1^2 \cdot 1 - (x/a) \Rightarrow b_2 = b_1 \sqrt{1 - x/a}$$

$$A = x b_1 \sqrt{1-x/a} \Rightarrow A = \frac{b_1 x}{\sqrt{a}} \cdot (\sqrt{a-x})$$

Buna göre alanın maksimum olması için ise yine türevi sıfır olmalıdır.

$$A' = \frac{b_1}{\sqrt{a}} (\sqrt{a-x} - \frac{b_1 x}{2\sqrt{a-x}\sqrt{a}}) = \frac{b_1}{\sqrt{a}} (\sqrt{a-x} - \frac{x}{2\sqrt{a-x}})$$

$$A' = \frac{b_1}{\sqrt{a}} \cdot \left(\frac{2a-2x-x}{2\sqrt{a-x}} \right) = \frac{b_1}{\sqrt{a}} \cdot \left(\frac{2a-3x}{2\sqrt{a-x}} \right)$$

$$A' = 0 \Rightarrow 2a - 3x = 0 \Rightarrow x = \frac{2}{3}a$$

X	0		$\frac{2}{3}a$		a
A'	+	+	0	-	-
A			Max.		

$x = \frac{2}{3}a$ değeri A' yı maksimum yapan değerdir.

$$x = \frac{2}{3}a \quad \text{ve} \quad c = \frac{1}{3}a \quad \text{olur.} \quad (1.3)$$

Şekil 1.2'deki parabol, bir tahta olarak kabul edildiğinde; tahta yüzey alanının maksimum olabilmesi için tahtanın uç kısmından itibaren 1/3'lük kısmı kısaltılır ve sonra yanlan alınır. Böylece elde edilen tahtanın uzunluğu parabolün uzunluğunun 2/3'ü kadardır (Fischer, 1971., Özen, 1978).

Şayet tahta tam tomruk uzunluğunda değilse (genellikle parabol tam uzunlukta oluşmaz), yani kereste kesik parabol şeklinde ise tahtayı kısaltmaya gerek var mıdır? Varsa, kesilecek parçanın uzunluğu ne kadardır?

Şekil 1.2'de parabol şeklindeki tahta veya keresteciğin uç kısmı (h_2) kadar noksan kabul edilmiştir. Böylece kesik parabol görünümü kazanmış olan tahtadan, maksimum yüzeyde bir kereste biçebilmek için $h_3 = 0$ kabul edilmiş ve 3 nolu eşitliğe uygun olarak kereste

uzunluğunun 1/3'ü kadarı kesilmiştir. (h_2) uzunluğu bilinmediğine göre (h_3)'ün sıfır olup olmadığını kontrol edebilmek için tahtanın her iki tarafındaki genişliğini (b_1 ve b_2) içeren bir eşitlik yazılmalıdır. Bunun için;

$b_2 = b_1 \sqrt{1 - x/a}$ eşitliğinde x yerine $2/3.a$ koymak yeterli olacaktır.

$$b_2 = b_1 \sqrt{1 - x/a} = b_1 \sqrt{1 - 2a/3a} = b_1 . 1/\sqrt{3} = 0.5773502692.b_1$$

$$b_2 = b_1 / \sqrt{3} \Rightarrow 3b_2^2 = b_1^2 \Rightarrow 3b_2^2 - b_1^2 = 0 \quad (1.4)$$

Buna göre kesik tahtaların dar ucundaki genişliği, diğer ucundaki genişliğin (geniş ucun) yaklaşık % 60'ı kadar olmalıdır. Bu eşitlik sağlanıyorsa tahtayı kısaltmaya gerek yoktur. Sadece yarısının alınması yeterlidir. Tomruk çevresinden merkeze doğru gidildikçe biçilen tahtaların b_1 ve b_2 genişlikleri arasındaki fark azalır ve sonunda $h_3 = 0$ olur. Böylece tahtaların uçlarının kısaltılmasına gerek kalmaz. Yani; $b_1 > 0.5773502692.b$ veya $3 b_2^2 - b_1^2 > 0$ olduğu zaman kereste uzunluğu 1/3'den daha fazla kısaltılmış ve dolayısıyla randıman azalmıştır. $b_2 < 0.5773502692.b_1$ veya $3 b_2^2 - b_1^2 < 0$ olduğu zaman ise randımanın maksimum olabilmesi için önce eşitlik sağlanacak şekilde kereste uçlarının kısaltılmasına ve sonra yan alma işleminin yapılmasına gerek vardır (Fischer, 1971., Özen, 1978).

Ana ürünün, yani kısaltılmaya gerek duyulmayan tahtaların toplam kalınlığının (B) miktarı, tomruk ince ve kalın uç çapları cinsinden;

$$d_i^2 = B^2 + b_i^2 \Rightarrow b_i^2 = d_i^2 - B^2$$

$$d_k^2 = B^2 + b_k^2 \Rightarrow b_k^2 = d_k^2 - B^2 \text{ olarak ifade edilebilir.}$$

$b_i = b_k / \sqrt{3}$ eşitliğinden $b_k^2 = 3 b_i^2 \Leftrightarrow 3 b_i^2 - b_k^2 = 0$ yazılarak ve yukarıdaki bulunan değerler de yerine konarak;

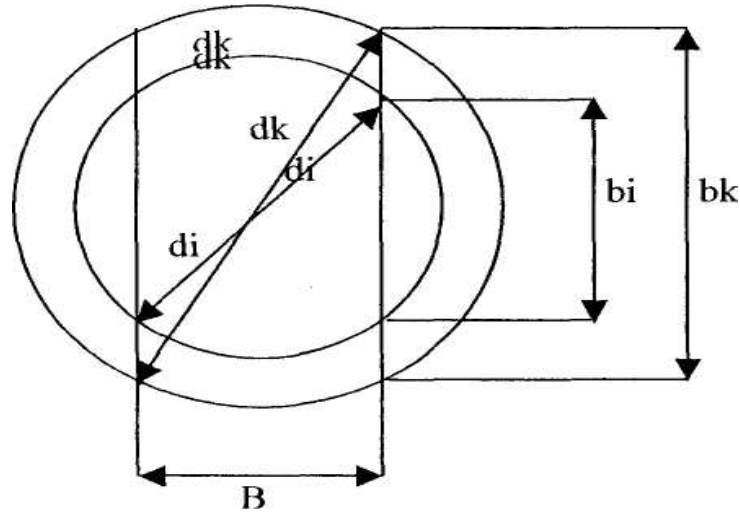
$$3 (d_i^2 - B^2) - (d_k^2 - B^2) = 0 \text{ olmalıdır. Buradan;}$$

$$3 d_i^2 - 2B^2 - d_k^2 = 0 \Rightarrow B^2 = (3 d_i^2 - d_k^2) / 2$$

$$B = \sqrt{1.5d_i^2 - 0.5d_k^2} \quad (1.5)$$

Buna göre ince ve kalın uç çapları arasındaki oran bilindiği takdirde, kısaltmaya gerek duyulmayan kereste kalınlıkları toplamı hesaplanabilir.

$B = 0$ ise tomruktan biçilecek tüm tahtalar kısılacak demektir. Bu durumda $d_i / d_k = 0.5773502692$ olur. Buna göre ana ürünün oluşumu ve miktarı tomruğun her iki ucundaki çapın oranına bağlıdır. Bu oran arttıkça, yani tomruk dolgunlaştıkça ana ürün miktarı artar (Fischer, 1971., Özen, 1978).



Şekil 1.3 Ana ürün kalınlığının saptanmasında tomruk ince ve kalın uç çapı ile kereste genişlikleri arasındaki ilişkiler (Fischer, 1971).

$$B_{dk} = \sqrt{1.5d_i^2 / d_k^2 - 0.5}$$

$$B_{di} = \sqrt{1.5 - 0.5d_k^2 / d_i^2}$$

Çizelge 1.1 'de B, d_i / d_k oranına bağlı olarak d_i ve d_k ' nin ondalık kesri olarak verilmiştir.

Çizelge 1.1 d_i / d_k oranına bağlı olarak B' nin d_i ve d_k cinsinden miktarı (Fischer, 1971).

d_i/d_k	1.0	0.9	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65
B_{dk}	1.0	0.85	0.76	0.68	0.59	0.49	0.37
B_{di}	1.0	0.95	0.89	0.85	0.79	0.70	0.57

Örneğin; $d_i / d_k = 0.80$ ise B kalın uçtaki çapın % 68'i, ince uçtaki çapın % 85'idir.

Tomruk yanlarından çıkacak kapakların maksimum kalınlıkları ise;

$$e_K = \frac{di}{2} - \frac{0.7071067812 \cdot di}{2} = \frac{di}{2} \cdot (1 - 0.7071067812)$$

$$e_K = 0.1464466094 \cdot di \quad (1.6)$$

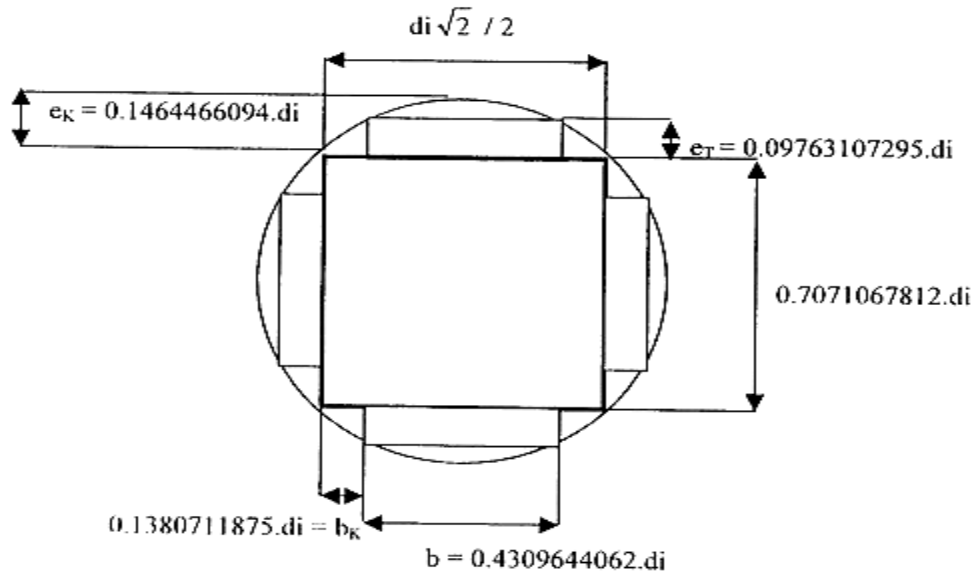
Enine kesiti parabol olarak kabul edilen kapakların içine sığabilecek maksimum yüzeydeki tahtanın kalınlığı kapak kalınlığının 2/3'üne eşit olmalıdır. Diğer bir deyişle kapak kalınlığının 1/3'ü kısaltılmalıdır (Fischer, 1971., Özen, 1978).

$$e_T = \frac{di}{2} \cdot \left(\frac{di}{2} - \frac{di\sqrt{2}/2}{2} \right) = \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{di}{2} - \frac{di\sqrt{2}}{2 \cdot 2} \right)$$

$$e_T = \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{di}{2} \left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \right) = \frac{di}{2} \cdot \left(\frac{2 - \sqrt{2}}{3} \right)$$

$$e_T = 0.09763107295 \cdot di \quad (1.7)$$

Kapaktan biçilecek maksimum yüzeydeki tahtanın genişliği b ise; Şekil 1.4'den yararlanarak hesaplanabilir (Fischer, 1971., Özen, 1978).



Şekil 1.4 Prizma kesişte tomruk enine kesitinin max. yüzey verecek şekilde bölünmesi (Fischer, 1971).

$$b^2 = d_i^2 - (y + 2.e_i)$$

$$b^2 = d_i^2 - (0.7071067812.d_i + 2 (0.09763107295.d_i))^2$$

$$b^2 = d_i^2 - (0.9023689271.d_i)^2$$

$$b^2 = d_i^2 (1 - 0.8142696806)$$

$$b^2 = 0.1857303194.d_i^2$$

$$b = 0.4309644062.d_i \quad (1.8)$$

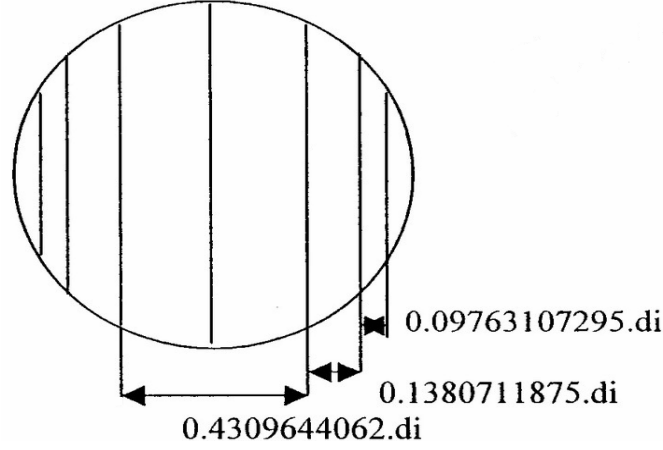
Tahtanın her iki yanından çıkan kırıntı genişlikleri (b_K) ile biçilen tahtanın genişliğinin toplamı karenin kenarına eşit olduğundan;

$$b_K = \frac{0.7071067812.d_i - 0.4309644062.d_i}{2} = \frac{0.276142375.d_i}{d_i}$$

$$b_K = 0.1380711875.d_i \quad (1.9)$$

Şekil 1.4'de de görüldüğü gibi prizma kesişte maksimum randımanı elde etmek için; ince uç çapı esas alınmak koşuluyla tomruktan önce kenar uzunluğu 0.7071067812.di olan bir prizma, çıkan kapaklardan ise kalınlığı 0.09763107295.di ve genişliği 0.4309644062.di olan tahtalar biçilir. Kereste kalınlıkları amaca uygun değilse, bunlar yarma makinelerinde daha ince kerestelere biçilebilirler (Fischer, 1971).

Şekil 1.5'de görüldüğü gibi keskin kesişte maksimum randımanı elde etmek için tomruk sırası ile 0.4309644062.di, 0.1380711875.di ve 0.09763107295.di kalınlığında keresteler verecek şekilde biçilir. Daha sonra kalın keresteler, yarma makinelerinde uygun kalınlıklarda biçilir (Fischer, 1971., Özen, 1978).



Şekil 1.5 Maksimum randıman teorisine uygun olarak keskin kesiş diyagramı (Fischer, 1971).

Geometrik esaslara dayanarak geliştirilmiş olan maksimum randıman teorisi, kereste randımanının maksimum olabilmesi ve kereste baş ve yanlarının alınmasına ilişkin kuralları içermektedir. Ana ve yan biçme makinelerine eklenmiş olan mekanik, elektronik veya pnömatik olarak çalışan modern boy ve kalınlık ölçerlerin sağladığı kolaylıklarla bu kuralları uygulamak zor değildir. Tomruğun geometrik formdan uzaklaşmasının hata olasılığını arttıracak gerçeği unutulmamalıdır (Özen, 1978).

1.3 KERESTE İLE İLGİLİ TERİMLER, KERESTE ÇEŞİTLERİ VE ARTIKLAR

Bu çalışmanın daha kolay anlaşılmasını sağlamak için metin içerisinde geçen kereste standardizasyonu ile ilgili tanımlar aşağıda açıklanmıştır.

Kereste: Odunların biçilmesi, kesilmesi veya yarılması ve yontulması suretiyle elde olunan parçadır (TS 1485, TS 697).

Parça: Birbirine paralel karşılıklı en az iki yüzü bulunan kerestelerden bir tanesidir (TS 1485, TS 697).

Yüz: Kerestenin uzunluk eksenini doğrultusundaki yüzeylerinden daha geniş ve birbirine paralel olan karşılıklı iki yüzeydir. Enine kesiti kare biçiminde olan kerestede yüzeylerin dördü de yüz sayılır (TS 1485, TS 697, TS EN 844-3).

Dış Yüzey: Tomruğun özüne daha uzak olan yüzeydir (TS EN 844-3).

İç Yüzey: Tomruğun özüne daha yakın olan yüzeydir (TS EN 844-3).

Kenar: İki yüzeyin veya bir yüzeyle bir yanın kesiştiği hattır (TS 1485, TS 697, TS EN 844-3).

Sulama: Yanları alınmış kereste kenarlarında görülen yuvarlak odun yüzeyidir. Kabuklu veya kabuğu düşmüş olabilir (TS 697).

Sulamalı Kenar: Bir veya daha fazla yerde sulama bulunan kenardır (TS EN 844-3).

Keskin Kenar: Sulama bulunmayan kenardır (TS EN 844-3).

Yan: Dörtgen kesitli kerestenin karşılıklı en dar yüzeyleridir (TS 1485, TS 697, TS EN 844-3).

Baş: Liflere dik doğrultuda iki en kesit yüzeyidir (TS 1485, TS 697).

Boy: Parçanın iki başı arasındaki en kısa uzaklıktır (TS 1485, TS 697).

Genişlik: Yanlar arasında uzunluk eksenine dik doğrultuda ölçülen uzaklıktır (TS 1485).

En Dar Genişlik: Sulamalı kerestenin en dar yüzeyindeki kısımdan ölçülen genişliktir (TS EN 844-3).

Kalınlık: Yüzler arasında yüzlere dik olarak ölçülen uzaklıktır (TS 1485, TS 697).

Çap Düşüşü (Koniklik, Gövde Düşüklüğü): 1 metre uzunluğundaki gövdenin ince uç çapı ile kalın uç çapı arasındaki fark. Ağaç yaşı, ağaç cinsi, büyüme şartları ve tacın büyüklüğü ile ilgilidir (Bozkurt vd., 1996).

Anma Boyutu: Parçanın anılan veya biçme duyarlılığına bakılmaksızın standardize edilmiş rutubette belirtilen boyutudur (TS 1485, TS 697).

Gerçek Boyut: Parçanın ölçme sırasında bulunan boyutudur (TS 1485, TS 697).

Biçme Boyutu: Biçme sırasında uygulanması gereken boyuttur. Çekme nedeni ile boyut değişmesi göz önünde tutularak, sonradan anma ölçüsüne eşit olması sağlanacak şekilde düzenlenir (TS 1485, TS 697).

Tahta: Kalınlığı 10 mm ile 35 mm, genişliği 80 mm ile 350 mm arasında değişen kerestedir (TS 51).

Kalas: Kalınlığı 40 mm ile 100 mm, genişliği 80 mm ile 350 mm arasında değişen kerestedir (TS 51).

Kadron: Enine kesiti 30x30 mm, 40x40 mm, 50x50 mm, 60x60 mm ve 70x70 mm olan kerestedir (TS 51).

Lata: Genişliği 50 mm, kalınlığı 20 mm ile 40 mm arasında değişen kerestedir (TS 51).

Çıta: Genişliği 25 mm, kalınlığı 10 mm ile 20 mm arasında değişen kerestedir (TS 51).

İğne Yapraklı Kereste: İğne yapraklı odunlardan elde olunan kerestedir. Bunlara aynı zamanda yumuşak kereste de denir (TS 1485).

Sert Kereste: Yapraklı ağaç odunlarından elde olunan kereste. Bunlara aynı zamanda yapraklı kereste de denir (TS 697).

Yanları Alınmış Kereste: Yanları yüzlere tamamen veya sulama sınırı içerisinde dik olan kerestedir (TS 1485, TS 697).

Yanları Paralel Alınmış Kereste: Yanları yüzlere tamamen veya sulama sınırı içerisinde dik olan kerestedir (TS 1485, TS 697).

Yanları Paralel Alınmamış Kereste: Yanları birbirine paralel olmayan (konik) kerestedir (TS 1485, TS 697).

Bir Yanı Alınmış Kereste: Bir yanı yuvarlak odundan çıktığı gibi bırakılan diğer yanı alınmış kerestedir (TS 1485, TS 697).

Yanları Alınmamış Kereste: İki yanı yuvarlak odundan çıktığı gibi bırakılmış kerestedir (TS 1485, TS 697).

Radyal Kereste (Aynalı Kereste): Kereste enine kesitinde yıllık halkaların kereste yüzeylerine çıkış açısı 45 'den büyük olan kerestedir (TS 697).

Teğet Kereste: Kereste enine kesitinde yıllık halkaların kereste yüzeylerine çıkış açısı 45°'den daha küçük olan kerestedir (TS 697).

Verev Kereste: Kereste yanlarının liflerin gidişi (uzunluk ekseninin) doğrultusunda alınmayarak liflerin (uzunluk ekseninin) gidişi ile bir açı yapacak şekilde alınması neticesi elde edilen kerestedir (TS 697).

Havlı Kereste: Yüzeyleri fazla lifli (pürüzlü) olan ve derin rendelenmeyi gerektiren kerestedir (TS 697).

Kaba Kereste: İleri seviyede makineyle işlenmemiş, belirli toleranslarla biçilmiş kerestedir (TS EN 844-3).

Artık: Tomruğun keresteye biçilmesi, kerestenin işlenmesi ve onarılması sırasında oluşan ve standartlarındaki boyut ve özellikler dışında kalan ıskarta mal, testere talaşı, kapak, kırıntı, kerestecik, takoz parçası veya parçacığdır (TS 654).

Iskarta Mal: Standartlarında belirtilen boyutlarda olmakla birlikte, onarılsa da taşıdığı görünüş özellikleri bakımından standartlarında belirtilen sınıflardan hiçbirine girmeyen parçadır (TS 654).

Testere Talaşı : Biçme sırasında testere dişleri tarafından çıkarılan parçacıklardır (TS 654).

Kapak: Tomruğun keresteye biçilmesi sırasında oluşan bir tarafı biçilmiş, diğer tarafı doğal olarak yuvarlak, biçilmiş yüzle yuvarlak yüz arasındaki en büyük yükseklik kalın başta en çok 40 mm ince başta en çok 15 mm, genişliği en az 8 cm, boyu en az 1 m olan artıktır (TS 654).

Kırıntı: Kereste yanlarının alınması ve işlenmesi sırasında oluşan ve ufak mal, parkelik, çıta üretim olanağı bulunmayan parçadır (TS 654).

Kerestecik: Boyu iğne yapraklılarda 1 m den kısa ve 21 cm den uzun olan, doğrudan doğruya kereste olarak kullanılması olanağı bulunmayan parçadır. Bu parça, tomruk keresteye biçilirken veya kerestelerin sınıflarına göre onarılması sırasında oluşur (TS 654).

Takoz: Tomruk ve kereste başlarının kesilmesi sırasında yuvarlak veya köşeli olarak oluşan ve boyu en çok 20 cm olan parçadır (TS 654).

1.4 TOMRUK BİÇME ŞEKİLLERİ

Yuvarlak haldeki tomruklar, biçme makinelerine boyuna ve enine transportörlerle taşınarak tomruk arabalarına yüklendikten sonra biçme makinesinin kendine özgü özellikleri dikkate alınarak değişik kesiş şekillerine göre biçilirler. Hangi biçme şekli uygulanırsa uygulansın ana hedef maksimum kalite ve kantite randımanına ulaşmak olmalıdır.

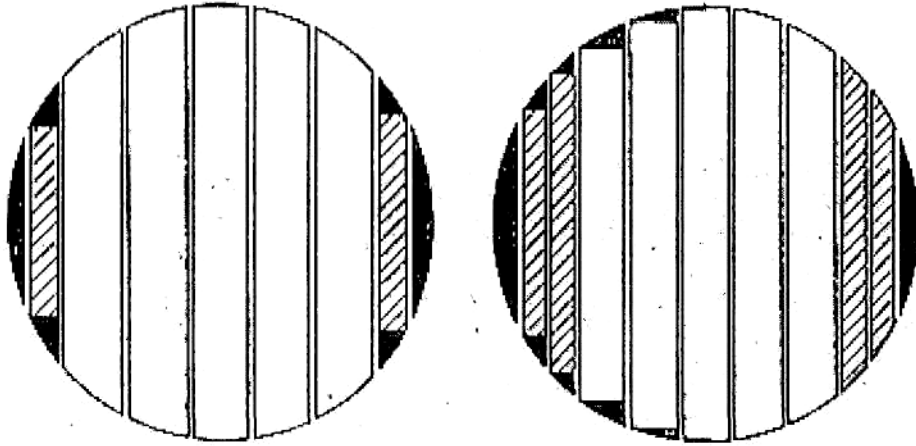
Genel olarak literatürde katrak, şerit testere ve daire testere makineleri ile tomruk biçmede 5 ayrı ana biçme şekli vardır. Bunlar;

- 1- Keskin Kesiş
- 2- Prizma Kesiş
- 3- Aynalı Kesiş
- 4- Teğet Kesiş
- 5- Diyagram Kesiş olarak adlandırılmaktadır.

Literatürde bu ana biçme şekillerinin farklı uygulama teknikleri olduğu görülmektedir. Ana biçme şekilleri ve bunların farklı uygulama teknikleri aşağıda açıklanmıştır.

1.4.1 Keskin Kesiş

Keskin kesiş tomruğun biçme pozisyonu hiç değiştirilmeden yapılan biçme şeklidir. Özellikle iğne yapraklı ağaç tomruklarının katrak makineleri yardımı ile biçilmesinde uygulanan bu kesiş şeklinde, tomruk bir defada daha önce tespit edilmiş kalınlıklarda olmak üzere biçilmektedir. Biçilen kerestelerin kenarları yuvarlak olup, iki kenarı paralel düzgün kereste elde etmek için yan alma makinelerinde daire testerelerle yanları alınmalıdır. Keskin kesişte elde edilen kerestelerin genişlikleri farklıdır. Her kerestenin iç yüzü ile dış yüzünün genişlikleri de farklıdır. Dış yüz daima daha dardır. Yan alma işleminde dış yüz genişliği esas alınır ve bu yüz kerestenin azami genişliğini verir (Çağlar, 1994).



Şekil 1.6 Keskin kesiş (Çağlar, 1994).

Düşey tomruk şerit testere makinelerinde uygulanan keskin kesiş yönteminde tomruk, eksenine göre yönlendirildikten sonra, diyagonal biçmeyi önlemek amacıyla ince çap, çap düşüşü de dikkate alınarak tomruk arabasının en sondaki tomruk dayanağından birkaç cm dışarıda kalacak şekilde sıkıştırılır. Tomruk ilk kesişte en kaliteli kereste verecek biçimde yerleştirilmeli ve sıkıştırılmalıdır. Ayrıca tomruğun daha kaliteli kereste verecek kısmından öncelikle piyasada aranan kalınlıklarda kereste biçilmelidir (Çağlar, 1994).

Reaksiyon (çekme ve basınç) odunu bulunan tomruklarda sıkıştırma kancalarıyla tespit edilmesi zor olan hatalı kısımlar öncelikli olarak biçilmelidir. Reaksiyon odununun her keresteye girmesinin önlenmesi için eksantrik büyümüş gövdeler küçük çap testere

levhasına paralel olarak biçilir. Reaksiyon odunu olmayan oval tomruklar ise testere levhası büyük çapa paralel olacak şekilde biçilir. Eğri tomruklarda ise, kambur (sırt) kısım aşağıya doğru gelecek şekilde biçilmelidir. Öz çürüklüğüne rastlanan kalın çaplı tomruklarda öz kısmı ya kalın bir kalas içerisinde kalacak şekilde biçilir ya da bu kısımdan ince tahtalar üretilir. Kaliteli radyal biçilmiş kerestelerde öz uzaklaştırılmalıdır (Bozkurt vd., 1996).

Tomrukların iç kalitesi görsel olarak dışarıdan anlaşılamadığı için keskin kesiş yönteminde, önce tomruk tam ortadan iki parçaya biçildikten sonra bu parçalardan kereste üretilmesi daha uygundur. Fakat bu durumda makine kapasitesindeki değişimler iyi değerlendirilmelidir (Bozkurt vd., 1996).

Daire testere makineleri ile yapılan keskin kesiş yönteminde, hafif tomruklar ortadan ikiye bölünüp yarım olan tomruğun biçilmiş yüzeyi sipere dayandırılarak biçme işlemi gerçekleştirilir. Ağır ve büyük çaplı tomruklarda ise bir kapak alınır ve bu kısım sipere döndürülerek biçme işleme devam edilir (Bozkurt vd., 1996).

İyi Yanları:

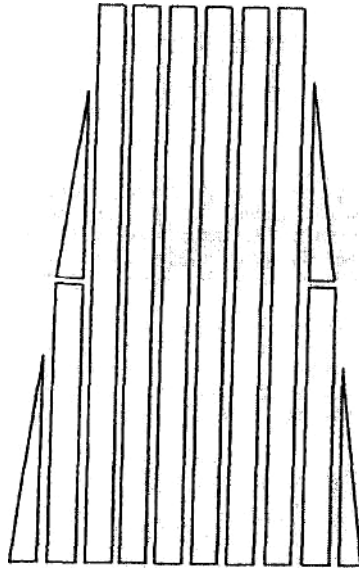
- 1) Keskin kesişte daha yüksek bir günlük verim elde edilmektedir. Çünkü katraklarda tomruk bir defada katraktan geçirilerek kereste elde edilmektedir.
- 2) Keskin kesiş farklı genişliklerdeki malın değerlendirilebileceği yerlerde ve durumlarda iyidir.
- 3) Yanları konik olarak alınmış kerestenin değerlendirildiği hallerde de keskin kesiş kullanılabilir.
- 4) Yanları alınmadan değerlendirilebilen kerestelerin üretiminde keskin kesiş kullanılmaktadır.
- 5) Tepe çapı (ince uç çapı) 35 cm' den daha küçük olan ince tomrukların biçilmesinde keskin kesiş uygundur.

İyi Olmayan Yanları:

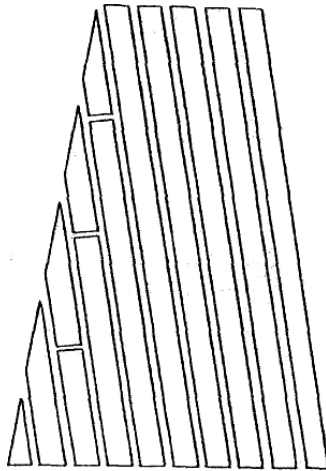
- 1) Kerestenin asıl genişliği sonradan pahalı olan yan alma işlemi ile elde edilir.
- 2) Yuvarlak testerelerde yan almada işçinin dikkatsizliği kantite ve kalite randımanını düşürebilir.

- 3) Tomruk kusurları daha fazla sayıda kerestede kaldığı için prizma kesişi ile elde edilen mala nazaran kalitesi daha düşüktür.

Bu tomruk biçme şeklinin normal uygulama tekniğinde testere biçme hattının tomruğun gövde eksenine paralel olması esastır. Bunun dışındaki uygulamalar farklı biçme tekniği olarak değerlendirilir. Şekil 1.7 (Richards, 1973)'da testere biçme hattının tomruk gövde eksenine paralel olduğu normal keskin kesiş uygulama tekniği, Şekil 1.8 (Richards, 1973)'de tüm kerestelerin tomruk gövde eksenine yerine bir taraftaki yan yüzeye paralel olacak şekilde biçildiği farklı keskin kesiş uygulama tekniği görülmektedir.



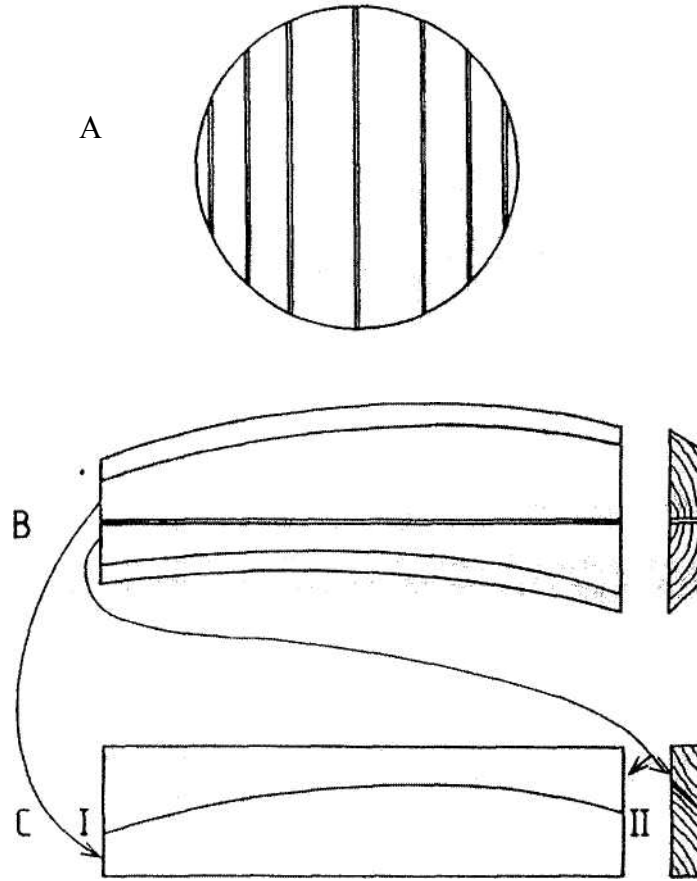
Şekil 1.7 Testere biçme hattının tomruk gövde eksenine paralel olduğu normal keskin kesiş (Richards, 1973).



Şekil 1.8 Tüm kerestelerin tomruk gövde eksenine yerine bir taraftaki yan yüzeye paralel şekilde biçildiği farklı keskin kesiş (Richards, 1973).

Şekil 1.8 de görülen uygulama tekniğinde testere biçme hattı tomruk gövde eksenine yerine bir taraftaki yanal yüzeye paralel olmaktadır.

Grönlund (1989) tarafından kullanılan keskin kesişin bir diğer farklı uygulama tekniği olan eğrisel biçmede (trapezoidal sawing) tomruklar, testere biçme hattının tomruk gövde eksenine paralel olduğu normal keskin kesiş uygulama tekniğine göre sırt kısmı yukarıda olacak şekilde biçilir (A). Sırt taraf ayrıca yan tarafa gelecek şekilde de ayarlanabilir. Kalaslar gövde eksenine paralel ortadan dilimlenir (B). Kalasın ufuk parçası döndürülerek üstteki büyük parçanın üzerine konur ve tutkallanır (C). Böylece dikdörtgen biçiminde bir kalas elde edilir. Daha sonra bu kalaslar yarma makinesinde istenilen ebatlarda biçilir (Şekil 1.9).



Şekil 1.9 : Eğrisel Biçme (Grönlund, 1989).

1.4.2 Prizma Kesiş

Bu kesiş şeklinde tomruk iki defa katraktan geçmektedir. Birinci kesişte tomruktan iki kapak biçilerek birbirine paralel iki yüzlü bir prizma elde edilmektedir. Bu yüzlerden biri ikinci kesiş için "yatak" olarak kullanılır. İki yüz arası prizmanın yüksekliğini teşkil eder. Prizma yüksekliği bu prizmadan ikinci kesişte biçilecek olan kereste veya kalasların genişliğini verir. Birbirine paralel iki yüzü ve alınmayan iki yanı bulunan prizmanın tekrar kesilmesi ile iki kapak ve aynı genişlikte sulamasız keresteler elde edilir (Bozkurt vd., 1996).

Prizma ya aynı katrakta ikinci kesiş ile ya da bundan sonra konan ikinci katrakta biçilir. İkinci katrak daha küçük olup prizma katrağı adını da alır (Bozkurt vd., 1996).

Prizmadan elde edilecek kereste sayısı; yatak genişliğinin biçilecek kereste kalınlığı ve testere biçme hattının toplamına bölünmesi suretiyle bulunur. Prizmadan elde edilen kerestelerin yan yüzleri birbirine paralel ve düzgündür. Bu nedenle yan alma işlemi söz konusu değildir (Bozkurt vd., 1996).

Prizmadan elde edilecek kereste sayısı prizma yatağı genişliğinin bilinmesine bağlıdır. Sulamasız kereste elde edebilmek için prizma yatağının hesabında tomruk ince uç çapı esas alınır ve pisagor teoremine göre aşağıdaki eşitlikten faydalanılır (Şekil 1.10) (Bozkurt vd., 1996).

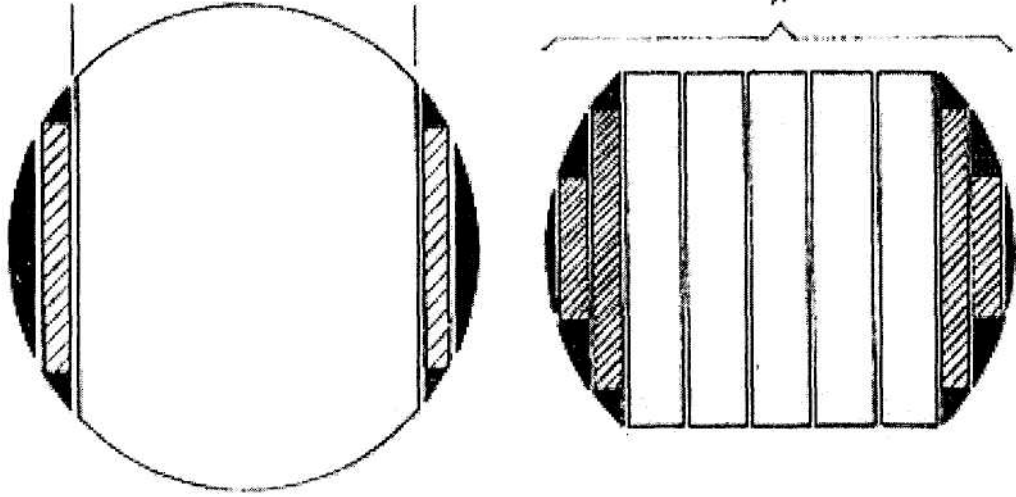
$$R_i = y^2 + h^2$$

R_i : Tomruk ince uç çapı

$$y^2 = h^2 + R_i^2$$

y : Prizma yatağı genişliği

h : Prizma yüksekliği



Şekil 1.10 Prizma kesiş (Bozkurt vd., 1996).

Düşey tomruk şerit testere makinelerinde prizma kesiş yöntemiyle travers, yapı kerestesi ve prizmatik kereste ile kalas biçilebilir. İşlem sırası şöyledir; tomruk orta eksenine göre yönlendirilip sıkıştırılır ve tomruk arabası harekete geçirilerek biçme kalınlığı ayarlanır. Kapakla birlikte bir veya birkaç yan ürün elde edilecek şekilde ilk kesiş yapıldıktan sonra tomruk 180 °C döndürülür ve ikinci kesiş yapılır. Bu işlemlerden sonra prizma 90 °C döndürülerek üçüncü kesiş yani ilk ana ürün alınır ve biçme işlemi sürdürülür (Bozkurt vd., 1996).

Daire testere makinelerinde prizma kesiş yöntemi ile biçme işlemi iki şekilde yapılmaktadır. Birincisinde, ilk kapak alındıktan sonra elde edilen yüzey 90 °C döndürülüp makine tablası üzerine gelecek şekilde yerleştirilerek, bir kapak daha alınır. Prizma her kesişten sonra 90°C döndürülerek dört kapak alındıktan sonra prizmatik keresteler biçilmeye başlanır. İkincisinde ise, tomruktan karşılıklı iki kapak alındıktan sonra elde edilen prizma ortadan ikiye bölünür ve yarım prizmalardan aynı genişlikte tahtalar biçilir (Bozkurt vd., 1996).

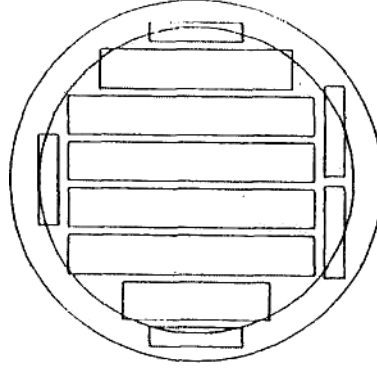
Prizma kesişin faydaları:

- 1) Siparişlerde belirli genişliklerdeki kereşle için prizma yatağı hesaplanır ve buna göre hangi çap sınıfından ne kadar tomruğa ihtiyaç olduğu hesaplanabilir.
- 2) Yan alma işlemi yoktur.
- 3) Standart boyutlardaki (özellikle genişlik) kerestenin piyasada değerlendirilmesi

kolaydır.

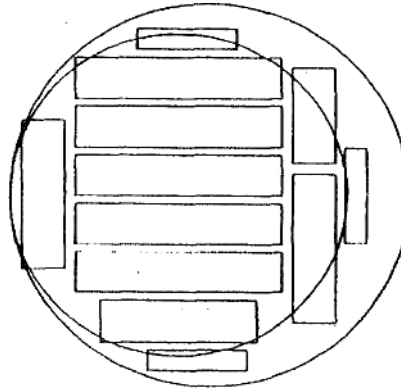
- 4) Kapaklar kalın olduğu için bir daha biçilerek kalıplık kereste elde edilebilir.
- 5) Çevre çatlakları ve diğerk kusurların daha az kereste içerisinde kalacak şekilde biçmek mümkün olduğu için kalite randımanı yüksektir.
- 6) Kalın tomrukların biçilmesinde prizma kesişit tercih edilir. Çünkü keskin kesişit ile kalın tomruklardan elde edilecek geniş kerestelerin değerkendirilmesi sınırlıdır.

Bu tomruk biçme şeklinin normal uygulama tekniğinde testere biçme hattının tomruğun gövde eksenine paralel olması esas alınmaktadır (Şekil 1.11). Bunun dışındaki uygulamalar farklı biçme tekniğı olarak değerkendirilmektedir. Bu farklı uygulama teknikleri ile ilgili kaynaklar aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 1.11 Gövde eksenine paralel prizma kesiş (Hallock vd., 1976).

Tomruk yanal yüzeyine paralel prizma kesişit tekniğinde testere biçme hattı tomruk gövde eksenine paralel olmayıp yanal yüzeyine paraleldir (Şekil 1.12) (Hallock vd., 1976).



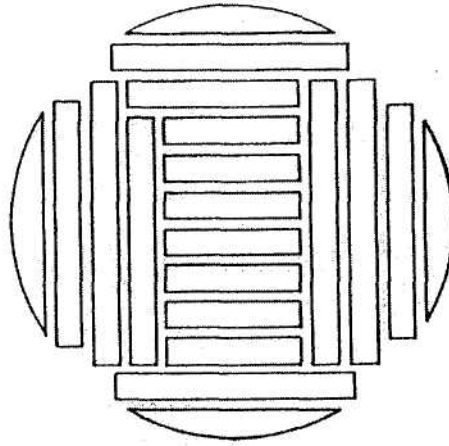
Şekil 1.12 Tomruk yanal yüzeyine paralel prizma kesişit.

Wagner vd. (2002) eğri tomruklarda kavisli biçme (curve savving) tekniğini kullanmışlardır. Pratikte kullanılan 3 adet kavisli biçme tekniği bulunmaktadır. Bunlar; prizmanın merkez hattına paralel biçme, prizmanın konkav kenarına paralel biçme metodu ve tomruğun konveks kenarına paralel biçme metodudur.

Eğri tomruğun konkav kısmı aşağıda olacak şekilde iki yüzlü prizma elde edilir ve daha sonra prizma 90° döndürülerek biçilir (Wagner vd., 2002).

Richards vd. (1980), karar biçme (decision savving) tekniğini kullanmışlardır. Karar biçme tekniğinde; tomruk yanal yüzeyinin en uygun tarafından biçmeye başlanarak kare şekline gelinceye ve orta uzunluğunda sulama olmayıncaya kadar biçilir.

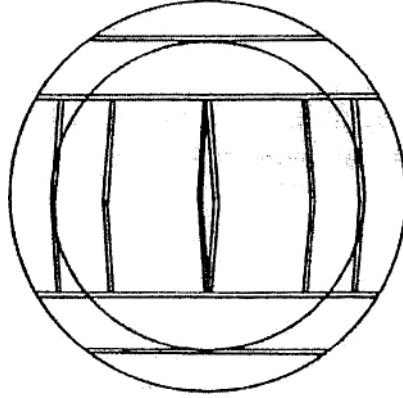
Her bir yüzey Amerika Orman Ürünleri Laboratuvarı tarafından geliştirilen bilgisayarlı sınıflandırma programı ile sınıflandırılır ve biçme için en yüksek sınıf yüzeyi seçilir. İki yüzeyin sınıfı arasında benzerlik olması durumunda en geniş yüzey seçilir. Yüzey sınıfı bir alt sınıfa düşünceye kadar seçilen yüzey biçilir. Daha sonra program tekrar sınıflandırma işlemi yapar ve en yüksek sınıf yüzeyi alt sınıfa düşünceye kadar tekrar biçilir. Tomruk döndürülür ve benzer şekilde ortada prizma kalıncaya kadar biçmeye devam edilir. Prizmanın kerestelere biçilmesi ile biçme işlemi sonlandırılır (Şekil 1.13) (Richards vd., 1980).



Şekil 1.13 Karar biçme

Grönlund (1989) tarafından kullanılan açısıl biçme (angular sawing); prizma kesişine benzemekle birlikte prizmanın tekrar kerestelere biçilmesi aşamasında bu işi iki daire

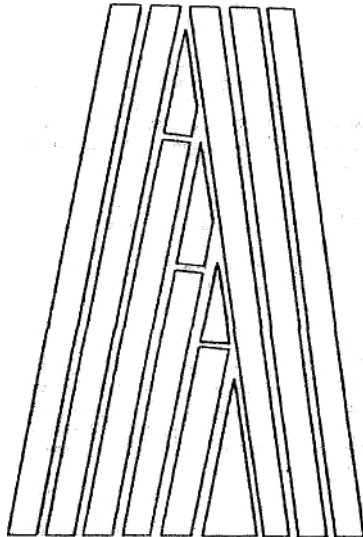
testerenin yapması ve iki makinenin birbirine göre ufak bir açı ile kesme işini yapmaları şeklinde gerçekleştirilir (Şekil 1.14).



Şekil 1.14 Açısal biçme (Gronlund, 1989).

Kabuksuz yüzeye paralel biçme (taper sawing) tekniğinde tomruktan; kabul edilebilir bir prizma yüzeyi elde edilinceye veya en son tahtanın kalite sınıfı bir aît sınıfa düşünceye kadar 2.54 cm kalınlıkta tahtalar biçilir. Daha sonra tomruk 180° döndürülür ve en son tahtanın kalite sınıfı bir alt sınıfa düşünceye kadar 2.54 cm kalınlıkta tahtalar biçilir. Diğer iki tomruk yüzeyinde de aynı işlem uygulanır. Elde edilen kare prizma döndürülerek biçilir (Neilson vd., 1970)

İki taraflı konik biçme tekniğinde; tomruk konik şekilde tomruk arabasına yüklenir ve tomruk gövde eksenine paralel değil, gövde eksenine ile açı yapacak şekilde keresteler kesilir daha sonra tomruk 180° döndürülür ve biçmeye bu taraftan devam edilir (Şekil 1.15) (Richards, 1973)



Şekil 1.15 İki taraflı konik biçme (Richards, 1973).

Dört yüzeyli konik prizmadan biçme tekniği; önce ortada konik bir prizma kalacak şekilde iki karşı yüzeyden kabuğa paralel konik bir biçme, daha sonra konik prizma aşağı döndürülerek merkezin bir tarafından kabuğa paralel biçme ve 180° döndürülerek diğer kenardan kabuğa paralel biçme şeklinde gerçekleştirilir (Richards, 1973).

1.5 KERESTE ENDÜSTRİSİNDE KALİTE, ÜRETİM KUSURLARI, VERİMLİLİK, RASYONALİZASYON VE RANDIMAN

1.5.1 Kereste Endüstrisinde Verimlilik, Rasyonalizasyon ve Randıman

Verimlilik; genel olarak belli bir dönemde üretilmiş olan mal ve hizmetlerle (üretim-çıktı-output), bu üretimi gerçekleştirmek amacıyla kullanılmış olan mal ve hizmetlerin (faktör-girdi-input) birbiriyle karşılaştırılması, bu iki değişkenin birbirine oranlanmasıyla elde edilen katsayıya verilen addır. Diğer bir anlatımla verimlilik; bir üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı oluşturmak için kullanılan girdi arasındaki ilişkidir. Verimlilik, geniş anlamda düşünüldüğünde, üretim faktörlerinin üretim süreçlerindeki ekonomik etkinliklerinin bir bütün olarak ölçülmesi demektir (Çağlar, 1994., Engür, 1990).

Üretimin girdilerden bir tanesine veya tümüne oranlanmasıyla elde edilen katsayı verimlilik katsayısıdır. Verimlilik katsayısının bir anlam ifade edebilmesi için, farklı zaman süreçlerinde aynı işlemim yapılması ve elde edilen sonuçların karşılaştırılması gerekir. Verimlilik analizleri verimlilik katsayısının zaman içindeki değişimleri izlenerek yapılır (Engür, 1990).

Genel tanımın böylesine basit olmasına karşılık, farklı anlamları içermesi, farklı ölçümlere konu olabilmesi ve çok sayıda farklı amaca yönelik olarak yorumlanabilmesi nedeniyle verimlilik terimi iktisadi analizlerin en karmaşık kavramlarından bir tanesidir. Verimlilik terimi, ekonomistler ve mühendisler tarafından farklı biçimlerde ele alınıp tanımlanmaktadır. Ekonomistler "verimlilik" denildiğinde, genelde verimliliği üretime katılan faktörlerin bir sonucu olarak gördüklerinden, girdiler ve çıktılar arasındaki fiziksel ve parasal ilişkiler üzerinde durmaktadırlar. Üretimde çalışan mühendisler ise "verimlilik" denildiğinde modern yöntemin teknikleri ve bunların uygulanmaları ile iş etüdü, üretim planlaması ve kontrolü, yöneylem araştırması, Program Geliştirme ve

Gözden Geçirme Tekniği (Programme Evaluation and Review Technique (PERT)), Kritik Yörünge Metodu (Critical Path Method (CPM)) ve benzer teknikler, ergonomik önlemler ile işçi-işveren ilişkilerinin geliştirilmesi yoluyla verimin artırılmasını anlamaktadırlar. Verimliliği randımandan ayıran özellik verimlilikte pay ve paydadaki değişkenlerin belli bir zaman boyutu içermesidir (Engür, 1990).

Genel olarak amacı; hammadde ve yardımcı madde giderlerinin azaltılması ve bunun yanında ekonomikliği artırma yönünden, makine ve insan gücünden en iyi şekilde faydalanma, çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve yükseltilmesi olan rasyonalizasyon, verimlilikle ilişkilidir. Rasyonalizasyonun oturduğu temel prensip ekonomiklik olup, yapılacak rasyonalizasyon çabaları içinde sarf edilecek giderlere göre optimal bir fayda sağlanabildiğinde; bir rasyonalizasyon girişiminden söz edilebilir (Yıldırım, 1983).

Bir rasyonalizasyon işlevi içinde ekonomiklik; ancak, ya giderlerin çok az artması karşısında üretimin çok fazlaşması veya üretimin aynı seviyede kalması karşısında iş gücü, hammadde, kapital ve enerji giderlerinin azalması durumunda ortaya çıkar. Ekonomiklik düşünülmezsizin yapılan bazı yatırımlarla, üretim artışlarının sağlanması şeklinde ortaya çıkan atılımlar, rasyonalizasyondan beklenen amaca hizmet etmemektedirler (Yıldırım, 1983).

Rasyonalizasyona başlandığında, bunun fabrikadaki bütün iş ve hizmet akışını kapsamaması gerekmekte olup, kapsayacağı sahalar aşağıdakiler olmalıdır (Yıldırım, 1983):

1. İş akışının ve iş tekniğinin iyileştirilmesi
2. Mevcut makine ve tesislerin, yaptıkları işe uygun olup olmadıklarının ve yeni getirilecek iş tekniğine uygunluklarının kontrolü
3. Ücret sistemi
4. En uygun enerji sisteminin seçimi
5. Randımanın yükseltilmesi
6. Niteliğin (kalitenin) iyileştirilmesi
7. Fabrika üretim artıklarının değerlendirilmesi
8. Hammadde, makine, teçhizat temini
9. Pazarlarda mevcut yerin muhafazası ve yeni pazarların kazanılması.

Rasyonalizasyon için bütün bu sahalarda alınacak tedbirler; topluca, fabrikanın verimliliğinin, başka bir ifade ile işçinin iş yapma gücünün artırılması ile üretim sisteminin iyileştirilmesi, üretimde kullanılan makinelerin etkinliklerinin yükseltilmesi, fabrika kapasitesinin yüksek düzeyde kullanılmasını ve sonuç olarak, yapılan yatırımın veriminin yükselmesini ortaya çıkarır (Yıldırım, 1983).

Kereste fabrikalarında randıman; küçük parçalar dahil elde edilen kerestelerin, kereste üretmek için kullanılan kabuksuz tomruk miktarına oranı olarak tanımlanır. Ancak, fiziki randıman ile ekonomik randımanı birbirinden ayırmak gerekir. Bu güne kadar randıman denilince hep fiziki randıman anlaşılmıştır. Bilhassa artıkların liflevha ve kağıt fabrikalarında değerlendirilmeye başlanıldığı tarihten bu yana, ekonomik randıman fiziki randımandan kopmuş ve ayrı bir önem kazanmıştır. Ekonomik randıman işin içine girince hammaddenin para olarak değerlendirilmesi söz konusu olduğundan, üretim tekniği ve üretim yöntemleri ile birlikte pazarlama olanakları da değerlendirmeye girmektedir (Duru, 1981).

Rasyonalizasyon tedbirlerinin giderlerin en çok ortaya çıktığı yerde uygulanması, rasyonalizasyonun başarıya ulaşmasında önemlidir. Kereste endüstrisinde maliyet tablosuna bakıldığında hammadde giderlerinin ağırlıkta olduğu görülür. Örneğin, bir kereste fabrikasında maliyetin % 60'ını hammadde, % 25'ini işçilik, % 15'ini de genel idare ve diğer sabit giderler oluşturmaktadır. Bu bilgilerden hareketle bir rasyonalizasyon işlevinde ilk hareket noktası, hammaddeye bağlı gider kalemlerinde bazı tedbirlerin alınması olarak karşımıza çıkmaktadır. Yukarıda verilen bilgilere göre; birim ürün maliyetinde hammaddeye bağlı giderlerde % 5'lik bir tasarruf yapılması, işçilik giderlerinde yapılacak % 12, genel idare ve diğer sabit giderlerde yapılacak % 20'lik bir tasarrufa denk olmaktadır. Bu gerçek yapılacak rasyonalizasyonda, ağırlığın daha çok hammadde ile ilgili giderler sahasında yapılması gerektiğini göstermektedir. Müteşebbisler hammadde fiyatlarını etkileyemeyeceklerinden hammadde giderleri itibarıyla yapılacak tasarruf, ancak; hammaddeden elde olunacak randımanın yükseltilmesi ile mümkün olabilecektir (Yıldırım, 1983).

Genel olarak randıman, çıktılar toplamının girdiler toplamına oranıdır. Kereste endüstrisinde girdi tomruk, çıktı ise kerestedir. Buna göre kereste endüstrisinde randıman kereste hacminin tomruk hacmine oranıdır ve mutlak randıman olarak

adlandırılır. Mutlak randımanın 100 ile çarpılmasıyla oransal randıman elde edilir ve pratikte bu kullanılır. Oransal randıman tomruktan elde edilen kereste miktarı % sini gösterir.

$$\text{Mutlak Randıman} = \frac{\text{Kereste Hacmi (K)}}{\text{Tomruk Hacmi (T)}}$$

$$\text{Oransal Randıman} = \frac{K}{T} \times 100 (\%)$$

Kereste üretiminde yapılan iş, yuvarlak odunun öngörülen boyutlarda keresteye dönüştürülmesidir. Bu işlem sırasında kerestenin yanında testere talaşı, kırıntı, kapak, kerestecik, takoz ve ıskarta mal olarak isimlendirilen artıklar oluşur. Bunların bir kısmı. örneğin tahta, çıta gibi daha küçük boyutlu kerestelere biçilerek değerlendirilir. Diğerleri, başka endüstrinin hammaddelerini oluştursalar da kereste endüstrisi için artık veya zayıt kabul edilirler.

Zayıt elde edilen kerestenin yüzdesi olarak hesaplanabilir.

$$Z = \frac{1 - R}{R} \times 100 (\%)$$

$$Z = \text{Zayıt}$$

$$R = \text{Mutlak randıman}$$

$$\text{Zayıt yüzdesi (Zy)} = \frac{\text{Kereste Zayıtı (m}^3\text{)}}{\text{Tomruk (m}^3\text{)}}$$

Uygulanan üretim yöntemi için randıman veya zayıt yüzdeleri belli ise tomruk miktarı yukarıdaki eşitliklerden hesaplanabilir.

Belli bir zayıt yüzdesi ile elde edilmiş belli miktardaki kerestenin ne miktar tomruktan elde edilmiş olduğunu bulmak için aşağıdaki formül kullanılır.

$$\text{Tomruk miktarı (m}^3\text{) T} = \frac{\text{Kereste Hacmi (m}^3\text{)}}{100 - \text{Zayıt yüzdesi (\%)}} \times 100$$

Kereste üretiminde kereste ana ve yan ürün olarak ayrılmaktadır. Ana ürün boyların kısaltılmasına gerek olmayan, yan ürün ise kısaltıldıktan sonra prizmatik şekil alan üründür. Kereste enine kesit boyutlarına göre tahta, kalas, kadron, lata ve çıta gibi isimler almaktadır. Buna göre her bir çıktının girdiye oranı kısmi randıman olarak ifade edilmektedir. Örneğin, yalnız üretilen ana ürün dikkate alınırsa kısmi randıman ana ürün randımanıdır. Ayrıca randıman kantitatif (nicel) ve kalitatif (nitel) randıman olarak da adlandırılmaktadır. Kantitatif randımanda sadece üretilen kerestenin miktarı dikkate alınmaktadır.

Kalite randımanında ise üretilen mal önce kalite sınıflarına ayrılır. Örneğin genel amaçlar için çam kerestesi TS 5005 (1987) göre genel amaçlar için kayın kerestesi TS 801 (1991) göre kalite sınıflarına ayrılır. Her biri hammaddeye oranlanır ve I. sınıf kereste randımanı, II. sınıf kereste randımanı gibi ifade edilir.

Tomruk ve kereste hacmi m cinsinden hesaplandığından kayıplarda aynı cinsten olmalıdır. Geometrik şekli olmayan kapak, kerestecik, testere talaşı, kırıntı, takoz vb. artıkların m³ olarak ölçülmeleri oldukça zordur. Bunların rutubet miktarları elektrikli rutubet ölçme aleti ile tayin edilir ve ortalaması bulunur. Ağırlıkları 1 kg duyarlıkları olarak ölçülür ve kaydedilir. Ölçülen ağırlık değerleri, ağaç türü ve rutubet içeriğine göre düzenlenmiş Çizelge 1.2’de verilen kuruluk derecesine uygun birim hacim ağırlıklarına bölünür. Böylece geometrik şekli olmayan artıkların hacmi hesaplanır ve varsa buna TS 1485 (1974) ve TS 697 (1974) de verilen ölçme metotlarına göre ölçülen ve ölçü birimi m³ olan ıskarta mal hacmi de eklenir. Hazır tablolar yoksa, ağaç türüne göre rutubet, hacim ve ağırlık ilişkileri özel olarak saptanmalıdır. Öte yandan ağırlığı, rutubet yüzdesi ve yoğunluğu bilinen ağaç malzemenin hacmi ağırlık yardımı ile hacim tayini metoduna göre aşağıdaki eşitlik yardımı ile de bulunabilir.

Çizelge 1.2 Ağaç cinslerine göre yaş, yarı kuru ve kuru kerestelerin ağırlıkları (TS 654).

Ağaç Cinsi	1 m ³ ün Ağırlığı kg (ortalama)		
	Yaş	Yarı Kuru	Kuru
Kökner-Ladin	800	700	500
Çam ve Sedir	900	800	600
Kayın	1000	850	750
Meşe	1050	950	800

$$Y = \frac{G}{(1 + \frac{U}{100})} m^3$$

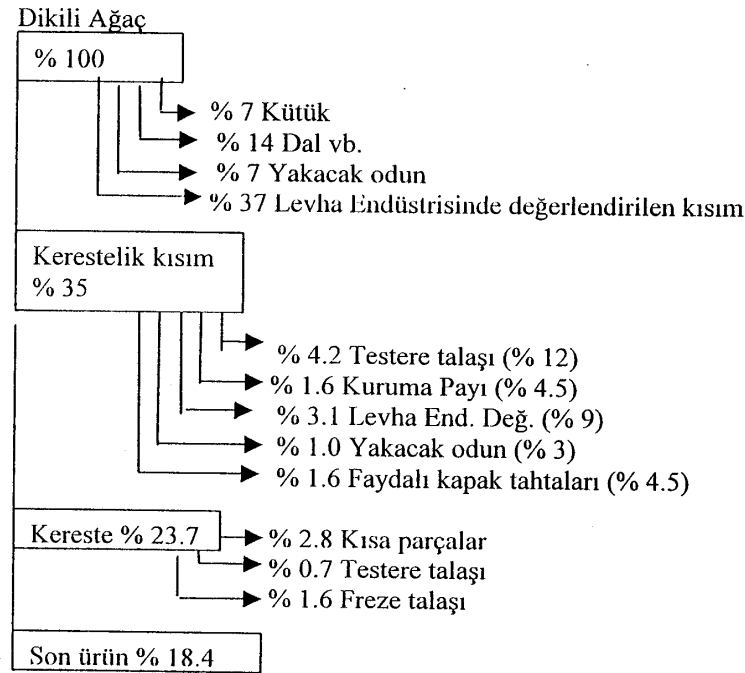
V = Tomruk Hacmi (m³)

r_o = Tomruk Özgöl Ağırlığı (gr/cm³)

U = Tomruk Rutubeti (%)

G = U Rutubetindeki Tomruk Ağırlığı (ton)

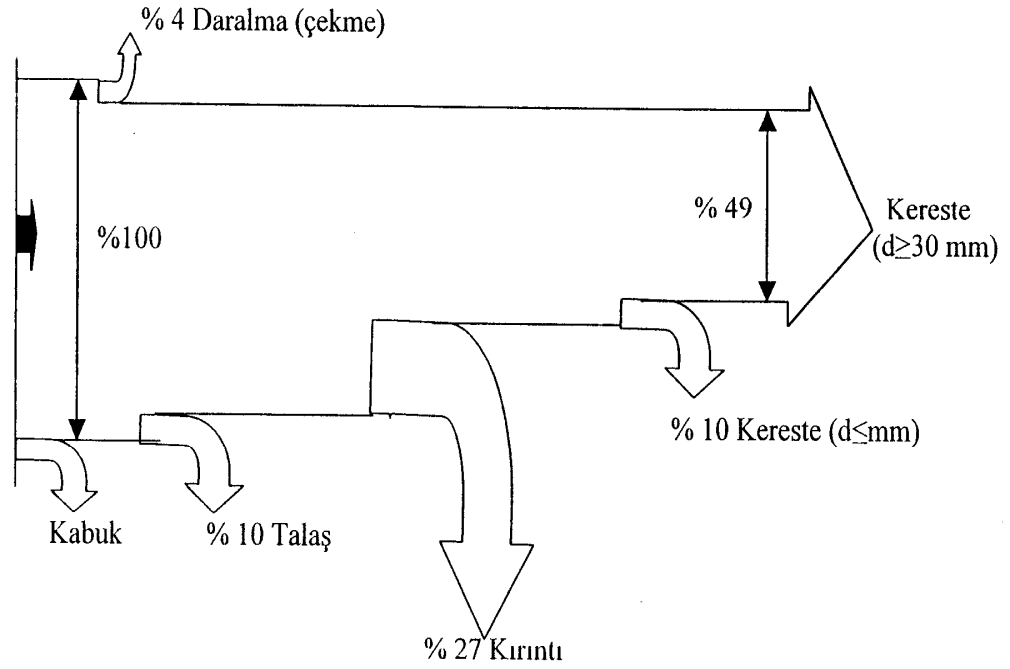
Kereste üretiminde tomruktan mümkün olduğu kadar yüksek oranda kereste elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu oran %50 ile % 80 arasında değişmektedir. SANKEY Diyagramı' na göre kesilen bir ağacın ancak % 23.7'i kereste ve % 18.4'ü son ürün haline gelir, % 81 'i ise artıktır. SANKEY Diyagramı (Fischer, 1971., Özen, 1978) Şekil 1.16'da verilmiştir.



Şekil 1.16 SANKEY Diyagramı (Fischer,1971., Özen, 1978).

SANKEY Diyagramı genel olarak dikili orman ağaçlarının keresteye dönüştürülmesi göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Buradaki değerler doğal ya da plantasyondan üretilen ağaçlarda, farklı ağaç cinslerinde, aynı cinsin farklı türlerinde, farklı kalite sınırlarındaki ağaç ve bunlardan elde edilecek yine farklı kalite sınırlarındaki ve boyutlarındaki tomruklarda değişkenlik gösterecektir. Bununla birlikte bahsi geçen diyagram genel olarak yorumlandığında Şekil 1.17'de verilen değerler elde edilir.

Langmoen (1978) 'e göre kereste üretiminde materyal akışı Şekil 1.17'de gösterilmiştir.



Şekil 1.17 Kereste üretiminde materyal akışı.

TS 654 (1975) [10]'e göre iğne yapraklı tomrukların keresteye biçilmeleri oluşan yanları alınmış kerestede kayıp ve randıman oranları Çizelge 1.3'de, iğne yapraklı tomrukların yanları alınmış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan artıklarına göre kayıp oranları Çizelge 1.4'de, yapraklı tomrukların yanları alınmamış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan kayıp ve randıman oranları Çizelge 1.5'de, yapraklı tomrukların yanları alınmamış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan artıklarına göre kayıp oranları Çizelge 1.6'da, yapraklı tomrukların yanları alınmış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan kayıp ve randıman oranları Çizelge 1.7'de ve yapraklı tomrukların yanları alınmış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan artıklarına göre kayıp oranları Çizelge 1.8'de verilmiştir. Çizelge 1.3'de, Çizelge 1.4'de, Çizelge 1.5'de, Çizelge 1.6'da ve Çizelge 1.7'de verilen değerler genel olup tomruk kalite sınıflarını içermemektedir.

Çizelge 1.3 İğne yapraklı tomrukların keresteye biçilmeleri sırasında oluşan yanları alınmış kereste kayıp ve randıman oranları (TS 654).

Kayıp ve randıman oranları (%)	Göknaar ve Ladin		Çam ve Sedir	
	En az	En çok	En az	En çok
Kayıp	28	45	35	55
Randıman	55	72	45	65

Çizelge 1.4 İğne yapraklı tomrukların yanları alınmış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan artık adlarına göre kayıp oranları (TS 654).

Artık adları	Kayıp Oranları (%)			
	Göknaar ve Ladin		Çam ve Sedir	
	En az	En çok	En az	En çok
Testere talaşı	15	18	15	20
Kırıntı	6	10	8	12
Kapak	4	8	8	12
Kerestecik	1	2	1	3
Takoz	2	42	2	5
İskarta Mal	-	45	1	3
Toplam	28		35	55

Çizelge 1.5 Yapraklı tomrukların yanları alınmamış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan kayıp ve randıman oranları (TS 654).

Kayıp ve randıman oranları (%)	Kayın		Meşe	
	En az	En çok	En az	En çok
Kayıp	26	42	29	51
Randıman	58	74	49	71

Çizelge 1.6 Yapraklı tomrukların yanları alınmamış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan artık adlarına göre kayıp oranları (TS 654).

Artık adları	Kayıp Oranları (%)			
	Kayın		Meşe	
	En az	En çok	En az	En çok
Testere talaşı	8	15	10	18
Kapak	4	7	5	8
İskarta Mal	14	20	14	25
Toplam	26	42	29	51

Çizelge 1.7 Yapraklı tomrukların yanları alınmış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan kayıp ve randıman oranları (TS 654).

Kayıp ve randıman oranları (%)	Kayın		Meşe	
	En az	En çok	En az	En çok
Kayıp	46	57	47	68
Randıman	43	54	32	53

Çizelge 1.8 Yapraklı tomrukların yanları alınmış keresteye biçilmeleri sırasında oluşan artık adlarına göre kayıp oranları (TS 654).

Artık adları	Kayıp Oranları		(%)	
	Kayın		Meşe	
	En az	En çok	En az	En çok
Testere talaşı	15	20	15	20
Kırıntı	10	13	10	12
Kapak	6	8	6	12
Kerestecik	3	4	3	5
Takoz	6	6	6	8
Iskarta Mal	6	6	7	11
Toplam	46	57	47	68

1.5.2 Randımanı Etkileyen Faktörler

Kereste üretiminde kantite ve kalite randımanı üzerine etki eden faktörleri kısaca üç grup altında toplayabiliriz. Bunlar;

1-İşlenen tomruğun özellikleri (tomruk çapı, uzunluğu, formu, büyüme özellikleri ve tomruk kusurları)

2-Biçilen kerestede aranan özellikler (kereste enine kesiti)

3-Biçme ve işletme tekniği (biçme makineleri, kesiş yöntemi, testere kalınlığı ve testere biçme hattı, biçme hataları)' dir.

1.5.2.1 Tomruk Çapı

Tomruk çapı arttıkça randıman da artar. Çünkü geniş çaplı tomrukların biçilmesinde ana ürün dışında kalan kapaklardan daha iyi yararlanılır. İnce çaplı tomruklarda ise kapaklar, standart boyutlardaki kerestelerin biçilmesine ya çok az veya hiç olanak vermezler.

Bell (1951), tomruk çapının kereste randımanı üzerine etkisini saptamak amacıyla; 2300 adet kusursuz ve düzgün ladin, çam ve göknar tomruklarını 7.5 - 41 cm çap gruplarına ayırarak kerestelere biçmiştir. Sonuç olarak; tomruk çapının artması ile kereste randımanının arttığını, 7.5 cm çap grubunda % 44 randıman, 15 cm çap grubunda % 45 ve 41 cm çap grubunda % 60 randıman elde ederek ispatlamıştır (Bell, 1951).

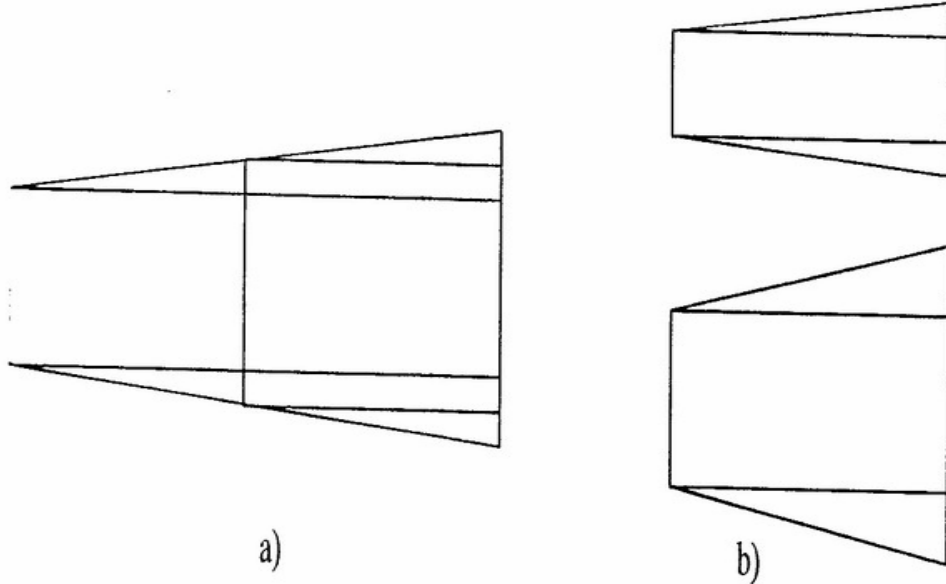
Gürsu ve Öktem (1975), başlıca ağaç türlerimizden olan çam, kayın ve göknar tomruklarının katra ve şerit testerelede biçilmesinde, farklı çap kademelerinde elde edilen kereste randımanı ile, kapak, kereste yanı, kereste başı ve talaş gibi imalat artıklarının yüzdelerinin belirlenmesine yönelik bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; kereste randımanının katrağa nazaran şeritle biçmede daha yükseğe ulaşacağını (50 cm çapındaki tomrukların katrakla biçilmesinde randıman çamda % 62.40, kayında % 54.04 ve göknarda % 62.79 iken şeritle biçmede aynı çap sınıfı için çamda % 67.55, kayında % 76.67 ve göknarda % 70.15 olmuştur), tomruk çapındaki anmaya paralel olarak randımandaki artışın şerit testere ile biçmede daha yüksek seviyeye ulaşacağını (20 cm çapındaki kayın tomruklarının şeritle biçilmesinde randıman % 61.16 iken 80 cm çapta % 84.18, aynı ağaç türünün katrakla biçilmesinde ise 20 cm çap kademesinde % 51.62 ve 80 cm çap kademesinde % 57.42 olmuştur. Çam tomruklarının biçilmesinde tomruk çapının artmasıyla talaş miktarında tedrici bir yükselme olduğunu, buna mukabil diğer artıklarda azalmanın söz konusu olduğunu ifade etmişlerdir (Gürsu ve Öktem ,1975).

Öktem ve Sözen (1996), asli ağaç türlerimizden olan meşe (*Quercus* spp.) ve ladin (*Picea orientalis* L.) tomruklarını şerit testere makinesi ile biçerek çap kademelerine göre randıman ve artıkları belirlemişlerdir. Araştırmalarında kullandıkları meşe tomruklarını mümkün olduğu kadar geniş bir çap sınıfına yayılmış olarak çeşitli çaplarda ve tesadüfi yöntemle, Demirköy Devlet Kereste fabrikası tomruk parkından, kullanılan toplam

55 adet tomruktan 40 adeti 3. sınıf, 14 tanesi 2. sınıf ve sadece 1 tanesi 4. sınıf, ladin tomrukları ise çeşitli çaplardan ve tesadüfi yöntemle Ardeşen Kereste fabrikası tomruk parkından, kullanılan toplam 75 adet tomruktan 61 adeti 3. sınıf, 14 tanesi 2. sınıf olarak seçmişlerdir. Çalışmalarının sonunda; 20-60 cm çaplar için kereste randımanının meşede % 71.18, ladinde % 70.46 olarak saptamışlar ve her iki ağaç türünde de tomruk çapındaki artmaya paralel olarak kereste randımanında da artma olacağını ifade etmişlerdir. 20 cm çapındaki meşe tomruklarının biçilmesi ile kereste randımanı % 57.59 iken 60 cm çapındaki tomruğun biçilmesinde % 84.77, 20 cm çapında ladin tomruğunun biçilmesi ile kereste randımanı % 65.5 iken 80 cm çapındaki tomruğun biçilmesinde % 80.39 olarak hesaplamışlardır (Öktem ., Sözen, 1996).

1.5.2.2 Tomruk Uzunluğu

Tomruk uzunluğu arttıkça randıman azalır. Bu husus çap düşüşü fazla olan tomruklarda daha belirgindir. İnce ve kalın uç çapı aynı olan tomrukta boyun uzaması ile randıman azalması sadece boy kesme nedeniyle olabilir. Çap düşüşü olan bir tomrukta boy arttıkça ana ürün randımanında bir azalma, yan ürünlerde ise belirgin bir artış olmaktadır. Tomruk uzunluğunun (a) ve çap düşüşünün (b) ana ürün randımanına etkisi Şekil 1.18'de görülmektedir (Fischer, 1971., Özen, 1978).



Şekil 1.18 Tomruk uzunluğu ve çap düşüşünün ana ürün randımanına etkisi (Fischer, 1971., Özen, 1978).

Bell (1951), tomruk uzunluğunun kereste randımanı üzerine etkisini saptamak amacıyla; tomruk çapı ve biçme metodunu sabit tutarak 280 adet kusursuz ve düzgün 15 cm çapında ve 4 - 6 m boyundaki ladin tomruklarını elde edilen kerestelerin % 16'sı 2.54 cm kalınlıkta, % 34'ü 5 cm kalınlıkta ve % 50'si 7.5 cm kalınlıkta olacak şekilde kerestelere biçmiştir. Sonuç olarak; çap düşüşü belirtilmeyen bu araştırmada tomruk uzunluğunun artması ile kereste randımanının azaldığını 4 m boyundaki tomrukların biçilmesinde % 44, 6 m boydaki tomrukların biçilmesinde % 37 randıman elde ederek ispatlamıştır (Bell, 1951).

1.5.2.3 Tomruk Formu

Tomruk dolgunlaştıkça ve silindirik forma yaklaştıkça randıman artar. Çap düşüşü olan tomrukların biçilmesinde fazla sayıda tahta ve kerestecik çıkması nedeniyle ana ürün randımanı azalmaktadır.

Hallock vd. (1976), yumuşak ağaç yapı kerestesi üretiminde BOF (Best Opening Face) bilgisayar biçme programını kullanarak keskin kesiş, tomruk gövde eksenine paralel prizma kesiş ve tomruk yanal yüzeyine paralel prizma kesiş teknikleri ile çapı 12.7-51 cm, uzunluğu 2.44 - 7.32 m ve gövde düşüklüğü 4.88 m' de 2.54-12.7 cm arasında değişen 3510 adet tomruğu biçmişlerdir. Sonuç olarak; keskin kesiş tekniğinin uygulanması ile bazı tomrukların daha yüksek randıman vermesine rağmen prizma kesiş tekniğinden herhangi birinin uygulanması ile daha iyi sonuçlar alınabileceğini göstermişlerdir. 5 m' den daha kısa ve çap düşüşü 5 m' de 7.5 cm ve daha küçük olan tomruk ve prizma için tomruk yanal yüzeyine paralel prizma kesiş, 5 m' den daha uzun ve çap düşüşü 7.5 cm' den daha büyük olan tomruk için tomruk gövde eksenine paralel prizma kesiş tekniğinin kullanılması ile en iyi biçme işleminin yapıldığını ve tomruk ezelliğine bağlı olarak kesim teknikleri arasından seçim yapma olanağına sahip olunması durumunda % 0.5 ile % 6.6 oranında randıman artımı sağlanabileceğini ifade etmişlerdir (Hallock vd., 1976).

Wagner ve Taylor (1993), Alabama, Arkansas, Louisiana, Mississippi, Oklahoma, Tennessee ve Texas eyaletlerini kapsayan güney merkezi (SC) ile Colorado Idaho, Montana, South Dakota ve Wyoming eyaletlerini kapsayan Rocky Dağı Kuzey Bölgesi (RN) arasındaki biçme değişkenlerini ve tomruğun her cubic foot'undaki board feet kereste olarak tanımlanan kereste randıman faktörlerini karşılaştırmışlardır. Bilindiği gibi kereste randımanı üzerine tomruk formu (silindiriklik, düzgünlük ve çap düşüşü),

tomruk çapı ve uzunluğu, testere biçme hattı, fazla/eksik ebat, kaba kereste ebadı, biçme metodu ve fabrika büyüklüğü etki etmektedir. alışmalarında Kereste fabrikası Geliştirme Programı (Savvmill Improvement Program (SIP)) kullanarak bir gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonunda; SC bölgesinde LRF 6.3 ve RN bölgesinde LRF (Lumber Recovery Factor) 7.9 olarak hesaplanmıştır. Bu iki bölge arasında % 20'lik bir fark anlamına gelmektedir ve bölgeler arsındaki bu farkın oluşmasında sadece tomruk formunun etkili olduğu belirtilmiştir (Wagner and Taylor, 1993).

1.5.2.4 Büyüme zellikleri ve Tomruk Kusurları

Eğrilikler, çatlaklar, budaklar, ovallik, olukluluk, iki zllk, eksantrik büyüme, lif kıvrıklığı, yara izi, iç kabuk, mantarların ve böceklerin neden olduğu kusurlar vb. randımanı dşrrlr.

Wagner vd. (2002), eğri Douglas Göknarı (*Pseudotsuga menziesii*) tomruklarının kavisli biçilmesi ile elde edilen inşaatlık kerestelerin şekil değişmeleri, elastikiyet modülü ve sınıfı hakkında bir değerlendirme yapmışlardır. Bu amaçla; Washington'un kuzey doğusundaki işbirliği yaptıkları bir kereste fabrikasının tomruk deposundan 45 - 50 yaşından itibaren 25 mm' deki yıllık halka sayısı 20'den fazla olan 75 yaşında, çapı 17.8 cm ve uzunluğu 4.88 m olan 120 adet tomruğu: 1) 2.5 cm ve daha az eğri (düz), 2) 3.8 - 6.4 cm eğri (ılımlı eğrilik ve 3) 7.6 cm ve daha fazla eğri (fazla eğri) sınıfı olmak üzere üç kategoriye ayırmışlar ve kavisli biçme tekniğini kullanarak tomruğun orta kısmından 3.8 - 14.0 cm, kenarlarından 3.8 - 8.9 cm kalınlıkta kerestelere biçmişlerdir. şekil değişmelerini Batı Ahşap rnleri Birliği (WWPA) kurallarına göre belirlemişler, keresteleri select structural, No. 1 ve No. 2 sınıflarına ayırmışlardır. Elde ettikleri veriler ışığında; fazla eğri tomruklardan üretilen kerestelerde önemli derecede eğilmenin söz konusu olduğunu saptamışlardır. Yine bu tomruklardan elde edilen kerestelerde burulmanın en az olduğunu ve bunun nedeninin fazla eğri tomrukların burulmanın ana etkeni olan spiral lifliliğe daha az sahip olması olduğunu ifade etmişlerdir. Elastikiyet modülünün fazla eğri tomruklardan üretilen kerestelerde ve select structural kalite sınıfında en fazla olduğunu, yüksek kaliteli inşaatlık kerestelerin küçük çaplı Douglas Göknarı'ndan kavisli biçme ile elde edilebileceğini ve genel bir yargı olarak kabul edilen inşaatlık keresteler silindirik tomruklardan elde edilir ifadesinin bu çalışma ile birlikte değişeceğini belirtmişlerdir (Wagner vd., 2002).

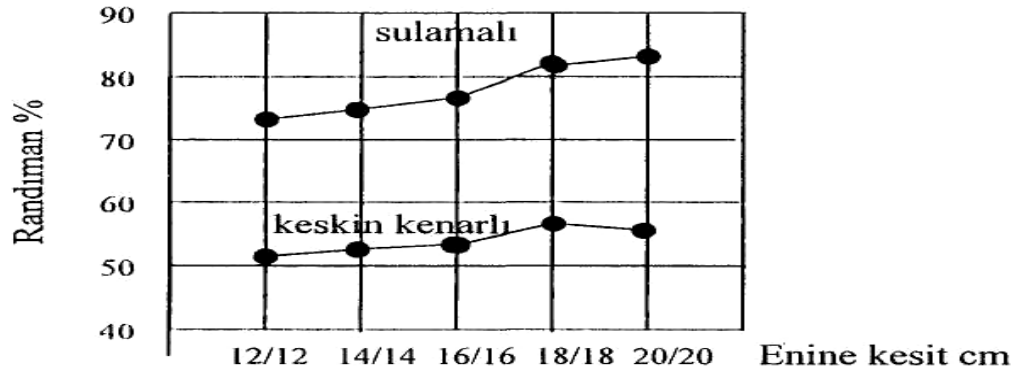
Gazo vd. (2000), göğüs yüksekliğindeki çap, iki dal arası mesafenin görse olarak değerlendirilmesi ve dal boyutu gibi ağaç parametreleri ile kusur sıklığı, her bir kusur tipinin ortalama alanı ve kusursuz yüzey alanının yüzdesi olarak ifade edilen farklı genişlikteki kereste kalitesi arasındaki ilişkiyi saptamışlardır. Bu amaçla; 27 yaşındaki Radiata Çamı (*Pinus radiata* D. Don.) meşceresinden 20 adet ağaç, her bir ağaçtan 4 m uzunluğunda ve biri budanmış dip tomruğu, biri ikinci tomruk, biri orta kısım tomruğu ve biri tepe tomruğu olmak üzere 4 adet tomruk kesmişlerdir. Kesilen tepe tomruklarından biri biçmeye uygun olmadığından ve iki ağaçtan ekstra birer tane fazla orta kısım tomruğu elde ettiklerinden tomruk dağılımı 20 adet budanmış dip tomruğu, 20 adet ikinci tomruk, 22 adet orta kısım tomruğu ve 19 adet tepe tomruğu olmak üzere toplam 81 tomruk üzerinde çalışmışlardır. Bunlardan 40 adedini keskin kesiş, 41 adedini de prizma kesiş yöntemine göre biçmişlerdir. Her iki kesişte de ince uç çapı 20-30 cm olan tomruklarda orta kısımda 10 cm kalınlığında prizma, daha kalın tomruklarda ise 20 cm kalınlığında prizma bırakmışlardır ve böylece 4 cm kalınlıkta toplam 10.45 m³, 259 adet farklı genişlikteki keresteyi değerlendirmeye tabi tutmuşlardır. Kerestelerin % 31'i budanmış tomruklardan geri kalanı budanmamış tomruklardan temin edilmiştir. Keresteleri gömülü budak, kısmi gömülü budak, düşen budak/delik, kanat budağı, kabuk çukurları/leke, reçine keseleri, çivi lekeleri ve sulama olarak 8 kusur kategorisine göre sınıflandırmışlardır. Çalışmalarının sonunda; küçük göğüs yüksekliği çapma sahip budanmış ve budanmamış ağaç tomruklarından elde ettikleri kerestelerde gömülü budakların oranının orta ve daha büyük göğüs çapma sahip tomruklardakinden daha yüksek olduğunu, budanmış ağaç tomruklarından elde edilen kerestelerde kusursuz yüzey alanı yüzdesinin orta ve daha büyük göğüs çapına sahip tomruklardakinden daha düşük olduğunu, budanmamış tomruklardan elde edilen kerestelerin kusursuz yüzey alanı yüzdesinin ağacın göğüs yüksekliği çapından etkilenmediğini, küçük göğüs yüksekliği çapına sahip budanmış tomruklardan elde edilen kerestelerde ortalama sulama alanının orta ve daha büyük göğüs çapına sahip tomruklardakinden daha yüksek olduğunu ve küçük dal boyutuna sahip budanmamış tomruklardan elde edilen kerestelerde düşen budak oranının orta ve daha büyük dal boyutuna sahip tomruklardakinden daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir (Gazo vd., 2000).

Kabakçı (1986), kereste endüstrisi için genelde randıman kelimesi yerine verimlilik kavramını kullanarak kantitatif randıman oranlarının işletmeler arasındaki gerçekleşme

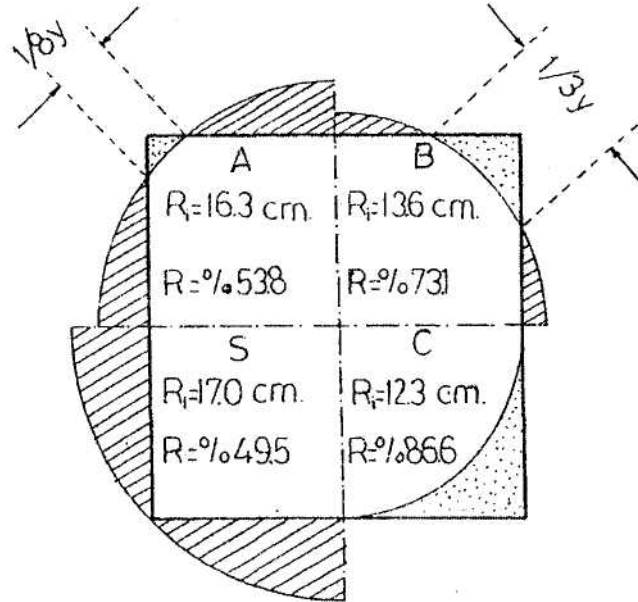
durumlarını incelemek ve bu konuda bazı rakamlar ortaya koymak amacıyla, ORÜS kurumu fabrikalarının kantitatif randımanlarını 1978-1984 yılları arasındaki 7 yıllık bir dönem süresince çam ve göknar, ladin ve kayın için ayrı ayrı ele alarak genel bir değerlendirmesini yapmıştır. Çam tomrukları üzerinde yaptığı çalışma sonucunda sırası ile; tomruğun ince uç çapı ile kalın uç çapı arasındaki farkın, uygulanan biçme yönteminin, öz çürüklüğünün, tomruk kalite sınıfının ve eğrilik derecesinin önemli derecede etkili olduğunu, göknar tomrukları ile yapılan çalışmada ise öz çürüklüğü, tomruğun ince uç çapı, tomruğun kalite sınıfı ve eğrilik faktörlerinin randıman üzerindeki etkilerinin anlamlı olduğunu saptamıştır. Ayrıca her geçen gün azalan ormanlarımızın en iyi şekilde işletilmesinin ve odun hammaddesinin üretiminden tüketimine kadar geçen süredeki iş ve işlemlerin tekniğine uygun olarak yapılmasının gerekliliğini vurgulamıştır (Kabakçı, 1986).

1.5.2.5 Kereste Enine Kesiti

Biçilen kerestede aranan kalite özellikleri ne kadar yüksek ise randıman o derecede düşük olmaktadır. Sipariş edilen malda, üretim mühendisi ne kadar serbest bırakılırsa ve kerestenin kalite özellikleri üzerindeki tolerans ne kadar geniş ise randıman o derecede büyüktür. Tomruk ince uç çapına tam uygun olacak şekilde kare enine kesite sahip kereste üretiminde randıman en yüksek olmaktadır. Tomruk enine kesit yüzeyindeki kereste enine kesit yüzeyi arttıkça buna bağlı olarak randıman da artar. Enine kesitleri küçük olan ürünlerin biçilmesinde testere biçme hattı sayısının fazla olması, talaş miktarının artmasına ve dolayısıyla randımanın azalmasına neden olur. Kerestelerin enine kesil boyutları küçüldükçe randıman azalır. Özellikle sulamasız keskin kenarlı kereste üretiminde randıman çok düşüktür. Yanları alınmamış kereste üretiminde randıman % 80'nin üzerine çıkabilir. Yanları alınmış kerestede sulama miktarının artması ile randıman artar. Bunun nedeni; sulamanın ölçmeye katılması ve aynı genişlik ve kalınlıkta da olsa sulamalı mal için daha ince, keskin kenarlı mal için daha kalın tomruğun gerekli olmasıdır. Şekil 1.19'de kereste enine kesit boyutlarının randımana etkisi görülmektedir (Fischer, 1971). Şekil 1.20'de ise sulama oranına göre tomruk ince uç çapı ve randıman yüzdeleri verilmiştir (Lohmann, 1982).



Şekil 1. 19 Kereste enine kesit boyutlarının randımana etkisi (Fischer, 1971).



Şekil 1.20 Sulama oranına göre tomruk ince uç çapı ve randıman yüzdeleri (Lohmann, 1982).

Flann ve Lamb (1966), Akçaağaç kerestesinin fiyatı, hacim ve kalite randımanı üzerine yan (kenar) alma uygulamalarının etkilerini saptamak için yaklaşık olarak 7 m^3 I 54 cm (4/4 inch) kalınlıktaki Akçaağaç kerestesini Ulusal Sert Ağaç Kereste Birliği NHLA) sınıflandırma kurallarını dikkate alarak dört farklı yan alma işlemine -geleneksel uygulama (conventional practice), şiddetli uygulama (severe practice), optimum uygulama (optimum practice) ve kapsamlı uygulama (wide practice) tabi tutmuştur. Araştırma sonucuna göre; No.2 Common sınıfında optimum yan alma uygulaması ile elde edilen kereste fiyatı, dört kenar uygulaması içerisinde en küçüğü olan şiddetli kenar alma uygulaması ile elde edilen kereste fiyatını ikiye katlamış, No.1 Common sınıfında ise

optimum yan alma uygulaması ile elde edilen kereste fiyatı, dört kenar uygulaması içerisinde en küçüğü olan kapsamlı kenar uygulaması ile elde edilen kereste fiyatının % 60 daha fazlası şeklinde oluşmuştur (Flann vd., 1966).

Hamner vd. (2002), ROMI-RIP 2.0 simülasyon programını kullanarak genişliği 10-33 cm, % 80'i 1 Common, % 12'si 2A Common ve % 8'i First and Seconds (FAS) kalite sınıflarında olan 5 m³ fırında kurutulmuş kırmızı meşe kerestesini üç farklı uzunluk sınıfına (2-2.5 m uzunluğunda kısa kereste (425 adet), 3-3.5 m uzunluktaki orta boy kereste (280 adet) ve 4.5-5 m uzunlukta uzun kereste (187 adet)) ayırarak kantite randıman üzerine kereste uzunluğunun etkisini saptamışlardır. Çalışmalarında standart fabrika uygulamalarını ve optimizasyon stratejisini belirlemek için; statik strateji (öncelik=L² x W, L=uzunluk ve W=genişlik), temel dinamik stratejisi (öncelik=L²xWxN, N= gerekli kereste sayısı) ve kompleks dinamik üs stratejisinden (öncelik=L^{WF} uzunluk x W^{WF} genişlik, WF= ağırlık faktörü) oluşan parça öncelik stratejisini kullanmışlardır. Ayrıca kantite randımanı üzerine etkili olan kereste uzunluğunun değişmesi ile kesim hesaplarının nasıl değiştiğini kolay ve zor olarak tanımladıkları iki metotla belirlemişlerdir. Çalışmalarının sonunda; kereste uzunluğunun artması ile kesim hesaplarının ve kantite randımanının arttığını, uzun tahtaların kısa tahtalarla karşılaştırdıklarında % 5 daha fazla kantite randımanı elde ettiklerini ve kereste uzunluğunda 1 m'lik artış olması durumunda kantite randımanında % 2.5 ile %5.8'lik bir artma olduğunu belirtmişlerdir (Hamner vd., 2002).

1.5.2.6 Biçme Makineleri

Testerelerinin kalın olması ve biçme hatlının düzgün olmayışı nedeniyle daire testere makinelerinin randımanı düşüktür. Tomruk şerit testere makinelerinde tomruk arabasının her ilerleyişinde sadece bir adet kereste biçilir. Biçilen kerestenin yüzeyleri sürekli gözlenebildiğinden, bir sonraki kerestenin kalınlığı en yüksek kalite ve kantite randımanını verecek şekilde belirlenir. Randımanı testere dizilişine ve tomruk ince uç çapına bağlı olan düşey katraklar, ince ve orta çap kademesindeki tomrukların biçilmesi işleminde kullanılırlar. İnce uç çapının doğru olarak belirlenmesinde yapılacak olan bir hatanın randımanı düşürmesi sebebiyle katraklı kereste fabrikalarında tomrukların ince uç çaplarına göre istiflenmesi önemli bulunmaktadır. Kereste endüstrisinde doğrudan doğruya değerlendirilebilen artıkların oluşmasını sağlayan biçme makineleri geliştirilmiştir. Bunlardan biri de profil yongalama makinesidir. Tomruk önce biçilecek kereste

sayısına, kalınlık ve genişliğine göre freze edilir ve sonra kalınlıkları çok az olan daire testereler ile biçilir. Freze talaşı veya yongası levha üretimi için uygundur. Elde edilen yongaların yongalevha üretiminde kullanılıyor olması kereste randımanını artırmaz. Randıman hesabında sadece kereste hesaba katılır ve yongalar artık (zayiat) olarak değerlendirilir. Öte yandan yongaların yongalevha üretiminde kullanılması nedeniyle artık olarak değerlendirilmemesi eğilimi de vardır. Fakat bu doğru değildir. Çünkü randımanın hesabında çıktı olarak kereste hesaba katılmaktadır.

1.5.2.7 Kesiş Yöntemi

Keskin kesiş yöntemi ile birim zamanda daha çok üretim, yani daha yüksek verim elde edilmektedir. Farklı genişliklerdeki ürünlerin değerlendirilebilirle imkanlarının mevcut olduğu şartlarda ve ince uç çapı 35cm'den daha küçük olan tomrukların biçilmesinde, keskin kesiş yönteminin kullanılması uygun olur. Üretilen kerestelerin, yanlan alınmadan veya konik olarak alınarak değerlendirilebildiği hallerde, keskin kesiş yöntemi kullanılmaktadır. Keskin kesiş yöntemi ile elde edilen kerestelerin; daire testerelerle yan alma işlemlerinde işçilerin dikkatsizliği nedeniyle kalite ve kantite randımanlarının azalması ve prizma kesiş yöntemiyle elde edilen ürünlere göre daha düşük kalite özellikleri göstermesi bu yöntemin dezavantajlarındandır.

Keskin kesiş yöntemi ile biçilen kerestelerin daire testere makinelerinde yanlarının alınması durumunda randıman yaklaşık % 60 olurken yanlarının alınmaması durumunda randıman yaklaşık % 80'dir. Prizma kesiş yönteminin uygulanmasında toplam randıman yaklaşık % 67-68, ana ürün randımanı ise % 48 kadardır (Özen, 1978).

Yan alma işlemine gerek olmayan prizma kesiş yöntemi ile elde edilen standart repullardaki kerestelerin piyasada değerlendirilmeleri daha kolay olmaktadır. Prizma tesis yöntemi ile, her biçişten sonra tomruğun iç özellikleri görülebildiğinden tomruk i - surlarının daha az kerestede kalması sağlanarak, kalite randımanı arttırılabilir. Keskin kesiş yöntemi ile elde edilen çok farklı genişliklerdeki kerestelerin değerlendirilmesi sınırlı okluğundan, kalın tomrukların biçilmesinde prizma kesiş yöntemi tercih edilmelidir.

Bousquet ve Flann (1975), 800 adet Akçaağaç (*Acer saccharum* Marsh.) tomruğunu, her birinde 200 adet tomruk bulunan 20, 25, 30 ve 35 cm'lik 4 çap grubuna ayırarak, keskin kesiş ve karar biçme (decision saving) yöntemleri ile biçmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, Akçaağaç tomruklarının şerit testere makinesinde 2.5 cm'lik tahtalar haline getirilmesi işleminin, keskin kesiş yönteminde karar biçme yöntemine göre ortalama olarak % 18-%32 daha kısa zaman aldığını, fabrika verimliliği bakımından keskin kesiş ile tomrukların kerestelere biçilmesinde (tahta ve prizma üretmek için ana biçme makinesinde ve arkasında yarma makinesi) saatte brüt 24 m³ kereste, karar biçme ile kereste üretiminde saatte brüt 17 m³ kereste üretilmiş, diğer bir deyişle birim zamanda karar biçme yöntemi ile elde edilen ürünlerin keskin kesiş yöntemi ile elde edilen ürünlerden % 25 daha az olduğunu, ortalama fiyatın her 0.028317 m³ için keskin kesişte 1.13 \$, karar biçmede 1.12 \$ olduğunu ifade etmişlerdir (Bousquet vd., 1975).

Richards vd. (1980), sert ağaç tomrukların matematik modeller vasıtasıyla biçilmesi amacıyla geliştirdikleri dört adet bilgisayar programını kullanarak dört farklı biçme metodunun (aynalı kesiş, prizma kesiş, keskin kesiş ve prizma kesişinin farklı bir uygulama tekniği olan karar biçme tekniği) kerestenin fiyatı üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında 4 m boyunda, 25-70 cm çapında ve gövde düşüklüğü 2.54 cm olan tomrukları simüle etmişlerdir. Araştırma sonucunda; keskin kesiş yöntemi ile kusursuz tomrukların kullanılması durumunda diğer biçme yöntemlerine göre daha fazla kereste miktarı ve dolayısıyla kereste fiyatı sağlanacağını, fakat büyük öz kusurları içeren 25-30 cm çapındaki daha kısa tomruklarda diğer biçme metodlarına göre keskin kesiş tekniğinde daha düşük kereste fiyatı elde edileceğini belirtmişlerdir (Richards vd., 1980).

Grönlund (1989), İsveç'te hammadde fiyatlarının yüksek olması sebebiyle fabrika sahiplerinin yüksek kereste randımanı elde etmelerine yardımcı olmak amacıyla bu ülkede yaygın bir biçme tekniği olan prizma kesiş ile keskin kesişin farklı bir uygulama tekniği olan eğrisel biçme (trapezoidal sawing) ve prizma kesişin farklı bir uygulama tekniği olan açısall biçme (angular sawing) adındaki iki yeni metodu hem. bilgisayar simülasyonu hem de uygulama sonuçları vasıtasıyla kereste randıman bakımından karşılaştırmıştır. Eğrisel biçmede tomruklar, gövde eksenine paralel keskin kesiş yöntemine göre sırt kısmı yukarıda olacak şekilde biçilir. Sırt taraf ayrıca yan tarafa gelecek şekilde de ayarlanabilir. Kalaslar gövde eksenine paralel ortadan dilimlenir. Kalasın ufuk parçası döndürülerek üstteki büyük parçanın üzerine konur ve tutkallanır. Böylece dikdörtgen

biçiminde bir kalas elde edilir. Daha sonra bu kalaslar yarma makinesinde istenilen ebatlarda biçilir. Açısal biçme; prizma kesişine benzetmekle birlikte prizmanın tekrar kerestelere biçilmesi aşamasında bu işi iki daire testerenin yapması ve iki makinenin birbirine göre ufak bir açı ile kesme işini yapmaları şeklinde gerçekleştirilir. Çalışmada; testere biçme hattını 4 mm, ortalama daralma payını % 4, tomruk çaplarını 120-360 mm (2 mm basamaklarla), tomruk eğriliğini 0, 10, 20 ve 40 mm, metredeki çap düşüşünü 5, 10 ve 15 mm/m, tomruk uzunluğunu 3.1, 4.0, 4.6 ve 5.5 m, en büyük ve en küçük çap arasındaki fark yani ovalliği % 0, % 2, % 5, % 10 ve % 20, 38, 50, 63 ve 75 mm nominal kalınlıkta iki merkez kerestesi veya 50 mm kalınlıkta dört merkez kerestesi seçimini, prizmanın kabul edilebilir yüksekliği ve kereste genişliğini 75-250 mm (25 mm basamaklarla) ve kapak tahtası kalınlığını 19 ve 25 mm olarak kararlaştırmıştır. Araştırma sonucunda; büyük çaplı tomrukların biçilmesi söz konusu olduğunda açısal biçme yönteminin kullanılması ile prizma kesiş yöntemine göre daha fazla randıman elde edildiğini, önemli miktarda eğri olan ufak tomrukların eğrisel biçme ile biçilmesinde yüksek randıman elde edileceğini, 150 mm'den daha küçük çaplı tomrukların eğrisel biçme ve prizma kesiş ile biçilmesi arasındaki randıman farkının % 21 olduğunu, prizma kesiş ile biçmede silindirik tomrukların biçilmesinde eğri tomrukların biçilmesine göre % 4.4'lik bir randıman artışı sağlanacağını, eğrisel biçmede tomruk eğriliğinin randımanı etkilemediğini ve eğrisel biçme ile % 72.4, açısal biçme ile % 60.9, prizma kesiş ile biçmede % 57.4'lük kereste randımanı elde edilebileceğini belirlemiştir (Gronlund, 1989).

Neilson vd. (1970), dört yan (kenar) alma uygulaması (geleneksel (conventional), şiddetli (severe), geniş (wide) ve optimum) ve üç biçme yöntemini (keskin kesiş (live sawing), kabuksuz yüzeye paralel biçme (taper sawing) ve karar biçme (decision sawing)) değerlendirmek için her brüt 0.028317 m³'teki fiyat, toplam kereste fiyatı ve yüzey ölçümü şeklinde üç değerlendirme ölçümü kullanmışlardır. Tomruk uzunluğu 3.65 m ve çapları 35.56-40.64 cm olarak belirlemişlerdir. Keresteleri 21 adet 1. sınıf Akçaağaç dip tomruğundan elde etmişler, % 20 nem içeriğine kadar kurutmuşlar ve sınıflandırmışlardır. Araştırma sonunda; yüksek kalitedeki tomrukların keskin kesiş ile biçilmesi sonucu yüksek kereste fiyatı elde edileceğini, optimum kenar alma uygulamasının diğerlerinden daha iyi olduğunu, kabuksuz yüzeye paralel biçme yönteminin karar biçme yönteminden bile kötü olduğunu, geleneksel kenar alma yönteminin sade ve geniş kenar alma yöntemine göre daha iyi olduğunu ve kereste

yüzey alanının keskin kesişte diğer kesiş yöntemlerine göre daha büyük olduğunu belirtmişlerdir (Neilson vd., 1970).

1.5.2.8 Testere Kalınlığı ve Testere Biçme Hattı

Kullanılan ana ve yan makinelerin testere levhası kalınlığı da randımanı olumsuz etkilemektedir. Testere levhalarının kalınlığının ve çapraz miktarının fazla olması sonucu testere biçme hattı geniş olacağından randıman düşüktür. Diğer taraftan ince testereler biçme sırasındaki zorlanmalara karşı dirençli olmadıklarından biçme hattından saparak bu hattın genişlemesine, kerestenin hatalı olmasına ve dolayısıyla randımanın düşmesine neden olurlar. Buna göre direnci yeterli olmak koşuluyla ince testereler yeğ tutulmalıdır.

Hallock (1962), Amerika'nın güneydoğusunda bulunan ve sarıçam işleyen kereste fabrikalarında kullanılmak üzere testere biçme hattının randıman üzerine etkisini saptamak amacıyla matematik analiz yapmıştır. Analiz için yaklaşık 300 adet 14-30 cm çapında, silindir biçiminde sarıçam tomruklarının, 0.71 cm (9/32 inch) ve 0.95 cm (12/32 inch) testere biçme hattında daire testere ile biçilmesi planlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre; 0.71 cm (9/32 inch) testere biçme hattında 0.95 cm (12/32 inch) testere biçme hattına göre kereste randımanı, çap sınıfları ayrı ayrı ele alındığında % 2.9-33, genel ortalama olarak ise % 7.31 artmıştır. Bu artış çap 30 cm'nin altına düştükçe büyümektedir (Hallock, 1962).

1.5.2.9 Biçme Hataları

Nedenleri çok fazla olan biçme hataları kerestede boyut ve form bozukluklarına neden olarak kalite ve kantite randımanını azaltır. Biçmede kullanılan makine kadar o makineyi kullanan işçinin bilgi, beceri ve biçmede göstereceği özen randıman üzerinde önemli rol oynamaktadır. Ana biçme makinelerinde tomruğun kusurları, örneğin çatlaklar, budaklar dikkate alınarak bunların en az sayıdaki kereste içerisinde kalmasının sağlanması işçinin bilgisine ve biçmede göstereceği özene bağlıdır. Yan makinelerde biçme sırasında baş kesmede ve yan almada standardizasyon konusunda iyi yetişmiş ve bilgili işçilere ihtiyaç vardır. Yüksek randıman elde etmek için işçi konusu üzerinde özellikle durulması gerekir. Randımanı etkileyen diğer faktörler optimize edilse dahi,

işçilerde aranan vasıfların yeterli olmaması veya olup ta bu vasıflarını randımanı yükseltmek yönünde kullanmasını sağlayacak yönetim ve ücret politikasının uygulanmaması halinde randımanı, özellikle kalite randımanını yükseltmek mümkün değildir.

Michael ve Leschinsky (2003), kereste üreticilerinin eğitim ihtiyaçlarını ve insan kaynakları uygulamalarının sağladığı faydaları saptamışlardır. Bu amaçla 580 adet anket hazırlayarak Pennsylvania'daki en az 5 işçi çalıştıran sert ağaç kereste üreticilerine göndermişlerdir. Anketi cevaplayan toplam 109 adet kereste üreticisinin % 65'i fabrikanın sahibi yada müdürü pozisyonunda diğerleri ise başkan yardımcısı veya genel müdür pozisyonundadır. Araştırma sonunda; üreticilerin büyüklüğüne göre eğitim ihtiyaçlarının farklı olduğunu, küçük üreticilerin fabrika dışı eğitimler için işçilerini serbest bırakmaktan çekindiklerini hatta kısa süreli de olsa işçilerinin görevlerinde aksama olmaması gerektiğini düşündüklerini, büyük firmaların birkaç günlük eğitim programları için bazı işçilerini göndermek için çaba harcayabileceklerini, üreticilerin işçilerinde iletişime büyük önem verdiklerini, işçilerin işlerini sağlıklı biçimde yapabilmeleri için becerinin önemli bir etken olduğunu ve orman ürünleri sektöründe bilgili ve kalifiye işgücüne sahip olmanın, kalifiye işçileri iyi ücretle tutmak ve kendisinden beklenen beceriyi kazanıncaya kadar işçileri eğitmek şeklinde iki yolu olduğunu belirtmişlerdir (Michael vd., 2003).

1.5.3 Kalite

Kalite kavramı literatürde, sanayide ve uygulamada herkes tarafından değişik şekillerde kullanılmakta olup bir kavram birliği mevcut değildir. Kaliteli mal ile dayanıklı üstün niteliklere sahip, kabul görmüş standartlara göre üretilmiş mal ifade edilmektedir.

Ürünün kalitesini belirleyen 2 faktörden birincisi, ürünün kullanılma amacı, ikincisi ise malulün fiyatı olmaktadır. Dolayısıyla kalitenin çok genel olarak amaca uygunluk şeklinde tanımlanması mümkündür. Kalite kontrolü de işletme açısından büyük önem taşımaktadır. Kalite kontrolü müşterilerin isteklerini karşılayan mal ve hizmetlerin ekonomik olarak üretilmesi için kullanılan tekniklerin bir sistemidir. Ürünün kalitesi bu güne kadar daima rekabetin ana noktası olmuştur. Kalitenin boyutları ise şu özelliklerden oluşmaktadır (Yazıcı, H.);

I. Performans (işlevsellik)	:Ürünün fonksiyonlarını yerine getirme niteliğidir.
II. Uygunluk	:Ürünün belirlene özelliklere, belge ve standartlara uygunluk derecesidir.
III. Güvenirlilik	:Ürünün kullanım ömrü içindeki performans sürekliliğidir.
VI. Dayanıklılık	:Ürünün kullanılabilen ömrünün uzunluğudur.
V. Hizmet Görme	:Ürüne yönelik soru ve şikayetlerin kolay çözülmesidir.
VI. Estetik	:Ürünün duylara seslenebilme yeteneğidir.
VII. İtibar	:Ürünün geçmişi marka ve moda değeridir.

Bugün için verimlilik ve kalite çok yakından ilişkilidir. Verimliliği geliştirme otomasyon ve uzmanlaşma gibi teknolojik gelişmelerle sıkça özdeşleştirildiği halde teknolojik gelişmeler tüm verimlilik problemlerini çözmemektedir. Kalite ve verimlilik ilişkisi sıkı olup sonuç olarak ham maddenin etkin kullanımı ve istihdamın artışı sağlanmaktadır (Tekin, 2003).

1.5.4 Kereste Endüstrisinde Üretim Kusurları

Üretim Kusurları

Bütün diğer sanayilerde olduğu gibi orman ürünleri sanayinde de üretim kusurları meydana gelmektedir. Bu üretim kusurları mamul yada yarı mamul malın kullanılmasından, pazarlanmasında, ikincil üretimde randıman kaybına veya hiç kullanılmamasında, ya da ikincil üretimden sonra kullanım yerine problemlere, ikincil üretim esnasında zaman kaybına, işçilik giderlerinin artmasına, birleştirme esnasında kullanılan tutkal, çivi vb. elemanların kullanımının artmasına, yüzey işlemlerinde zımpara kullanımının ve işçiliğin artmasına, yüzey işlemlerinde kullanılan boya ve vernik gibi maddelerin artması (fazla kullanımı) gibi olumsuzlukları ortaya çıkarmaktadır. Bu olumsuzluklar üretim esnasında ne kadar çok giderilirse hem üretim randımanı artabilecek hem de pazarlama ve kullanım yerlerindeki verimi arttıracaktır. Kereste; odunların biçilmesi, kesilmesi veya yontulması suretiyle elde edilen parçaların en az iki yüzeyi birbirine paralel ahşap malzemeye denir.

Keresteler, standartlara üretim şekillerine ve üretim esnasında oluşan kusurlara göre çeşitli sınıflara ayrılmış ve çeşitli isimlerde adlandırılmıştır.

Çizelge 1.9 İğne yapraklı yapı kerestelerinin boyutları.

Çeşidi	Kalınlık(mm)	Genişlik(cm)	Boy(m)
Tahta	15,20,25,25,30,32,35	8,10,12,15,17,20,22,28,30	0.25 er metre basamakla Tolerans: Kısa boylarda ±2 mm Normal boylarda ±3 mm Uzun boylarda ±5 mm Not: Boylarla ait sınırlar TS 51'de verilmiştir.
Kalas	40	8,10,12,15,17,20,22,28,30	
	45	12,15,17,20,22,25,28,30	
	50	12,15,17,20,22,25,28,30	
	60	8,10,12,15,17,20,22,25,28,30	
	80	10,12,15,17,20,22,25,28,30	
	100	12,15,17,20,22,25,28,30	
Lata b/h cm/cm	25/50	30/50 40/60	verilmiştir.
	5/5	b/h (cm/cm)	
Kadron b/h cm/cm	8/8 5/8 10/8		
Kiriş b/h cm/cm	bh/ (cm/cm) 12/12 12/15 15/15 15/15 17/17 17/17		
Azman b/h cm/cm	bh/ (cm/cm) 20/20 20/22 20/25 20/28 20/30 22/22 22/25 22/28 22/30 25/25 25/28 25/30 28/28 28/30 30/30		
Tolerans	Enine kesin boyutlarında en çok ±%1.5 dur. II. ve III. Sınıfta kereste miktarının en çok % 10 Unun enine kesit boyutlarında en çok ±%3 Sapma kabul edilebilir. 0,5 mm den büyük Kusurlar bir üst mm'ye yuvarlanır.		

TSE standartları TS 1265, TS 801, TS 697, TS 1485, TS 1249, TS 820, TS 5005.

Çizelge 1.10 İğne yapraklı kerestenin sınıf özellikleri.

Özellikler	Sınıflar		
	(Taşıma Yeteneği Yüksek Olanlar)	(Taşıma Yeteneği Normal Olanlar)	(Taşıma Yeteneği Az Olanlar)
	1.Sınıf	2.Sınıf	3.Sınıf

KORUNMUŞLARDA

Renklenme (Mavi)	B u l u n a b i l i r	
Renklenme (Kahverengi, Kırmızı şeritler)	B u l u n a b i l i r	
Çürük, Kovuk	B u l u n a m a z	
Yıldırım çatlağı	B u l u n a m a z	Bulunabilir
Don çatlağı	B u l u n a m a z	Bulunabilir
Halka çatlağı	B u l u n a m a z	Bulunabilir
Çevre ve öz çatlağı	B u l u n a b i l i r	
Böcek deliği	B u l u n a m a z	Bulunabilir
Canlı böcek yumurtası ve kurtları	B u l u n a m a z	Bulunabilir
Ökseotu deliği	B u l u n a m a z	Bulunabilir

KORUNMAMIŞLARDA

Renklenme (Kahverengi, Kırmızı şeritler)	Bulunamaz	Bulunabilir
Çürük, Kovuk	Bulunamaz	
Yıldırım çatlağı	Bulunamaz	
Don çatlağı	Bulunamaz	
Halka çatlağı	Bulunamaz	
Çevre ve öz çatlağı	Bulunamaz	
Böcek deliği	Bulunamaz	
Ökseotu deliği	Bulunamaz	

KORUNMUŞ VE KORUNMAMIŞLARDA

Sulama	Uzunlukları toplamı bulunduğu kenar boyunun 1/3'ünü, herhangi bir enine kesitte sulama ile eksilen alan, o kesitin	Uzunlukları toplamı bulunduğu kenar boyunun 2/3'ünü, herhangi bir enine kesitte sulama ile eksilen alan, o kesitin	Bulunabilir. Ancak yuvarlar odunun dört tarafından testere ile boydan boya şeritler açılmış olmalıdır.
--------	--	--	--

Çizelge 1.10 (devam ediyor).

	anma alanının 1/8'ini geçmemelidir.	anma alanının 1/8'ini geçmemelidir.	
Yıllık halka kalınlığı	4 mm'den kalın yıllık halkaların alanı enine kesit alanının yarısını geçmemelidir.	Aranamaz	
Budaklar a) Birer birer dağıtılmış budaklar a1) Kadron, kiriş ve azmanlarda (Budak çapının budağın bulunduğu yüzün genişliğine oranı)	1/5 Çapları 50 mm'den büyük olmamalıdır.	1/3 Çapları 70 mm'den büyük olmamalıdır.	1/2 Çap büyüklüğü aranmaz.
a2) Tahta, kalas ve latalarda (budağın bulunduğu ve uzunluk eksenine dik olarak düşünülen kesitteki her yüzde görünen boyutları toplamının parça genişliğinin iki katına oranı) En çok	1/3	1/3	1/2

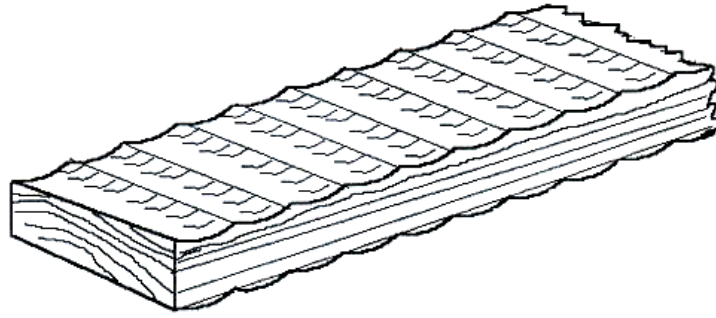
Çizelge 1.10 (devam ediyor).

b) Toplu Budaklar b1) kadron, kiriş ve azmanlarda (kusurların en çok bulunduğu bölgede 150 mm’lik boy içine giren her yüzde bulunan budakların çapları toplamının o yüzün genişliğine oranı) En çok	2/5	2/3	3/4
b2) Kordon, kiriş ve azmanlarda (kusurların en çok bulunduğu bölgede 150 mm’lik boy içine giren her yüzde bulunan budakların kereste eksenine dik olarak ölçülen boyutları toplamının tahta, kalas ve lata genişliğinin iki katına oranı) En çok	1/3	1/2	2/3
Lif Kıvrıklığı a) Yüzey çatlakları varsa b) Yüzey çatlakları yoksa	1 m boyda liflerin yanlardan sapma miktarı 100 mm En çok 200 mm 300 mm 70 mm En çok 120 mm 200 mm		
Eğrilik a) Eğrilğin en büyük olduğu yerde 2 m’lik boya düşen en büyük sapma En çok b) En büyük sapmanın kereste boyuna oranı En çok	5 mm 1/400	8 mm 1/250	15 mm 1/100
Burulmuşluk	Bulunamaz		
Olukluluk	Bulunamaz		
Bir sınıftaki bütün kusurlar bir kerestede bulunabilir.			

Orman ürünleri sanayindeki üretim kusurları hem üretici hem de tüketici için olanlar incelemeye çalışılacaktır.

1.5.4.1 Ondüleli Biçme

Biçilmiş kereste yüzünü dalgalı olarak karşı yüzeye paralel ya da paralel olmadan bir yüzeyin veya birden fazla yüzeyin ondüleli bir şekilde kereste eksenine farklı şekilde oluşmasıdır.



Şekil 1.21 Ondüleli biçmede kerestenin görünüşü.

Bu kusur,

1. Testerelerin yeterli gerilimde tespit edilmemesi,
2. Testerelerin keskinliğinin iyi olmaması,
3. Beslenme silindirlerin simetrikliğinin bozulması,
4. Tomruk arabasının üzerinde hareket ettiği rayların veya tomruk arabasının tekerlerinin bozulması,
5. Testerelerde tercih edilen diş biçiminin uygun olmaması, çaprazlamanın iyi yapılmamış olması,
6. Testerelerde iç gerilimlerin iyi verilmemiş olması,
7. Şerit testerelerde birleştirme (ekleme) kaynağının uygun yapılmamış olması,
8. Katrak çerçevesinin hareket yataklarında boşluk oluşması, gibi nedenlerle ortaya çıkmaktadır.

1.5.4.2 Derin Testere Çeltiği

Testere dişlerinin kereste yüzeyinde bıraktığı izdir.

1.5.4.3 Kaba Biçme eltiği

Liflerin kopması ile parça yüzeyinin çok pürüzlü olmasıdır. Testereilerin krlenmesi sonucu lifleri keserek değil koparak biçme yapıldığı için kereste yüzeyinde liflerin kopması sonucu yüzeyde przlkler oluğur.

1.5.4.4 S Şeklinin oluğumu

Kerestenin herhangi iki yüzeyinde yüzeyin düz bir satıh olmayıp, aynı anda çıkan iki kerestenin ters çevrilip yüz yüze getirildiğinde yüzeylerin bir birinden ayrılmasıdır.

Bu kusur;

1. Testeredeki aktif diğ uçların sadece bir tarafında yüksek olması (meyilli bilemede olur),
2. aprak miktarının testerenin sadece bir tarafında olması,
3. Katraktaki testere levhaların biçme doğrultusunda paralel olmayığı,
4. Testere diğlerinin bileme sonrasında temizlenmemesi,
5. Tomruk ve kereste arabalarının yzerinde hareket ettiği rayların düzgün olmaması,
6. Tomruk veya prizmanın sağa veya sola kaydırılmasının biçme anında yapılması, ile oluğur.



Şekil 1.22 S şeklinin grnğ (Foto:Dönmez, 2005).

1.5.4.5 Burulma (Pervane Şekli)

Bu kusur genellikle ilk bakışta kerestenin düz bir yere konması ile anlaşılır. Bu şekilde biçilmiş keresteden faydalanmak oldukça zor olup hatta bazen hiç kullanılamaz.

Bu kusur;

1. Tomruğun, baskı silindirinden baskısının yeterli olmaması veya tomruğun oval olması sonucu baskı silindirleri arasından geçerken dönmesi,
2. Biçilen prizma yatağının çarpık kesilmiş olması sonucu oluşur.



Şekil 1.23 Burulmuş şekilde biçilmiş kerestenin görünüşü (Foto:Dönmez, 2005).

1.5.4.6 Kalınlık Farklılığı

Elde edilen kerestenin farklı yerlerinden alınan kalınlık ölçülerinin farklılık göstermesidir. Bu farklılık standartlarda verilen kalınlık tolerans değerlerinden daha farklıdır.

Bu kusur;

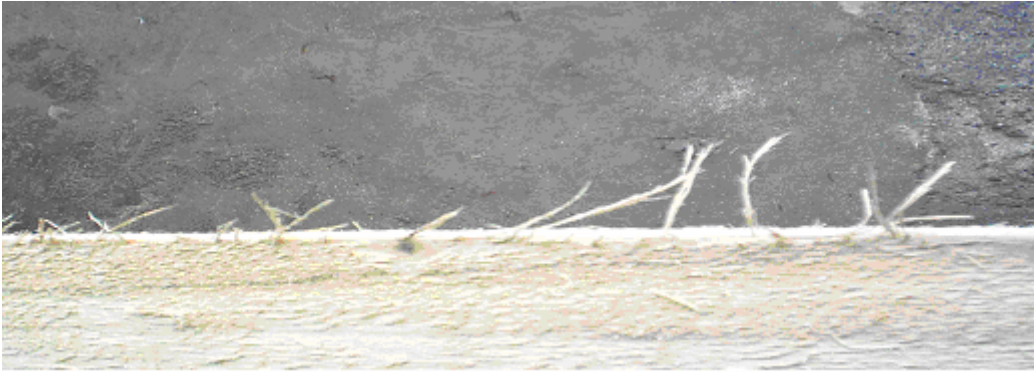
1. Testereilerin düzgün olmayışı,
 2. Biçme anında testere gerginliğinin yeterli olmayışı,
 3. Testereilerin körlenmiş olması,
 4. Çapraz miktarının fazla olması,
 5. Testere kalınlığının yeterli olmaması,
 6. İtme hızının testere kalınlığına göre fazla olması,
- sonucu oluşur.

1.5.4.7 Saçaklılık

Bu hata genelde biçilen kerestenin alt kısımlarında oluşur. Bu oluşum sonucunda kerestenin alt kısımlarında odun kıymıkçıkları oluşur. Bu kusur daha çok görünüm hatası olup aynı zamanda elle istifleme esnasında ellere zarar verebilir.

Bu kusur;

1. Testere meylinin ve ön hareket itme miktarının çok fazla olması sonucu her bir dişe isabet eden kesme miktarı artışı sonucu ile liflerin kopması,
2. Testere dişlerinin körlenmesi ile dişlerin kesmeyip koparması, sonucu oluşur.



Şekil 1.24 Saçak oluşmuş bir kereste (Foto:Dönmez, 2005).

1.5.4.8 Yüzey Pürüzlülüğü

Kerestelerin yüzeylerinde yer yer çukurluklar görülür. Bu çukurluklar daha çok kerestenin biçilme anında liflerin kesilmesi değil de koparılması sonucu ortaya çıkar. Daha çok tomruğun dış yüzeylerinden elde edilen kerestede görülür. Yumuşak kerestelerde daha belirgindir. Bu tip keresteler de rendeleme kaybı daha fazladır.

Pürüzlülük; üretimde uygulanan işlemler sonucu parça yüzeyinde oluşan şekil ve dalgalanma hataları dışında kalan, oldukça küçük ve periyodik olarak tekrarlanan düzensizliklere denilmektedir. Şekil ve dalgalanma hataları; makine mil ve sperlerindeki titreşim veya kaymalar, kesicilerde kırılma, körelme vb. ile ağaç malzemedeki oluşan büyük kusurlardır. Uygun tekniklerle işleme yöntemleri sonucunda, makine hassaslıkları, kesici

ve malzemeden oluşan ve periyodik bir şekilde tekrarlanan hatalar pürüzlülük kapsamındadır ve oldukça sınırlıdır.

Yüzey tekstürü; üç boyutlu bir kavram olup, madde ile onun çevresi (genellikle hava) arasındaki madde yüzeyi içerisindeki düzensizliklerdir. Yüzey profili ise iki boyutlu bir kavramdır ve yüzey tekstürünün tipik bir kesitinin dış hatlarını gösterir (Stumbo, 1960).

Odun yüzeyleri uygun tekniklerle iyi rendelenmiş veya zımparalanmış olduğu düşünülse bile, yüzey üzerindeki hücre boşlukları nedeniyle düzgün değildir. İşlenmiş bir ağaç malzeme yüzeyi büyüteç altında incelendiğinde; parçalanmış lifler dağlar arasında vadiler oluşmuş gibi bir görüntü verir. Bunlar yüzeyde ortaya çıkan çıkıntı ve girintilerden oluşan periyodik dalgalar serisidir. Dağa benzetilen çıkıntı kısımların, girintili kısımların en alt düzeyine kadar düzeltilmesi, yani girinti çıkıntı farklılığının en aza indirilmesi pürüzsüz bir yüzey veya en az pürüzlülük için gereklidir (Stewart, and Crist, 1982).

Pürüzsüz veya en az pürüzlülük değerindeki bir yüzeye dokunulduğunda yumuşak bir his verir. Bu da psikolojik yönden ürünün çekici özelliği yani albenisidir. Pürüzsüz yüzey denilince işleme ve yapısal bozuklukların en az olduğu yüzeyler anlaşılır. Ağaç malzemeden mikrotomla kesilerek hazırlanmış yüzeyler bu tanımlamaya uyabilir. Bununla birlikte ağaç malzemelerde tam olarak pürüzsüz bir yüzey elde etmek mümkün olamaz. Odunun tekstür farklılıkları, bilgili operatör olmaması ve makine veya alet işleme duyarsızlıkları mevcut oldukça pürüzlülük söz konusu olacaktır (Richter vd., 1995).

Bu kusur;

1. Testerelelerin körlenmesi,
2. İtme miktarının fazla olması,
3. Çapraz miktarının bütün dişlerde aynı olmayışı,
4. Diş boşluğunun fazla olması sonucu ortaya çıkar.

1.5.4.9 Doğal Kusurlar

Kerestelerde, ağacın yetiştirme yerine, iklimine ve şekline bağlı olarak tomrukta doğal nedenlerle oluşan budak, ikiz özlülük, çürüklük, lif kıvrıklığı, böcek veya mantar tahribatı ile oluşan kusurların üretim esnasında keresteden uzaklaştırılmaması ile kerestede kusurlar ortaya çıkar. Bu kusurların üretim esnasında keresteden uzaklaştırılması gerekir.

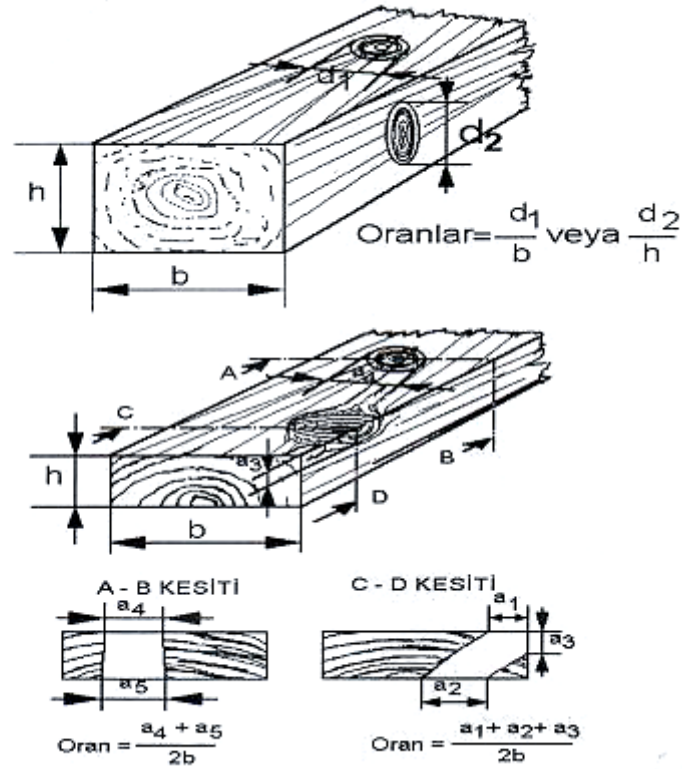
Eğrilik: Eğrilik TS 1265’de verilen değerleri aşmaması gerekir. Bu eğriliğin görünümü ve şekli aşağıdaki gibidir.



Şekil 1.25 Kerestede şekil eğriliği (Foto:Dönmez, 2005).

Budaklar: Doğal kusur olan budaklar kerestenin işlenmesini zorlaştırır, mukavemetini düşürebilir. Bu nedenlerle TSE 1265’de belirtildiği belirli oran ve miktarları geçmemelidir. Budaklar aynı zamanda kerestenin kalitesini de düşürmektedir. Bu nedenle kereste üretimi esnasında budaklar dikkate alınmalı ve üretime verilen tomruklar mümkün olduğu kadar iyi kalite tomruk yada üretim esnasında elde olunan kereste (Tahta, kalas, kadron, lata vs.) dikkat edilerek budaklar mümkün olduğu kadar kerestede az olacak şekilde üretim yapılmalıdır.

Budak oranları aşağıda verilen şekilde olduğu gibi ölçülür.



Şekil 1.26 Budakların kerestede bulunmuş şekilleri ve oran hesabı.

1.5.5 Gökmar ve Çam Tomruklarının Biçmeden Önce Bekletme Sürelerinin Randımana Etkisi

Günümüz ormancılığının ana ilkesi; yeni ormanlar yetiştirmek, mevcutları düzenli olarak işletmek ve elde olunan ürünleri ve ekonomik şekilde değerlendirmek olmalıdır. Dünyadaki hızlı nüfus artışları yanında insanların ihtiyaçları arttıkça odun hammaddesine odun talebi de hızla artmaktadır. Ancak ordun talebindeki artış hızı, orun arzındaki artış hızından daha fazladır. Dolayısıyla ordun arz ve talebi arasındaki fark gittikçe artmakta ve bir donu açığı söz konusu olmaktadır. Odun açığının kapatılması, yeni ormanların yetiştirilmesi, üretim artırılması yanında üretilen ürünün son kullanım yerine gelinceye kadar geçen süre içinde zarara uğramadan korunmasıyla mümkündür. Bilindiği gibi odun organik yapıda ve yetiştirilmesi uzun süre alan bir maddedir. Kesinden sonra dış hava şartlarının etkisinden çabuk etkilenmekte ve kısa sürede tahribata uğramaktadır. Odunun kesimi ile son kullanımı arasındaki süre uzadıkça oluşan zararın miktarda o kadar fazla olmaktadır. Bu durumda olan odunlar çatlama, mantar ve böceklerin zararlı etkilerine maruz kalırlar. Bunu önlemek için kesinden sonra odun hammaddesinin ormandan kısa

sürede çıkarılıp, biçilmesi daha sonrada iyi bir şekilde kurutulması zorunludur. Oysa ülkemiz şartlarında odunun hemen ormandan çıkarılması ve biçilmesi mümkün olmamaktadır.

1. Bugünkü üretim sistemimizde ormanda üretilen tomruklar kesinden sonra çıkarılıp biçilmemektedir. Bunu nedenleri şöyle sıralayabiliriz:
2. Kesimden sonra üretilen tomruklar ormandan çıkarılıp depoya taşınamamakta,
3. Depoya taşınanlar ise satış formalitelerinin uzaması nedeniyle kısa sürede satılamamakta,
4. Satılan malın depodan alıcı tarafından taşınması uzamakta,
5. Tüm yıl boyunca biçilecek tomrukları belirli bir mevsimde fabrika deposunda getirilmekte dolayısıyla biçilme için uzun süre bekletilmektedir.

Tüm yukarıda sayılan nedenlerden tomruklardan elde edilen ürünlerin katile ve kantite randımanlarında azalma ve değer kaybı söz konusu olmaktadır. Ancak bu değer kaybının ülkemiz şartlarında ne kadar olduğu bilinmemektedir.

Her göknar ve çam tomruğunun katrakla biçilmesinden elde edilen kerestelerin hacimleri tomruk hacmine bölünerek kereste randıman değerleri elde edilmiştir. Kereste randımanlarına ilişkin olarak ortalama değerler ağaç türlerine ve zamana göre çizelge 1.11’de gösterilmiştir.

Her tomruğun biçilmesinde oluşan talaş miktarı; kapak, yan ve baş gibi artıklar ile elde edilen kerestelerin ağırlıkları toplanarak elde edilen değer tomruk ağırlığından düşülmesi sonucu hesaplanmıştır. Artıklara ilişkin değerler ağaç türlerine ve zamana göre çizelge 1.12’de verilmiştir.

Her kalite sınıfından tomrukların biçilmesinden elde edilen kerestelerin yüzde olarak kalite sınıflarına dağılımı çizelge 1.13’te gösterilmiştir.

Ülkemiz şartlarında ormandan yapılan tomruk üretimleri yılın belirli aylarında yapılmaktadır. Bunun sonucu olarak da tomrukların ve tomruklardan elde edilen kerestelerin kalite ve kantitelerinde zaman uzadıkça kayıplar meydana gelmektedir. Dünyada bazı ülkelerde ise üretim tüm yılda yapılmakta, ormandan üretilen tomruklar kısa

sürede biçilmektedir. Bunu sonucu olarak kalite ve kantite randımanlarında önemli bir azalma meydana gelmektedir. Çizelge 1.11'in incelenmesinden görüleceği üzere yeni kesim çam ve göknar tomruklarında başlangıçta yüksek olan kereste randımanları, sürenin uzamasıyla büyük düşüşler göstermektedir. Ortalama olarak kereste randımanları göknarda 4 ay sonunda % 68,2 den % 67,6 ya, çamda ise % 68,2 den % 66,6 ya düşmüştür. 12 ay sonunda ise bu değerler göknarda % 64,1'e, çamda % 64,0'a inmiştir. Genel olarak tomruklarda değer kayıpları, çürüklük yapan mantarlar ve mavi renk yapan mantarların etkilerin ve çatlamlar sonucunda meydana gelmektedir. Alınan bu etkenlerin etkileri zamanla artmaktadır. Başlangıçta derine gitmeyen, yüzeyde kalan çatlaklar biçilme esnasında kapak ve yanlarda kalmakta, dolayısıyla kereste randımanına etkileri pek fazla olmamaktadır. Zamanın ilerlemesiyle çatlaklar daha derine gitmekte ve elde edilen kerestenin randımanına etkileri artmaktadır. Elde edilen kerestenin randımanının azalırken artık miktarları (kapak, yan,baş ve talaş) yükselmektedir (Çizelge 1.11-1.12).

Çizelge 1.11 Zamana bağlı olarak katrakla biçilen çam ve göknar tomruklarında kereste randımanları.

Ağaç türü ve kalite sınıfı		Kereste randımanı		
		Kesimden sonra	4 Ay sonra	12 Ay sonra
Çam	II.Sınıf	68,9	68,9	65,2
	III.Sınıf	67,4	64,2	62,7
	Ortalama	68,2	66,6	64,0
Göknar	II.Sınıf	69,7	71,0	63,9
	III.Sınıf	66,7	64,2	64,3
	Ortalama	68,2	67,6	64,1

Çizelge 1.12 Zamana bağlı olarak katrakla biçilen çam ve göknar tomruklarında oluşan artıkların yüzde değerleri.

Ağaç türü ve sınıfı			Artık tipleri ve yüzdesi (%)			
			Kapak	Yan	Baş	Talaş
Çam	Yeni kesim	II.Sınıf	3,3	13,2	3,0	11,6
		III.Sınıf	5,1	13,6	2,6	11,4
		Ortalama	4,2	13,4	2,8	11,5
	4 ay sonra	II.Sınıf	3,4	12,5	3,0	12,2
		III.Sınıf	3,9	14,1	3,1	14,7
		Ortalama	3,7	13,0	3,1	13,5
	12 ay sonra	II.Sınıf	4,4	12,0	3,5	14,9
		III.Sınıf	3,5	15,4	2,9	15,5
		Ortalama	4,0	13,7	3,2	15,2
Göknar	Yeni kesim	II.Sınıf	4,5	13,5	2,7	9,6
		III.Sınıf	3,6	14,7	2,9	12,1
		Ortalama	4,1	14,1	2,8	10,9
	4 ay sonra	II.Sınıf	3,2	11,7	3,5	10,6
		III.Sınıf	4,0	14,2	4,6	13,3
		Ortalama	3,6	13,0	4,1	12,0
	12 ay sonra	II.Sınıf	4,9	15,1	3,9	13,2
		III.Sınıf	4,5	13,8	3,9	13,1
		Ortalama	4,7	14,5	3,5	13,2

Çizelge 1.13 Zamana bağlı olarak katrakla biçilen çam ve göknar tomruklardan elde edilen kerestelerin kalite randımanları.

Ağaç türü ve sınıfı			Yüzde kereste kalite randımanları(%)			
			I.Sınıf	II.Sınıf	III.Sınıf	IV.Sınıf
Çam	Yeni kesim	II.Sınıf	1,2	18,2	64,8	15,8
		III.Sınıf	-	5,3	56,1	38,5
	4 ay sonra	II.Sınıf	-	12,5	64,8	22,7
		III.Sınıf	-	-	53,0	47,0
	12 ay sonra	II.Sınıf	-	4,9	38,2	56,8
		III.Sınıf	-	-	6,4	93,6
Göknar	Yeni kesim	II.Sınıf	-	10,8	82,1	7,1
		III.Sınıf	-	-	64,6	35,4
	4 ay sonra	II.Sınıf	-	9,4	60,4	30,2
		III.Sınıf	-	1,8	57,9	34,8
	12 ay sonra	II.Sınıf	-	3,2	22,3	74,5
		III.Sınıf	-	-	30,4	69,6

Çizelge 1.13'ün incelenmesinden görüleceği üzere gerek göknar ve gerekse çam tomruklarda zamana bağlı olarak kalite randımanında azalmalar meydana gelmektedir. Yeni kesim tomruklardan I. ve II. kalite sınıfında keresteler elde edilebilirken, zaman ilerledikçe elde edilen keresteler çoğunlukla III. ve IV. kalite sınıfından olmaktadır. Bunun nedeni de yine çürüklük yapan mantar, mavi renklenme yapan mantarlar ve kuruma ile oluşan çatlaklardır. Gerek tomruk ve gerekse kereste standartlarında bakıldığı zaman, ağacın yapısında olan kusurların yanında yukarıda adı geçen kusurlar kaliteyi belirleyici önemli özelliklerdir. Göknar ve çam tomruklarında elde edilen kerestelerin kalite randımanlarında 12 ay içerisinde meydana gelen değişimler tamamen standart dışı olmaktadır. Çam ve göknarlarda değer kaybına neden olan etkenlerden biri de mavi renklenmedir. Mavi renklenme yeni kesilen bir tomruğun rutubetini % 10-15 kaybetmesi ile birlikte başlamaktadır. Tomruktaki faaliyetini % 20 rutubet miktarına kadar devam ettirirler. TS 51 ve TS 5005 nolu göknar ve çam kerestede ½ oranında, göknarda ise I.sınıfta bulunmaz, II.sınıfta 1/5, III.sınıfta 1/3 oranında müsaade etmektedir. Her iki türde VI.sınıf keresteler bir sınırlama getirmemektedir. Mavi renklenmenin yanında tomruklarda ve kerestelerde görülen çatlaklar değer kaybına neden olurlar. Buna ilişkin sınırlandırmalar çeşitli tomruk ve kereste standartlarında yer almaktadır. Dış hava şartlarında kalma süresi uzadıkça ve kabuksuz tomruklarda, kabuklu tomruklara göre daha fazla çatlama meydana gelmektedir. Yine aynı şekilde kabuksuz üretilen tomruklarda kabuklu tomruklara göre başlangıçta daha fazla mavi renklenme meydana gelirse de açık havada kalış süreleri uzadıkça aralarındaki fark azalmaktadır. Bugünkü ormandan üretim sistemimize göre kabuksuz olarak üretilen göknar ve çam tomruklarında çatlamanın ve mavi renklenmenin önlenmesi mümkün değildir. Kabuklu üretim yapılırsa kabuk böceğinin sorunu ortaya çıkacaktır. O zaman kesimi takiben tomrukların ormandan çıkarılıp hemen işlenmesinin sağlayacak bir üretim sistemine girmemiz en iyi yol olacaktır.

Çizelge 1.11-1.13 incelenmesinde II.sınıf tomruklardan elde edilen kerestelerin kalite ve kantite randımanları III.sınıf tomruklarına göre daha iyi olmakta, zayıf miktarı da azalmaktadır.

Yeni kesilen, hemen kereste fabrikasına getirilerek katrakla biçilen çam ve göknar tomruklarının kereste randımanlarına göre, 4 ay bekletilerek biçilmelerinde göknarlarda 0,6, çamda 1,6, 12 ay bekletilerek biçilenlerde ise göknarda 4,1, çamda 4,2 randıman kaybı meydana gelmektedir. Kalite randımanlarında da I. ve II. sınıf kerestelerin miktarı

azalmakta III. ve IV. sınıf kerestelerin miktarı artmaktadır. Yalnızca kereste randımanını azalmasından dolayı oluşan kayıp üretim miktarımıza göre 4 ayda 16 milyar (16.000 ytl), 1 yılda 42 milyar (42.000 ytl) liradır. Bu ekonomik kaybı azaltabilmemiz için, ormandaki üretim işlerini tüm mevsimlere yaygınlaştırmak gerekir. Bunun içinde orman yollarının her mevsim taşımaya elverişli hale getirilmesi, kış kesimlerine özendirici ücret verilmesi, çalışanların güvenlikle kalabilecekleri barınakların yapılması zorunludur. Bunların yanında orman ürünleri sanayinin istenen zaman ve miktarda karşılanabilmesi işlerin planlanması ve uygulanması gerekir. Bunların yanında kesinden sonra tomruklar ormandan çıkarılıp hemen işleyecek bir üretim sistemine girmemiz zorunludur.

- a. Gökmar ve çam tomruklarından ktrakla biçilmesinde kereste randımanları birbirine yakın değildir.
- b. Tomruk çapı arttıkça kereste randımanı artmakta, zayıat miktarları azalmaktadır.

1.5.6 Randımanı Arttırmak İçin Alınacak Önlemler

Kereste endüstrisinin en büyük amacı kalite ve kantite randımanı arttırmaktır; fakat, artan randımanın parasal değeri, alınacak önlemlerin giderlerini karşılamalıdır. Biçmeyi bir diyagrama göre yapmak, kereste ve artıkları sınıflandırmak, artıkları teker teker inceleyerek özel yöntemlerle biçmek, randımanı arttırırken işçilik giderlerini yükselteceği ve fabrika kapasitesini düşüreceğinden kazançlı olmayabilir. Bu nedenle alınacak önlemler, işletmenin koşulları ve pazarlama olanaklarını dikkate alarak işletmeciler tarafından belirlenmelidir (Hamner vd., K. 2002).

1.5.6.1 Kantite Randımanı Arttırmak İçin Alınacak Önlemler

Kantite randımanını arttırmak amacıyla teknik yönden alınabilecek önlemler şunlardır:

- 1- Kapak gibi artıklar, daha küçük enine kesitli ve daha kısa olan ekonomik olarak değerlendirilebilecek parçalara biçilmelidir. Örneğin kapakların lata ve çıtalara biçilmesi gibi.
- 2- Ktraklarda her bir testere diziliş i için en uygun tomruklar seçilmeli veya her tomruk için en uygun biçme diyagramı uygulanmalıdır. Beklenmedik siparişlerde bu kurala uyulmadığı için randıman düşük olmaktadır.

- 3- Makine ve testerelerin bakımları noksansız olarak yapıp en iyi durumda muhafaza edilmeleri sağlanarak biçme hatalarının ortadan kaldırılması gerekir.
- 4- Tomruğun en az kayıp verecek biçimde biçilebilmesi için direnci yeterli olması koşuluyla ince testere levhaları kullanılmalıdır. İnce testere levhası ile kesiş yapılırken testerenin dalma yapması tehlikesine karşı diğer faktörler itme hızının düşürülmesi gerekir. Bu nedenle testere kesiş izinin daraltılması sonucu sağlanan kazanç, ortaya çıkan fazladan giderler yüzünden tamamen yok olabilir. Bu duruma göre, testere kesiş oyuğunun daralması ile elde edilen ek gelir, testere bakımı ve itme hızının düşürülmesi ile meydana gelen giderlerden daha yüksek bir düzeyde ise, o zaman randımandan söz edilebilir. Ayrıca katraklarla yapılan üretimde tomruk ince uç çapının testere dizilişine uygun olarak seçilmesi gerekir.
- 5- Kereste fabrikasında çalışan teknik görevliler ve işçiler kendi konusunda bilgili ve yetenekli olmalı, ayrıca işlerini noksansız yapmalıdırlar. Biçmede, kullanılan makine kadar o makineyi kullanan işçinin bilgi, beceri ve biçmede göstereceği dikkat de randıman üzerinde önemli rol oynamaktadır. Ana biçme makinelerinde tomruğun kusurları dikkate alınarak, bu kusurların en az sayıdaki keresle içerisinde kalmasının sağlanması, işçinin bilgili olması ve göstereceği dikkate bağlı olup, bu koşulun yerine getirilmesi özellikle kalite randımanının önemli oranda artmasına neden olacaktır. Ayrıca yan alma ve baş kesme makinelerinde standardizasyon konusunda iyi yetişmiş, bilgili ve vicdanlı işçilere ihtiyaç vardır.Yüksek kantite randımanı elde etmek için işçi konusu üzerinde önemle durulması gerekmektedir. Bütün koşullar uygun olsa bile, teknik elemanda ve işçilerde aranılan özellikler yoksa veya aranılan özellikler olup ta bunu randımanın yükseltilmesi yönünden değerlendirilmesini sağlayıcı yönetim ve ücret politikası uygulanmıyorsa, kantite randımanı yükseltmek mümkün değildir.
- 6- Kuruma paylan gerektiğinden fazla değil uygun ölçülerde bırakılmalıdır. Standart değerlerin altına düşmesin korkusuyla bunları yüksek tutmak randımanı azaltır. Çünkü bu fazlalıklar satışta hesaba katılmaz.
Zavala (1995), en yaygın kereste kalınlığı olan 1.27 cm (3/4 inch) kalınlıkta üretilen 600 adet kereste ile 879 adet tomruk örneği üzerinde çalışarak, aşırı toleranslı (fazla kuruma payına sahip) kereste kalınlığı ve tomruk uzunluğunun

kereste randımanına etkisini araştırmıştır. Sonuç olarak; uygun tomruk uzunluğu toleransı ve tomruk bölme işleminin yeterli kontrolü ile aynı kereste çıktı düzeyi için tomruk giriş hacmini % 4.34 düşürmenin mümkün olabileceğini ve kereste kalınlık toleransının doğru olması, kesme çeşitliliğinin azaltılması ve makinelerin iş ayarlamalarının kontrolü ile ilave % 6.32'lik bir kereste kazancı sağlanabileceğini ifade etmiştir (Zavala, 1995).

- 7- Feldman (1932) tarafından geliştirilen maksimum randıman teorisi uygulanmaya çalışılmalı veya randımanı maksimum yapacak yeni teoriler geliştirilmelidir.
- 8- Tomruktan alınan ilk kapağın genişliği olabildiğince küçük olmalıdır. Hallock (1973), 20 cm çapında ve 3.65 m uzunluğundaki bir tomruktan ilk kesiş yaptığında 94.36 dm^3 kereste elde etmiş iken, ilk kesiş noktasını bu kesiş noktasından tomruk merkezine doğru 0.5 cm daha yakın aldığında 84.92 dm^3 , 1 cm daha yakın aldığında ise 75.48 dm^3 kereste elde etmiştir. Sonuç olarak; tomruğun işlenmesinde ilk kesim yerinin randıman üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir (Hallock, 1973).

1.5.6.2 Kalite Randımanı Arttırmak İçin Alınacak Önlemler

Yuvarlak odunun biçilmesinde kereste hacminin çok, kaybın az olması yeterli değildir. Aynı zamanda biçilen kerestenin kaliteli olması da şarttır. Teknik bakımdan kaliteli keresteler daha üstün oluğu gibi pazarlanmasından sağlanacak gelir de daha fazladır Bu nedenle kayıp oranını arttırmak pahasına da olsa kaliteli keresteler üretmek için gerekli önlemler alınmalıdır. Kalite ve kantite randımanından hangisinin tercih edilmesi gerektiğini genellikle pazarlama koşulları tayin eder. Kalite randımanının belirlenmesinde biçilen keresteler önce kalite sınıflarına ayrılır ve her biri hammaddeye oranlanarak; 1. sınıf, 2 sınıf, 3. sınıf kereste randımanı şeklinde ifade edilmektedirler. Kaliteli kereste üretiminde tomruğun dış ve iç özelliklerinin bilinmesi son derece önemlidir (Hamner vd., 2002).

- 1- Kalite randımanını yükseltmek için, tomruklamada tomrukların kalitesine dikkat etmek gerekir. Uygun bir şekilde tomruklanmamış, çatallı, eğri, hatalı veya anormal boylardaki tomrukları üretime sokmak, randımanın artmasını baskı altına almak demektir.

- 2- Kalite randımanında tomruğun iç yapısı da önemlidir. Dış görünüşünden tomruğun ne kalitede kereste vereceği hatasız olarak tahmin edilemez. Bu nedenle tomrukların imalathaneye sevk edilmeden önce tahribatsız değerlendirme metotlarıyla (NDE) iç kusurlarının tespit edilmesi ve bundan sonra imalathaneye sevk edilmesi gerekir. Hodges vd. (1990), tomruğu biçmeden önce iç kusurlarının bilgisayar tomografisi (CT) tarayıcıları kullanarak saptanması ile kereste fiyatının nasıl değiştiğini araştırmışlardır. Çalışmalarının sonunda; CT tarayıcıların kullanılması kalitenin yükseleceğini ve buna bağlı olarak kereste fiyatında % 20 oranında bir artış olacağını ifade etmişlerdir (Hodges vd., 1990).
- 3- Tomrukları yükleme, boşaltma, istifleme ve taşıma işlemleri sırasında koruyucu önlemler alınmalıdır.
- 4- Tomrukların bekletilmesi sırasında gerekli koruma önlemlerinin alınması bir gerekliliktir. Üzerinde önemle durulması gerekli konulardan biri de, tomruk üretimi ile kereste üretimi arasında geçen süreyi olabildiğince kısaltmaktır. Üretilen tomruk ne kadar kısa sürede keresteye dönüştürülürse elde edilen kalite randımanı da o derece yüksek olmaktadır. Kereste elde edilmeden önce tomruğun depoda 4 yıl bekletilmesi halinde kalite randımanı % 50 düşmekte ve kayın tomruğu vb. ise tamamen kullanılamaz hale gelmektedir (Duru, N.). Yeni kesilen, hemen kereste fabrikasına getirilerek katrakta biçilen çam ve göknar tomruklarının kereste kalite randımanlarına göre, 4 ay bekletilerek biçilen göknar tomruklarında 0.6, çam tomruklarında 1.6, 12 ay bekletilerek biçilen göknar tomruklarında 4.1, çam tomruklarında 4.2'lik bir kayıp meydana gelmektedir. Kalite randımanında 1. ve 2. sınıf kerestelerin miktarı azalmakta 3. sınıf ve 4. sınıf kerestelerin miktarı artmaktadır (Erten, A. P., Görgün, H. 1989).
- 5- Biçme teknikleri, elde edilen kerestenin kalite randımanını etkilemektedir Keskin kesiş yöntemiyle üretilen kerestelerin kalitesi prizma kesiş yöntemi ile üretilen kerestelerin kalitesinden daha kötüdür. Kalite randımanı istenen durumlarda prizma kesiş yöntemi uygulanmalıdır. Dikey katrakla kesim: yapma, kaliteden çok kantiteye ağırlık verme şeklindedir. Fabrika kapasitesine ve üretilen malın cinsine bağlı olarak, kıymetli ağaç türlerinin işlenmesinde ve kaliteli kereste üretiminde, yatay katrak veya şerit testere makineleri tercih edilmelidir. Çünkü bu makinelerde her kesişten sonra kalite kontrolü

yapılarak, kalite durumuna göre biçilecek kerestenin kalınlığı ayarlanabilmektedir.

- 6- Kereste üretiminde kalite randımanını arttırmak için aynı zamanda biçme işleminde yıllık halka yönü ve lif durumu da dikkate alınmalıdır. Keza dip şişkinliği olan tomruklardan tomruk gövde eksenine paralel biçmede liflerin yüzeylere ve yan yüzeylere paralel olmayıp açığı yapması durumunda verev kereste elde edilmekte ve bu tip kereste genelde kurutma sonucu zayıflama yol açmaktadır.

1.6 GÖKNAR (*ABIES ssp.*), SARIÇAM (*PINUS SYLVESTRIS*), KARAÇAM (*PINUS NİGRA*)

1.6.1 İğne Yapraklı Ağaç Odunlarının Anatomik Yapısı

İğne Yapraklı Ağaç (İYA)'larda su ileten elemanlar boyuna Traheidler ile öz ışını Traheidleridir. Paraneşimatik hücreler ise yaşayan ağaçlarda karbonhidratların depo edilmesini sağlamaktadır. Boyuna paraneşim hücreleri, reçine kanallarının çevreleyen epitel hücreleri ve öz ışını paraneşimleri, paraneşimatik hücreler olarak adlandırılmaktadır. Boyuna Traheidler, İYA odunlarının büyük bir kısmını (% 90-95) teşkil etmektedir. Traheidler birbirleri ile temas ettikleri yerlerde radyal yüzeyleri boyunca incelmış uçlara ihtiva etmektedirler. İlkbahar odununda hücre lümeni geniş ve çeperler çok incedir. Yaz odununda ise çeperler kalın ve hücre boşlukları dardır. Traheid uzunluğu yaklaşık olarak çapın 100 katı kabul edilmektedir.

İğne yapraklı ağaçlarda, özellikle çam türlerinde başlıca üç ana tip geçidin olduğu saptanmıştır (İlhan, 1973). Bunlar; kenarları geçit, yarı kenarlı geçit ve basit geçit'tir.

Boyuna Traheidler arasında ve boyuna Traheidlerle öz ışını Traheidleri arasında kenarlı geçit çiftleri, bu hücrelerle paraneşim hücreleri arasında yarı kenarlı geçit çiftleri boyuna paraneşim ve öz ışını hücrelerin kendi aralarında ise basit geçit çiftleri mevcuttur. Boyuna yöndeki sıvı akışı kenarlı geçit çiftleri yardımıyla meydana gelmektedir. Radyal öndeki sıvı akışının büyük çoğunluğu teğet yönde meydana gelmektedir.

Bir geçit, geçit zarıyla birlikte sekonder çeperde bir delikten ibarettir. Geçit zarı üstünde “torus” adı verilen bir kısım mevcuttur. Sekonder eperde deliği teğkil eden kısma “porus” denilmekte ve çapı torusun yarısı kadar olduğu bildirilmektedir. Torus sadece İYA’larda bulunmaktadır. Torusun üzerinde delikikler bulunmamaktadır. Torusun çevresinde geçit zarı kısmına “margo” adı verilmektedir. Margo yarı çap yönünde uzanan mikrofibrillerle torusu hücre çeperine bağlamaktadır. Margodaki mikrofibriller arasındaki delikikler sıvıların ve küçük katı parçaların geçit zarı vasıtasıyla bir Traheidten diğerine geçmesine izin vermektedir. İğne yapraklı ağaç odununda boyuna ve enine yönde akığ Traheid lümenlerinde ve kenarlı geçit çiftlerinde meydana gelmektedir (İlhan, 1980).

Liese (1954)’e göre amlardaki geçit zarları genel olarak iyi bir aėėebekesi ėeklinde radyal lifiklerle rlmğ ve gayet iyi geliğmiğ bir torusa sahiptir. Bunlara ek olarak, orta derecedeki zgl ağırlığa sahip olan margonun da geniğ sayılabilen açıklıkları vardır.

İYA’larda kenarlı geçit çiftlerinde özellikle öz odununda parmeabiliteyi azaltan  faktör mevcuttur. Birincisi, geçit aspirasyonudur ve selüloz zincirleri arasında hidrojen bağı teğkil ederek torusun porusu sıkı bir ėekilde kapatması halidir. İkincisi, geçidin margo kısmının ekstraktif maddelerle margodaki açıkların tıkanmasıdır (Bozkurt ve Göker, 1987).

1.6.2 Göknar (*Abies Ssp.*)

Göknar cinsi 35-40 türle Kuzey Yarımkrenin mutedil ve serin bölgelerinde, Kuzey ve Orta Amerika, Avrupa, Asya ve Kuzey Afrika’da yayılmış ve dağılmıştır. Bu doğal yayılığı içerisinde *Abies* taksonları, güney enlemlerinde yüksek dağlık bölgelerde, kuzey enlemlerinde ise dğk yükseltelerde ve hatta deniz seviyendeki yerlerinde saf veya karığık ormanlar kurarlar. Asal ürünü olan odunu yanı sıra, kabuğundan ve yapraklarından elde edilen reçineden (oleoresin) yararlanılır. Örneğin “Kanada Balsamı” yahut diğer adı ile “Strasburg Terebentini”, *Abies balsamea*’nını kabuklarındaki reçine ceplerinden elde edilir. Bu reçine mikroskop altında incelenecek objelerin preparatların hazırlanmasında, yapığtırıcı olarak kullanılır. Çünkü bu reçinenin kırılma indisı, camın kırılma indisine çok yakındır.

Uzak Doğu’da, *Abies firma* ve *A. homolepis* Japonya’nın değerli iki Göknar türüdür. Sibirya Göknarı (*A. sibirica*) Sibirya ve Türkistan’da geniğ ormanlar kurar; Dünya kereste ticaretinde ön planda sözü edilen bir türdür. Amerika’da kağıt odunu veren Göknar

türlerinin baş rakibidir. Güney ve Orta Avrupa'nın önemli bir orman ağacı ise *Abies alba* Gümüş Gökmar veya Avrupa Gökmarıdır.

Ülkemizde ise;

1. *Abies nordmanniana*

2. *Abies bornmuelleriana*

3. *Abies equi-trojani*

4. *Abies cilicica* olmak üzere 4 Gökmar türü ormanlar kurmaktadır.



Şekil 1.27 Gökmar türlerinin Türkiye'deki yayılış alanları (1.*Abies nordmanniana*, 2.*Abies bornmuelleriana*, 3.*Abies equi-trojani*, 4.*Abies ciliciana*).

1.6.2.1 Botanik özellikleri

Genç yaşlarda parimidal ve orta yaşlarda konik bir tepeye sahip, dalları gövdeye çevrel dizilmiş, herdem yeşil, boylu orman ağaçlarıdır.

Kabuk açık gri renkli olup ince düzgündür, yaşlılarda ise kalın ve çatlaktır. Tomurcuklar çoğunlukla reçinelidir. Uzun sürgünler üzerinde sarmal olarak teker teker dizilmiş olan yapraklar, ışığa doğru yönelerek iki sıralıymış gibi tarakvari diziliş gösterirler (pektinat). Yapraklar çoğunlukla iki yüzlü, yassı veya bazı taksonlarında ise dört köşelidir, sapsız veya çok kısa saplıdır. Uçları tepe sürgünlerinde sivri, yan süngün ve dalarındakiler ise çoğunlukla yuvarlak, küt veya kertikli bazı türlerde sivri batıcıdır; üst yüzleri hafif olukludur; alt yüzlerinde iki tane belirgin, gümüş beyaz stoma bantları vardır. Bu bantlar yardımı ile Gökmarlar iğne yaprak bakımından kendisine çok benzeyen *Taxus*'lardan kolayca ayırt edilir. Enine kesitlerine bakılınca çoğunlukla 2, ender olarak da 4 reçine kanalı görülür. İğne yapraklar sürgünler üzerinde uzun zaman, 7-10 sene kalırlar. Düştüğü

veya koparıldığı zaman sürgün üzerinde yuvarlak içi içe iki tane daire halinde çukurca bir iz bırakır.

Sarı veya kırmızı renkteki erkek çiçekler oval bir kozalakçık şeklindedir, tepenin altındaki alt dallar veya bir önceki seneye ait sürgünler üzerindeki tomurcuklardan gelişir.

Dişi çiçekler (dişi kozalak) tepenin üst dallarında geçen seneki sürgünler üzerinde oluşurlar. Çoğunlukla uca doğru daraları silindirik biçimli dişi kozalak bir çok puldan oluşmuştur. Gökmar türlerinin çoğunda kozalak dış pulu (brahte), iç pullanmış, geriye doğru kıvrılmıştır. Sonbaharda tohumlar olgunlaştınca pullar dağılır, yere dökülür. Ağaç üzerinde kozalak eksenleri kalır.

Üç köşeli, küt uçlu tohumlar reçinelidir; zarsı yapıdaki kanat tohumun hemen her iki yüzünü de örtmüştür ve tohumla kaynamıştır, parlaktır. Kanat rengi pembe, kırmızı, menekşe veya açık kahverengindedir. Fideciğin kotiledon sayısı 5-7 adettir.

Gökmar odunları kokusuz, türlere göre değişmekle beraber çoğunlukla beyaz veya sarımtırak-beyaz, kırmızımtırak - kahverengindedir; özodunu ile diri odun pek belirgin değildir. Özışınları bir sıralıdır; öz ışını traheidleri ile reçine kanalları yoktur. Odunları yumuşak, kolay işlenir, işlendiğinde düzgün ve pürüzsüz bir yüzey verir, güzel boya ve cila kabul eder. Selüloz, kağıt ve kibrit sanayinde önem taşır. İnşaatlarda binaların içi kısımlarında kullanılması uygundur.

Gökmarlar genç yaşlardan itibaren kazık kök yaparlar, toprak ve rutubet istekleri fazladır. Yüksek hava rutubeti isterler. Işık istekleri azdır. Gölgeye dayanıklıdır (siper altında uzun zaman kalabilirler); donlardan zarar görürler, kirli havaya özellikle zehirli gazlara karşı çok duyarlıdır.

1.6.2.2 *Abies Bornmülleriana*: Uludağ Gökmarı

Ünlü Botanikçi Bornmülleri'in ismini taşıyan ve tamamen Türkiye'ye özgü olan bir Gökmar türüdür. İğne yaprakları, kozalak rengi ve şekli ile *Abies nordmanniana*'ya çok benzerse de, ondan tomurcuklarının reçineli, sürgünlerinin parlak ve çıplak olması,

yapraklarının altındaki iki belirgin stoma bakımından başka üstende de stoma çizgilerinin bulunması ile ayrılır.

Uygun koşullarda 30-40 m. boya ulaşan birinci sınıf orman ağacıdır. Bu tür, ülkemizin endemik bir türüdür, başka ülkelerde doğal bulunmaz. Kızılırmak (Bafra) ile Uludağ arasındaki Batı Karadeniz ve Marmara Bölgesi'nde yayılmıştır. Bu bölgede saf veya *Fagus orientalis* ve *Pinus Sylvestris* ile çok güzel meşcereler kurar, 2000 m.ye yukarı orman sınırına kadar çıkar. Ülkemizin kıymetli bir orman ağacı olduğu kadar, kereste endüstrisi ve parkçılık bakımından da değerli bir ağaçtır.

1.6.3 Sarıçam (*Pinus Sylvestris*)

1.6.3.1 *Pinus sylvestris* L.ve Sarıçam Etimolojisi

Dünya üzerinde son derece geniş bir alana yayılan sarıçam, çeşitli ülkelere farklı isimlerle anılmaktadır. Örneğin İngilizler Scotch Pine, Wild Pine, Fransızlar Pin de Riga, almanlar Gemeine Kiefer (Adi Orman Çamı) adını vermişlerdir. İlk defa 1783 yılında ünlü botanikçi LİNNE bu türe *Pinus sylvestris* adını vermiştir. LİNE'den sonra; *Pinus Rubra Mill*, isimleri verilen bu türün taksonomik kural gereğince geçerli ismi *Pinus sylvestris* L.dir. Diğerleri sinonimleridir (Eliçin, 1971).

1.6.3.2 Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'ın Sistematikteki Yeri

Sarıçam Gymnospermae sınıfından, Pinaceae familyasının *Pinus* (Çam) cinsinin bir türüdür. Son yıllarda yeni çalışmalara göre; Eliçin (1971) Debazac' a atfen; sarıçamın yıllık sürgünleri tek internodlu (uninodal) olan çamların toplandığı *Sylvestris* seksiyonuna dahil edildiği ifade etmektedir.

Çok değişik iklim ve edafik koşullar altında yetişen sarıçam bir çok alttür, varyete ve formlara sahip, çok kompleks bir türdür. Kasaplıgil (1978) bir çalışmada, sarıçam'ın monografisini yapmış olan Pravdin'in sınıflanmasına yer vermiştir. Pravdin coğrafi ırkların varyasyonlarını esas alarak sarıçamı 5 alttüre ayırmıştır.

1. *P.sylvestris* L.ssp.*sylvestris*.

Batı Avrupa, Rusya'nın Avrupa kısmı, Kırım ve Kafkasya

2. *P.sylvestris L.ssp.hamata(steven)Fomin.*

Kırım, Kafkasya, Anadolu

3. *P.sylvestris L.ssp.lapponica Fires.*

Avrupa Asya'nın kuzeyi, 62 derece kuzey enlemin kuzeyi

4. *P.sylvestris L.ssp.sibirica Ledeb.*

Asya 62-52 derece kuzey enlemleri arası.

5. *P.sylvestris L.ssp.kulundensis Sukaczew.*

52 derece kuzey enleminin güneyi; Asya'da, Rusya steplerine geçiş zonları

Bu sınıflandırmaya göre; sarıçam'ın bir alttürü, ssp. Hamata (Steven) Fomin ülkemizde doğal olarak saf ve karmaşık ormanlar kurmaktadır. Bu alttürün de değişik ekotipik varyeteleri ve büyüme formları vardır. Nitekim Eliçin'in (1971) yapmış olduğu bir çalışmada; "dalları aşağıya sarkık", "dalları yukarıya doğru dik çıkmış" veya "firamidal" gibi bir takım formları saptamıştır. Yine Eliçin Hopa-Arhavi civarında *Pinus sylvestris L.ssp Kochiana* (Klotzsch.) Eliçin comb. Adlı ekolojik alt türün iğne yaprak, tohum, kozalak ve ekolojik istekler bakımından farklılıklar gösterdiğini ifade etmektedir.

1987 yılında Bolu ilinde sarıçamın bir varyetesi de TOSUN (1988) tarafından tespit edilmiştir. Bu varyete sık dallı, ibrenleme çok fırça gibi kopmaktır. Ebe-karaçamında olduğu gibi hakiki bir esas gövdesi yoktur. Toprak seviyesinden 1 m. Yukarıda gövde sayısı bu bazı fertlerde 8-10 adet olmaktadır. Ağaç tepelerinin formu kürevi, şemsiyemsi, ve sıktır. Bu sözü edilen varyete *Pinus sylvestris L.Subsp. Hamata (Steven) Fomin* var. *Compacta* TOSUN olarak adlandırılmıştır. Park ve bahçe peyzajında önemli bir yeri olarak bu taksonun öncelikle korunması ve üretiminin sağlanması gerekir.

1.6.3.3 Sarıçam (*P.Sylvestris L.*)'a ait Morfolojik Özellikler

Yetiştirme ortamına göre 20-45 m. ye kadar boylanır. Narin ve silindirik gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı yahut dolgun gövdeli yayvan tepeli ve kalın dallı bir ağaçtır. Genç gövdelerde yaşlı ağaçların yukarı kısımlarında, kalın dallarda "tilki sarısı" rengindeki kabuk gayet ince levhalar halinde ayrılır. Yaşlı gövdeler ise gri kahverengi, kalın ve çatlaklıdır.

Genç sürgünleri yeşilimsi bir renktedir. İkinci yıldan itibaren bu renk gri kahverengiye dönüşür.

Erkek çiçek, bir eksen üzerinde yer alan çok sayıdaki etaminlerden ibarettir. İlkbaharda etaminlerin alt yüzünde yer alan çiçek tozu torbaları (polen kesesi) açılır ve tozlaşma olayı başlar.

Dişi çiçekler bir eksen etrafında sarmal olarak dizilmiş bir çok pulların oluşturduğu kozalaklar halindedir. Dişi çiçekler erkek çiçeklerin aksine, tek bir çiçek değil, bir çok çiçekten meydana gelmiş bir kuruldur.

Dölleninceye kadar sürgünler üzerinde dik duran dişi çiçekler döllendikten sonra aşağıya doğru yönelirler. 2,5-7 cm. uzunluğundaki olgun kozalar asimetriktir. Işık gören tarafı daha fazla gelişmiştir (Çarpıktır). Işık alan tarafındaki apofizler çıkıntılıdır.

Sarıçam yeknesak bir kabuk yapısına sahip değildir hatta Eliçin (1971); bazı araştırmacıların kabuk görünüşlerine göre sarıçamı muhtelif varyetelere ayırdıklarını ifade etmektedir. Eliçin'e göre sarıçam Türkiye'de değişik yetişme yerlerinde kabuk bakımından belirgin farklılıklar göstermektedir.

Genellikle kuvvetli bir kök sistemi kuran sarıçam'ın, Türkiye'nin muhtelif mntıkalarında da bu özelliğini devam ettirdiği görülmüştür (Eliçin, 1971).

1.6.3.4 Sarıçamın Doğal Yayılışı

Mevcut çam türleri içerisinde en geniş coğrafi yayılımı olan sarıçam, Avrupa ve Asya'da takriben 3700 km eninde ve 14700 km. uzunluğunda (37° - 70° N ve 7° - 137° E) çok geniş doğal yayılım alanına sahiptir. Kuzey sınırı İskoçya, Norveç, İsveç ve Finlandiya'nın kuzeyinde 70 inci enlem derecesine kadar yerlerde, Sibiry melezi ile birlikte iğne yaprakların orman sınırını teşkil eder. Güney sınırı ise İspanya'da Pirene dağlarının yüksek kesimlerinde, Alp'lerde, Karpat' lar da, serpilmiş durumda Yugoslavya ve Bulgaristan'da, Anadolu'da, Kırım ve Kafkas'larda bulunmaktadır.

Yurdumuzda Eskişehir'in Yeşil dağ'dan başlayıp doğuya doğru Kuzey Anadolu yüksek kesimlerini kaplayarak Sarıkamış üzerinden Kafkas'lara geçen sarıçam $38^{\circ}34'-41^{\circ}48'$ kuzey enlemleri (Pınarbaşı-Ayrancık hattı) ile $28^{\circ}00'-43^{\circ}05'$ Karadeniz bölgesinde Of, Sürmene dolaylarında deniz kıyısına inen sarıçam: Artvin, Rize çevresinde doğu ladini ile karışık orman kurarak 2100 m. ye kadar çıkar. Zigana dağlarında, Gümüşhane, Giresun dolaylarında 100-2400 m arasında saf yada karışık, Amasya, Sinop, Ayrancık, İnebolu, Boyabat, Tosya, ve Kastamonu dolaylarında, Ilgaz dağlarında, Bolu yöresinde Seben, Köroğlu ve Abant çevresi ormanlarında saf yada göknar ve kayınlarla karışık durumda 700-2000 m. yüksekliğe geniş bir yayılma gösterir.

Orta Anadolu'da Refahiye'nin Dumanlı dağında, Sivas çevresinde Yıldız dağında, Akdağmadeni'nin Akdağında saf orman kuruluşu 1000-2300 m. yüksekliklerde, Tokat çevresinde, Yozgat dolaylarında, Kayseri'nin Pınarbaşı ilçesinin batısında, Kızılcahamam dolaylarında, Mihalicçık-Eskişehir ve Eskişehir-Kütahya arasındaki dağlık yerlerde saf veya karışık orman kuruluşunda görülür.

Kuzeybatı ve Batı Anadolu'da Bursa çevresinde Uludağ'da Domaniç yaylasında, Balıkesir dolaylarında Dursunbey Alaçam ormanlarında karışık topluluklar halinde bulunur (Kayacık 1965, Gökmen 1970, Çepel ve diğerleri 1977).

Karadeniz etkisinin hissedildiği Karadeniz dağlarının güney yamaçlarında ve Çoruh vadisinde 700 m. ye kadar inen sarıçam; Kuzeydoğu Anadolu'da Ardahan, Oltu, Göle, Şenkaya ve Sarıkamış dolaylarında çoğunlukla saf olarak 2700 m.ye kadar yükselir. Posof yöresinde saf ve ladin, göknar gibi diğer ağaç türleri ile karışık olarak geniş sahalar kaplayan sarıçam, hemen daima 200 m.nin üzerinde yayılış gösterir (Tetik, 1986).

Ülkemizde bu kadar geniş bir yayılışa sahip olan sarıçamın dikey yayılışı Sürmene yakınlarında deniz seviyesinden (Çamburnu) Sarıkamış'ta 2700 m.ye (Ziyarettepe) kadar çıkmakta ise de, ortalama olarak 1000-2500 m.ler arasında saf ve diğer türlerle karışık olarak yayılış gösterir. Ülkemizde toplam 738192 ha yayılış alanı bulunan sarıçam ormanlarının Bölge Müdürlüklerine göre dağılışı çizelge 1.15 de verilmiştir.

Türkiye'deki doğal yayılış sahalarının iklim şartlarından da anlaşılacağı üzere sarıçam genellikle kışları uzun, karlı ve soğuk geçen dağlık alanlarda yaygındır. Nitekim, sarıçamın

yayılış alanlarında ortalama karla örtülü günler sayısı genelde 45 günden fazladır. Erzurum-Kars platolarında da bu değer 75 günün üstündedir. Yıllık ortalama sıcaklık ise daima 8° nin altındadır ve yılın iki aydan fazlası donlu geçmektedir.

Kereste yönünden üstün teknolojik vasıfları ve kullanım alanlarının genişliği ile önemli bir ağaç türü olan sarıçamların oluşturduğu ormanlar, ülkemizdeki toplam orman alanının %5,5 ini teşkil etmektedir. Türkiye’de iğne yapraklılar içinde kapladığı alan itibariyle kızılçam ve karaçamdan sonra 3.sırada gelmektedir. Dikili ağaç serveti olarak da tüm iğne yapraklılara katılma oranı, %18’ dir (Çepel ve diğerleri 1977).

Çizelge 1.14 Sarıçam Ormanlarının Bölge Müdürlüklerine göre alansal dağılımı (Türkiye Orman Envanterleri, 1980).

Bölge Müdürlüğü	Normal Koru (ha)	Boruz Koru (ha)	Toplam (ha)	Bulunduğu Orman İşletme Müdürlüğü
Amasya	123706	98724	222430	Çorum (0,6), Akdağmadeni (23,3), Verizköprü (1,6) Kargı (7,6), Almus (2,8), Tokat (9,3), İskilip (0,8) Bafra (0,9), Çayıralan (8,9), Koyulhisar (23,5), Niksar (17,4), Amasya (3,3), Samsun (0,2)
Ankara	46207	9401	55608	Ankara (4,9), Beypazarı (15,1), Çankırı (4,3) Çamlıdere (20,1), Çerkeş (11,3), Ilgaz (11,3) Kızılcahamam (24,8), Eskipazar (7,9)
Artvin	22928	14520	37448	Artvin (17), Ardauç (5,8), Borçka (50,4), Göktaş (1,6) Şavşat (2), Yusufeli (64,8), Arhavi (1,8) Meydancık (0,4)
Bolu	57310	14891	72201	Bolu (4,7), Düzce (1,1), Gerede (50,4), Mudurnu (1,6) Yığılca (0,1), Mengen (1,3), Aladağ (25,5) Kıbrısık (9,8), Seben (45,4)
Bursa	3511	1228	4739	Bursa (11), M.Kemalpaşa (12,2), İnegöl (5,4) Bilecik (71,4)
Denizli	425	-	425	Uşak (100)
Elazığ	19	-	19	Tunceli (100)
Erzurum	116681	38461	155172	Oltu (37,2), Göle (14,4), Erzincan (14,3) Sarıkavuş (20,3), Erzurum (8,3), Ardahan (5,5)
Eskişehir	4561	609	5170	Gediz (3,4), Afyon (5,2), Kütahya (18,5), Çatacık (58,4) Eskişehir (9,2), Domaniç (5,2)
Kastamonu	38743	12553	51296	Araç (37,2), Azdavay (1,3), Çatalzeytin (2), Daday (16) İhsangazi (1,6), Kastamonu (18), Küre (24,3) Samatlar (0,3), Taşköprü (18,6), Tosya (11) Bozkurt (2,2), Pınarbaşı (0,3)
Sinop	3608	70	4378	Ayrancık (18), Boyabat (67), Sinop (14), Türkeli (1)
Trabzon	28508	47796	76304	Trabzon (0,5), Gümüşhane (66), Sürmene (2), Pazar (1,4) Rize (0,1), Torul (29), Maçka (1)
Zonguldak	764	449	1213	Bartın (12,3), Devrek (9,5), Ereğli (3), Karabük (2,8) Ulus (0,7), Yenice (33), Zonguldak (40)
Türkiye Toplamı	475219	262973	738192	

1.6.4 Karaçam (*Pinus Nigra*)

Dünya üzerinde çok geniş bir alanda, parçalı küçük alanlar halinde yer alan Karaçam'ın asıl yayışı alanı, Güney Avrupa'dan başlamakta ve Türkiye'ye doğru uzanmaktadır. Ayrıca, Afrika'nın Kuzey-Batısı ile Cezayir ve Fas'ta da doğal olarak bulunmaktadır. Karaçam'ın dünya üzerinde doğal yayılış gösteren 5 alt türü bulunmaktadır.

1. *Pinus nigra* Arnold, subsp. *Nigra* (Avusturya Karaçamı)
2. *Pinus nigra* Arnold, subsp. *Nigra* (Poiret) Maire (Korsika Karaçamı)
3. *Pinus nigra* Arnold, subsp. *dalmatica* (Vis.) Franco (Dalmaçya Karaçamı)
4. *Pinus nigra* Arnold, subsp. *salzmanni* (Dunal) Franco (Pirene Karaçamı)
5. *Pinus nigra* Arnold, subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe (Karaçam)

Bunlardan Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. Subsp. *pallasiana* (Lamb) Holmboe], Balkanlar, Güney Karpatlar, Kırım, Kıbrıs, Suriye ve Türkiye'de yayılış göstermektedir. En geniş yayılışını ad ülkemizde yapmaktadır.

Dünya üzerinde geniş doğal yayılışını yaptığı ülkemizde karaçam, 1.396.511 ha iyi koru, 807.870 ha bozuk koru olmak üzere toplam 2.204.381 hektarlık yayılış alanı ile Kızılçam'dan sonra en geniş doğal yayılış alanına sahip ikinci türdür (Anonim, 1987). Ayrıca, ekonomik değeri bakımından da oldukça önemli bir tür olan Karaçam, ülkemizde Kuzey Anadolu'da Tokat ve Güney Anadolu'da Kahramanmaraş illeri arasında çekilecek bir hattın batısında saf ve karışık meşcereler halinde bulunmaktadır.

Anadolu Karaçam'ının dört varyetesi bulunmaktadır. Bunlar;

- 1) Var.*pallasiana* (Syn: *p.pallasiana* Lamb. P.n. var.*caramanica* (Louden)): Rehder – Karaçam.
- 2) Var.*pyramidata* (Acatay): Yaltırık-Ehrami Karaçam.
- 3) Var.*şereniana* (Saatçioğlu): Yaltırık-Ebe Karaçam.
- 4) Var.*yaltırıkiana* Alptekin, var. *Nova*-Büyük Kozalaklı Karaçam

1.6.4.1 Karaçam Odununun Makroskopik ve Mikroskopik Özellikleri

Makroskopik Özellikleri: Diri orun kırmızımsı ve sarımsı renktedir. Koyu renkli öz odunu vardır. Diri orun yaşlı ağaçlarda dar, genç ağaçlarda ise oldukça geniştir. Radyal kesitte öz ışınları görülmeyecek kadar belirsizdir. Teğet kesitte kahverengi şeritler hakimdir. Karaçamda reçine kanalları diri odunda aktif olup reçine ile, öz odundakiler ise reçine ve tylosid denilen zarcıklarla tıkalı bulunmaktadır.

Mikroskopik Özellikleri: İlkbahar odunu traheidlerinin öz ışını paranzim hücreleri ile karşılaşma yerlerinde geniş pencere şeklinde geçitler bulunmaktadır. Geniş pencere şeklindeki geçitlerin açıklıkları ortalama 26μ çaptadır. Radyal kesitte ilkbahar odununda bordürlü geçitlerin çapları ortalama 22μ , yaz ordunu bordürlü geçitlerinin çapları ortalama $9,55\mu$ dur. Enine kesitte boyuna reçine kanallarının çapları ortalama 124μ , 1mm^2 deki traheid sayısı ortalama 998 adettir. Teğet kesitte 1 cm^2 deki öz ışını sayısı 21, 1mm^2 deki öz ışını hücre sayısı 188 adettir. Traheid uzunları ortalama $4,20\mu\text{m}$, Traheid genişliği ortalama 48μ , hücre çeperi kalınlığı ortalama 9μ dur.

1.6.4.2 Karaçam Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Karaçam odununa ait fiziksel ve mekanik özellikler çizelge 1.16 'da gösterilmiştir.

Çizelge 1.15 Karaçamın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri (Örs, 1986).

Fiziksel ve Mekanik Özellikler		
Yıllık halka genişliği (mm)		1,57
Tam kuru özgül ağırlık (gr/cm ³)		0,52
Hava kurusu özgül ağırlık (gr/cm ³)		0,56
Hacim yoğunluk değeri (gr/cm ³)		0,456
Daralma yüzdeleri %	Liflere paralel yönde	0,23
	Radyal yönde	5,58
	Teğet yönde	8,19
	Hacmen	13,9
Liflere paralel yönde basınç gerilmesi (kg/mm ²)		479
Eğilme gerilmesi (kg/mm ²)		1096
Eğilme elastiklik modülü (kg/mm ²)		100000
Liflere paralel yönde çekme gerilmesi (kg/mm ²)		0,56
Liflere dik yönde çekme gerilmesi (kg/mm ²)		1113
Dinamik eğilme gerilmesi		23,4
Liflere paralel makaslama gerilmesi (kg/mm ²)	Radyal yönde	67,1
	Teğet yönde	62,0
Yarılma gerilmesi (kg/mm ²)	Radyal yönde	8,2
	Teğet yönde	9,1
Brinel-sertlik (kg/mm ²)	Liflere paralel yönde	4,29
	Liflere dik yönde	2,02

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

2.1 MATERYAL

Yapılan çalışmada tomruk kalite sınıfı tomruk çapı ve tomruk uzunluğunun farklılığından meydana gelebilecek olumsuzlukları en aza indirmek için aynı kalite sınıfı, aynı çap grubu ve aynı boylarda çalışılması amaçlanmış ise de bu durum her üç ağaç türünde de mümkün olamamıştır.

Üzerinde çalışma yapılacak tomrukların boyları cm duyarlılıkla, çapları cm duyarlılıkla, ağırlıkları kg duyarlılıkla, hacimleri dm^3 duyarlılıkla belirlenmiş ayrıca iğneli rutubet ölçer ile rutubetleri ölçülmüştür.

Tomrukların ince uç, kalın uç ve orta çapları, tomruğun uzunluk eksenine dik yapılan iki çapraz ölçmenin ortalaması kesirleri dikkate alınarak ve kabuklu ise kabuk payı düşülerek saptanmıştır. Tomruğun orta yeri; budak, ur, yara gibi nedenlerle çapı temsil edemeyecek durumda ise çap, bu kısma en yakın ve kusurlu kısma göre simetrik kusursuz iki yerden ölçülüp ortalaması alınarak tespit edilmiştir. Bulunan ortalama orta çapın kesirleri (0.5 cm' den büyük olsa da) dikkate alınmamıştır. Tomruğun Boyu 1 cm duyarlılıkla ölçülmüştür (TS 3280, TS 3275).

Tomruk hacmi: orta çapı ve boyu çarpılmak suretiyle hesaplanır (TS 3280, TS 3275).

$$\text{Tomruk hacmi } V = \frac{\Pi}{4 \cdot 10^6} \cdot d \cdot I \quad \text{m}^3$$

d = Orta çap (cm)

I = Tomruk uzunluğu (cm)

Kereste Boyunun Ölçülmesi: Boy, santimetre bölüntülü metre ile, 1 cm duyarlılıkla, uzunluk eksenini doğrultusunda, iki baş arasındaki en kısa uzaklık olarak ölçülmüştür (Fischer, 1971., Özen, 1978.).

Kereste Genişliğinin Ölçülmesi: Genişlik milimetre bölüntülü metre ile 1 mm duyarlılıkla ölçülmüş ve cm olarak belirtilmiştir. Yanları paralel alınmış kerestelerde ölçme işlemi; kereste boyunun sulamasız herhangi bir yerinde, uzunluk eksenini doğrultusuna dik olarak iki yan arasındaki uzaklıkta yapılmıştır. Ancak ölçmenin başlardan itibaren 15 cm uzaklık içinde yapılmamasına dikkat edilmiştir. Yanları alınmamış kerestelerde ölçme işlemi; kereste boyunun orta yerinde yapılmıştır. Kerestenin orta yeri, genişliği göstermeyecek biçimde ise orta yere aynı uzaklıkta iki yerde ölçme yapılarak ortalaması alınmıştır. Kalınlığı 40 mm'ye kadar olan kerestelerde genişlik dar yüzden ölçülmüş, kalınlığı 40 mm ve daha fazla olan kerestenin genişliği dar ve geniş iki yüzden ölçülerek ortalaması alınmıştır. Bir yanı alınmış kerestelerde de ölçme bu metotlara göre yapılmıştır (Fischer, 1971., Özen, 1978., TS EN 1309-1).

Kereste Kalınlığının Ölçülmesi: kalınlık, milimetre bölüntülü metre ile 1 mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Ancak ölçmenin başlardan itibaren 15 cm uzaklık içinde yapılmamasına dikkat edilmiştir (Fischer, 1971., Özen, 1978.).

Kereste Hacminin Hesaplanması: Her bir kerestenin hacmi; uzunluk, genişlik ve kalınlığının cm olarak yazılması ve birbiri ile çarpılması sonucunda bulunmuştur (Fischer, 1971., Özen, 1978.).

Çalışmanın yapıldığı Dönmez Orman Ürünleri'nin üretim fabrikasındaki tomruk sahasında mevcut tomruklardan, kalite, çap ve uzunluk gibi değişkenler göz önünde bulundurularak mümkün olduğunca birbirine yakın değerlerde tomruklar seçilmiştir.

Bu kriterlere bağlı kalarak seçilen tomrukların adetleri aşağıdaki çizelge 2.1 de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Tomruk Adetleri.

AĞAÇ CİNSİ	KALİTE SINIFI			ÇAP (cm)					BOY (m)				TOPLAM ADET
	I.	II.	III.	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	2-3	3-4	4-5	5-6	
GÖKNAR	1	7	32	14	11	6	6	3	1	18	19	2	40
SARIÇAM	1	5	7	4	1	5	3	-	-	8	4	1	13
KARAÇAM	-	1	26	6	11	7	3	-	-	6	16	5	27

Yapılan çalışmada ağaç türlerinin istatistiksel analizinin daha rahat ve kolay yapılabilmesi için kullanılan üç ağaç türüne de numara verilmiştir. Buna göre çalışma boyunca göknar 1 numaralı ağaç türü, sarıçam 2 numaralı ağaç türü karaçam 3 numaralı ağaç türü olarak tayin edilmiştir.

2.1.1 Gökmar Tomrukları

Çalışmada kullanılan toplam 40 adet göknar tomruğu Dönmez Orman Ürünleri kereste fabrikasındaki tomruk sahasından seçilmiştir. Seçilen göknar tomruklarına ait veriler aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir (Çizelge 2.2-2.3-2.4-2.5) .

Çizelge 2.2 1-10 nolu göknar tomruklarına ait değerler.

Ağaç Türü	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Birey No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sınıf	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
Kutur (cm)	49	47	37	34	50	28	27	30	28	28
Boy (cm)	308	300	302	297	311	412	401	406	403	400
Hacim (dm ³)	581	521	325	270	611	254	230	287	248	246
Rutubet	30	30	30	30	30	30	30	18	26	30
Ağırlık (kg)	435	265	205	173	356	119	123	150	145	160

Çizelge 2.3 11-20 nolu Gökmar tomruklarına ait değerler.

Ağaç Türü	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Birey No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sınıf	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Kutur (cm)	37	34	39	22	22	23	23	24	24	25
Boy (cm)	406	304	312	309	402	309	412	311	418	505
Hacim (dm³)	437	276	373	117	153	128	171	141	189	248
Rutubet	10	26	24	28	27	26	25	28	29	28
Ağırlık (kg)	327	170	263	95	138	120	145	130	159	220

Çizelge 2.4 21-30 nolu Gökmar tomruklarına ait değerler.

Ağaç Türü	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Birey No	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sınıf	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3
Kutur (cm)	25	26	27	35	38	42	45	44	46	52
Boy (cm)	404	408	311	406	409	410	308	411	309	313
Hacim (dm³)	198	217	178	391	464	568	490	625	514	665
Rutubet	26	28	27	28	25	10	13	8	12	9
Ağırlık (kg)	130	148	110	272	141	415	308	467	389	488

Çizelge 2.5 31-40 nolu Gökmar tomruklarına ait değerler.

Ağaç Türü	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Birey No	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Sınıf	3	3	1	2	3	2	3	2	2	3
Kutur (cm)	31	33	38	55	58	56	58	60	62	63
Boy (cm)	313	502	409	315	408	402	313	310	401	318
Hacim (dm³)	236	429	464	748	1078	990	827	877	1211	991
Rutubet	27	26	18	22	24	25	13	18	22	8
Ağırlık (kg)	120	319	332	512	729	703	601	620	950	650

2.1.2 Sarıçam Tomrukları

Sarıçam tomrukları Dönmez Orman Ürünleri kereste fabrikasında tomruk sahasından seçilmiştir. Bu çalışma süresince işletmenin sarıçam ihtiyacının çok az olması nedeniyle sarıçam tomruk temin edilmesinde sıkıntı yaşanmıştır. Bu nedenle sarıçam tomruk adedi üzerinde çalışma yapılan diğer iki ağaç türüne göre daha az miktardadır. Seçilen sarıçam tomruklarına ilişkin bilgiler aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6 Sarıçam tomruklarına ait değerler.

Ağaç Türü	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Birey No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sınıf	2	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	1
Kutur (cm)	43	24	41	46	28	42	26	52	55	53	27	38	46
Boy (cm)	316	311	316	308	414	412	409	315	310	313	515	309	412
Hacim (dm³)	459	141	417	512	255	571	217	669	737	691	295	350	685
Rutubet	8	25	20	22	16	16	22	26	23	22	27	15	18
Ağırlık (kg)	266	92	182	395	173	404	138	503	558	508	210	189	489

2.1.3 Karaçam Tomrukları

Uygulamada kullanılan karaçam tomrukları Dönmez Orman Ürünleri kereste fabrikasındaki tomruk sahasından seçilmiştir. Seçilen karaçam tomruklarına ait değerler aşağıdaki çizelgedeki verilmiştir (Çizelge 2.7-2.8-2.9).

Çizelge 2.7 1-10 nolu Karaçam tomruklarına ait değerler.

Ağaç Türü	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Birey No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sınıf	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
Kutur (cm)	29	34	34	33	45	39	22	26	28	30
Boy (cm)	403	405	303	401	407	312	318	404	414	505
Hacim (dm3)	266	368	275	343	647	373	121	215	255	357
Rutubet	9	9	11	11	8	24	22	20	20	18
Ağırlık (kg)	163	238	190	186	496	263	88	133	187	232

Çizelge 2.8 11-20 nolu Karaçam tomruklarına ait değerler.

Ağaç Türü	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Birey No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sınıf	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Kutur (cm)	35	36	38	43	45	48	21	32	55	35
Boy (cm)	309	413	408	406	502	411	416	312	505	508
Hacim (dm3)	297	420	463	590	798	744	144	251	1200	489
Rutubet	22	20	26	17	16	25	28	22	8	25
Ağırlık (kg)	192	242	268	202	610	598	98	181	650	280

Çizelge 2.9 21-27 nolu Karaçam tomruklarına ait değerler.

Ağaç Türü	3	3	3	3	3	3	3
Birey No	21	22	23	24	25	26	27
Sınıf	3	3	3	3	3	3	3
Kutur (cm)	43	50	48	44	26	34	57
Boy (cm)	413	409	319	414	506	403	401
Hacim (dm³)	600	803	577	630	269	366	1023
Rutubet	17	15	19	9	22	6	10
Ağırlık (kg)	435	602	420	464	172	202	689

2.2 METOD

Çalışmada kullanılacak olan göknar, sarıçam ve karaçam tomrukları üzerinde gerekli çap, kalite, boy, ağırlık, hacim ve rutubet gibi değerler ölçülmüş olup bunlara ait bilgiler çizelgelere işlendikten sonra, tomruklar üretime verilmiştir.

Göknar, sarıçam ve karaçam tomruklarından kereste üretiminde fabrikada uygulanmakta olan biçme tekniğine tamamen uyulmuştur. Böylece normal şartlar değişmeksizin gerçek randımanın belirlenmesi de amaçlanmıştır.

Dönmez Orman Ürünlerinde maksimum 1/6 oranında kereste üretimi yapılmakta, kereste dışında kalan uygun boyuttaki kapak, yan...vb. ürünlerden ise inşaatlık kereste üretilmektedir. Böylece her tomruktan azami miktarda kereste üretilmektedir.

Dönmez Orman Ürünleri kereste fabrikasında kereste üretimi tamamen sipariş üzerine yapılmaktadır. Uygulamada söz konusu olan siparişlerde göz önünde bulundurularak deney tomruklarının bu siparişler doğrultusunda biçilmesi sağlanmıştır. Ayrıca fabrikanın gerçek randımasının belirlenmesi amaçlandığı için de, tomrukların kesiş yöntemi tamamen biçme işlemini yapacak olan operatörün tekniğine ve becerisine bırakılmıştır.

Fabrikada üretimi yapılan kereste boyutları aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 2.10).

Çizelge 2.10 Ürün Ebatları.

	KALINLIK (cm)	EN (cm)	UZUNLUK (m)
KALAS	5,8,10	18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35	2 – 6
LAMBRI	2.2	10	2 – 6
TAHTA	2.3	10, 12, 15, 18, 20	2 – 6
İNŞAATLIK	5, 10	10	2 – 6
ÇITA	2.5, 3, 5	5	2 – 6

Çalışmalarda her üç ağaç türünden toplam 80 adet tomruğun hacmi 36.850 m^3 olup buna göre kereste üretimi yapılmıştır. Üretim sonrasında her bir ağaç türü için I.imalat, II.imalat hesaplamaları yapılmıştır. Bu yüzden ölçü ve tartımlar I. ve II. İmalatta üretilen keresteler ve oluşan atıklar için ayrı ayrı yapılmıştır.

40 adet Gökmar tomruğunun toplam hacmi 17.967 m^3 olup, toplam ağırlığı 12.302 kg 'dır. Bunun sonucunda I. imalatta 7.163 m^3 , II. imalatta $5.115,24 \text{ m}^3$ olmak üzere toplam $12.278,24 \text{ m}^3$ kereste elde edilmiştir.

Üzerinde çalışma yapılan 13 adet Sarıçam tomruğunun toplam hacmi 5.999 m^3 olarak ölçülmüş ve toplam ağırlığı 4.107 kg gelmiştir. Sarıçam tomruğunun üretimi sonunda I. imalatta 2.078 m^3 , II. imalatta 1.740 m^3 olarak hesaplamalar yapılmış ve sonucunda 3.818 m^3 kereste üretilmiştir.

Üretimi yapılan 27 adet Karaçam tomruğunun toplam hacmi 12.884 m^3 , toplam ağırlığı ise 8.481 kg 'dır. Karaçamın üretimi sonucu I. imalatta 4.975 m^3 , II. imalatta $3.713,43 \text{ m}^3$ kereste üretilmiş olup, toplam Karaçam kereste miktarı $8.688,43 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır.

Teorik Çalışmada Kullanılan Yöntemler

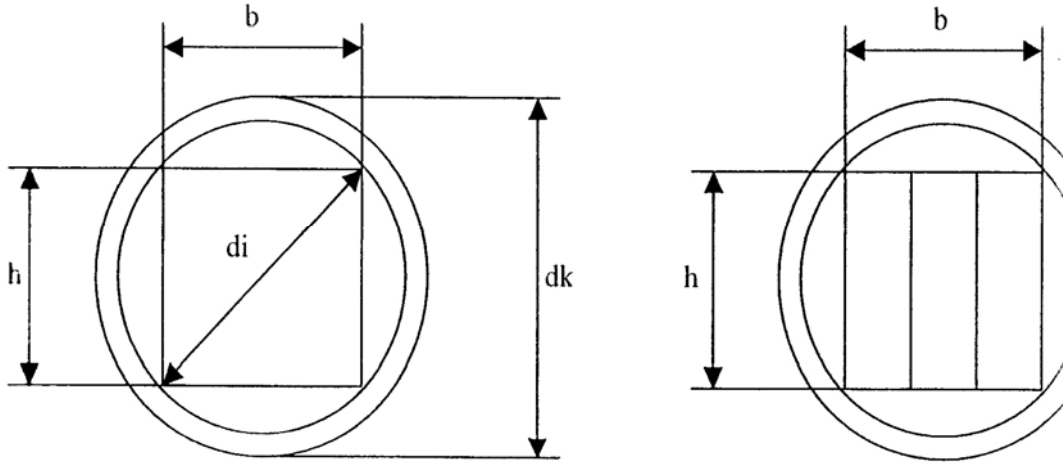
Kereste üretiminde ve özellikle tomruk biçmede randıman optimizasyonu sağlayacak bilgisayar paket programının geliştirilmesinde; kereste endüstrisinde keskin kesiş ve

prizma kesişi olarak adlandırılan biçme metotlarında kullanılan hesaplama yöntemleri ile maksimum verim teorisi ve eşitliklerinden yararlanılmıştır.

Hesaplama Yöntemi

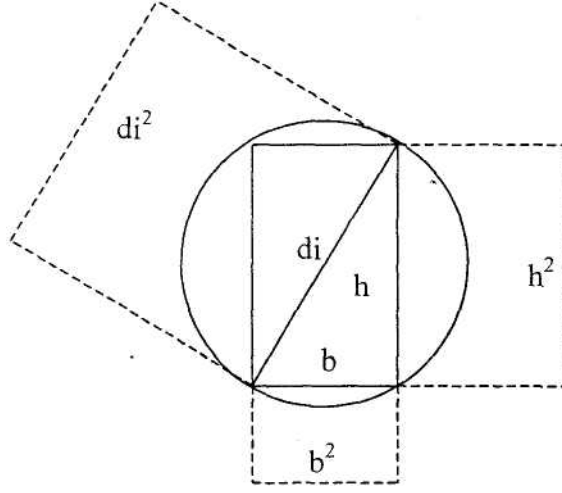
Üretilcek olan kerestelerin boyutlarının belli olması halinde, en uygun tomruk ince uç çaplarının belirlenmesi işlemleri ile, belirli ince uç çaplarına sahip olan tomrukların mevcut olması halinde ise, üretilebilecek en uygun kereste boyutlarının belirlenmesi işlemleri, kayıpların azaltılarak randımanın arttırılması için gereklidir. Kantite randımanın arttırılabilmesini sağlayan en önemli şartlardan biri olan bu hesaplama işlemleri, kerestenin enine kesit boyutları ile biçme yöntemlerine göre değişmektedir.

2.2.1 Prizma Kesiş Yönteminde Hesaplama



Şekil 2.1 Bir tomruğun kalın ve ince uç çapı enine kesitlerinin görünümü (Fischer, 1971).

Dört Köşe Ve Dört Köşeye Yakın Keresteler İçin Tomruk İnce Uç Çapı:



Şekil 2.2 Pisagor Teoremi (Kabakçı,1986).

$$di^2 = b^2 + h^2$$

$$di = \sqrt{b^2 + h^2}$$

b= Prizma genişliği (cm)

h= Prizma yüksekliği (cm)

di= Tomruk ince uç çapı (cm)

dk= Tomruk kaim uç çapı (cm)

Dört köşe veya dört köşeye yakın enine kesitli kereste üretiminde sulama oranı dikkate alınarak, tomruk ince uç çapının bulunmasında yaklaşık değerler veren aşağıdaki eşitlikler kullanılmaktadır (Kabakçı, 1986., Maisenbacher, 1960).

$$S \text{ (sulamasız)} \quad di \cong (h+b) 0.7 + \frac{h - b}{10} \quad (2.1)$$

$$A \text{ (} b/8 \text{ kadar sulama)} \quad di \cong (h+b) 0.7 \quad (2.2)$$

$$B \text{ (} b/3 \text{ kadar sulama)} \quad di \cong (h+b) 0.6 \quad (2.3)$$

$$C \text{ (sınırsız sulama)} \quad d_i \approx h + 0.3' \text{ den..... } 1.0 \text{ cm' ye kadar} \quad (2.4)$$

Sulama oranı; sulamalı kerestenin genişliğindeki veya kalınlığındaki sulamanın en büyük miktarının milimetre olarak ölçülmesinden sonra, ölçülen miktarın ölçüldüğü yere göre kereste genişliğine veya kalınlığına oranlanması ile belirlenir (TS 1485, TS 697).

Dört Köşe Olmayan Keresteler İçin Tomruk İnce Uç Çapı:

A (b/8 kadar sulama);

$$h-b \leq 2 \text{ cm ise} \quad d_i \approx h + 0.4 b \quad (2.5)$$

$$h-b > 2 \text{ cm ise} \quad d_i \approx h + 0.15 b \quad (2.6)$$

B (b/3 kadar sulama);

$$h-b \leq 2 \text{ cm ise} \quad d_i \approx h + 0.3 b \quad (2.7)$$

$$h-b > 2 \text{ cm ise} \quad d_i \approx h + 0.1 b \quad (2.8)$$

Sulama miktarı çok daha geniş olan, yani yanlarından çok ince birer kapak alınmış prizmalarda ise;

$$d_i \approx h + 0.5 \text{.....} 1 \text{ cm} \text{ eşitliği ile hesaplanabilir (Wagner., Yanık, 2002).} \quad (2.9)$$

Şayet tomruk deposundaki tomrukların ince uç çapları biliniyorsa; bu tomruklardan elde edilecek dört köşe veya dört köşeye yakın kerestelerin sulama oranına göre enine kesit boyutları toplamı aşağıdaki eşitlikler yardımıyla bulunabilir (Wagner, 1993., Yanık, M. 2002).

$$A \text{ (b/8 kadar sulama)} \quad b+h = \frac{d_i}{0.7} \quad (2.10)$$

$$B \text{ (b/3 kadar sulama)} \quad b+h = \frac{d_i}{0.6} \quad (2.11)$$

$$C \text{ (sınırsız sulama)} \quad b = d_i - 0.5 \text{ cm} \quad (2.12)$$

Prizmadan Aynı Genişlik Ve Kalınlıktaki Tahta Ve Kalasların Biçilmesinde:

Mevcut bir tomruktan, hem aynı genişlik ve kalınlıkta kerestelerin biçilebileceği prizmanın yükseklik ve genişliğinin hesaplanması işleminde ve tomruk ince uç çapının belirlenmesi amacıyla, hem de istenilen belli sayı ve eşit boyutta kerestenin biçilebileceği prizmanın yükseklik ve genişliğinin hesaplanması işleminde 2.13 ve 2.14 numaralı eşitliklerden yararlanılmaktadır. Ancak burada prizma yüksekliğinin (h) belirlenmesinde öngörülen miktara kuruma payı (genişlikçe daralma), prizma tabanının belirlenmesinde ise kuruma payı (kalınlıkça daralma) ile birlikte biçme hattı genişliği ; ilave edilmelidir (Fischer, 1971).

$$h = g + g \cdot \beta g \quad (2.13)$$

h = Prizma yüksekliği (cm)

g = Kereste genişliği (cm)

βg = Genişlikte daralma (kuruma) payı (%)

$$b = (e + e \cdot \beta e) \cdot n + bf \cdot (n-1) \quad (2.14)$$

b = Prizma genişliği (cm)

e = Kereste kalınlığı (cm)

βe = Kalınlıkça daralma (kuruma) payı (%)

n = Prizmadan elde edilen kereste sayısı (adet)

bf = Biçme hattı kalınlığı (mm) - Teorik olarak; bf = Testere kalınlığı + (2. çapraz veya ezme miktarı); Testere kalınlığı ve çapraz miktarının verilmemesi durumunda katra testere makineleri için bf = 3 mm, şerit testere makineleri için ise bf = 2.5 mm olarak alınabilir.

İnce uç çapının belirlenmesi için (2.1), (2.11) ve (2.12) numaralı eşitlikler (2.13) numaralı eşitlik gibi düzenlenebilir (Fischer, 1971).

$$d_i = \sqrt{(g + g \cdot \beta g)^2 + [(e + e \cdot \beta e) \cdot n + b f \cdot (n-1)]^2} \quad (2.15)$$

Üretilen bir prizmadan elde edilebilecek kereste sayısının belirlenmesi işleminde numaralı eşitlik kullanılmaktadır (Fischer, 1971).

$$n = \frac{b + b f}{e \cdot (1 + \beta e) + b f} \quad (2.16)$$

Kereste üretiminde ana ürün dışında kalan kapakların kalınlıklarının bilinmesi, ki ardan hangi kalınlıkta tahta üretilebileceğinin belirlenmesi ve katrakta testere işine karar verebilmek bakımından önemlidir (Fischer, 1971).

$$e_{k1} = \frac{d_i - h}{2} \quad (2.17)$$

$$e_{k2} = \frac{d_i - b}{2} \quad (2.18)$$

e_{k1} = İlk kesişte ortaya çıkan kapak kalınlığı

e_{k2} = İkinci kesişte ortaya çıkan kapak kalınlığı

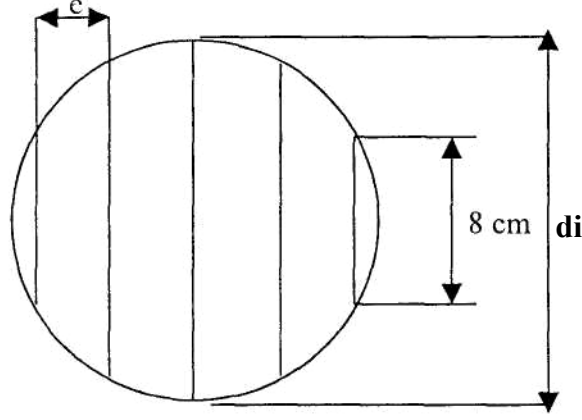
Şayet bir kapaktan belli kalınlıkta ve sayıda tahta üretmek istersek gerekli olan kapak kalınlığı; kuruma payı ve biçme hattı genişliği dikkate alınarak (2.18) numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır (Fischer, R.).

$$E_k = (e + e \cdot \beta e + b f) \cdot n \quad (2.19)$$

2.2.2 Keskin Kesiş Yönteminde Hesaplama

Keskin kesişte üretilen tahta ve kalasların genişliklerinin hesaplanmasında (2.16) numaralı eşitlik çıkış noktası olarak kabul edilir. Keskin kesişte elde edilen keresteler yanları alınmadan bırakılabileceği gibi teker teker yanları da alınabilir (Fischer, R.).

$$g + g \cdot \beta g = b = \sqrt{d_i^2 - [(e + e \cdot \beta e) \cdot n + b f \cdot (n-1)]^2} \quad (2.20)$$



Şekil 2.3 Keskin kesişte ince uç çapına göre kullanılan şablonun görünüşü

Yanları alınmamış, kereste kalınlıkları eşit ve en küçük kerestenin dar yüzeyi 8 cm olarak kabul edildiğinde; 1 kerestenin geniş yüzeyi (2.21), diğer kerestelerin dar yüzeyleri (2.22) ve geniş yüzeyleri (2.23) nolu eşitlikler ile hesaplanır.

1 kerestenin dar yüzeyi = 8 cm;

$$\text{geniş yüzeyi} = 2 \sqrt{r^2 - [\sqrt{r^2 - 1600} - (e + e.\beta e)]^2} \quad (2.21)$$

diğer kerestelerin;

$$\text{dar yüzeyleri} = 2 \sqrt{r^2 - [\sqrt{r^2 - 1600} - (n - 1).(e + e.\beta e) - (n - 1).bf]^2} \quad (2.22)$$

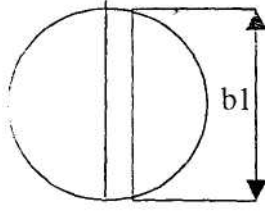
$$\text{geniş yüzeyleri} = 2 \sqrt{r^2 - [\sqrt{r^2 - 1600} - n.(e + e.\beta e) - (n - 1).bf]^2} \quad (2.23)$$

r = Tomruk yarı çapı

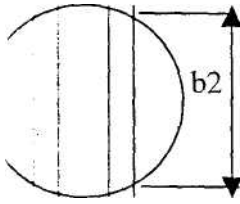
Tomruktan elde edilecek kereste sayısı (25) nolu eşitlikten hesaplanır (Fischer, 1971).

$$n = \frac{e \cdot (1 + \beta e) + bf}{\sqrt{di^2 - 8^2 + bf}} \quad (2.24)$$

Farklı kalınlıktaki kerestelerin genişliklerinin hesaplanmasında (2.25), (2.26) ve (2.27) nolu eşitlikler çıkış noktası olarak kabul edilir (Fischer, 1971).

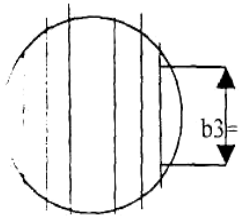


$$b1 = \sqrt{di^2 - (e_1 + e_1 \cdot \beta e)^2} \quad (2.25)$$



$$b2 = \sqrt{di^2 - (e_1 + e_1 \cdot \beta e + 2e_2 + 2e_2 \cdot \beta e + 2bf)^2} \quad (2.26)$$

Üretilen kereste miktarının üretime verilen tomruk miktarına oranı olan randıman (2.29) numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır.



$$b3 = \sqrt{di^2 - (e_1 + e_1 \cdot \beta e + 2e_2 + 2e_2 \cdot \beta e + 2e_3 + 2e_3 \cdot \beta e + 4bf)^2} \quad (2.27)$$

$$R = \frac{V_k}{V_t} \times 100 \quad (\%) \quad (2.28)$$

R = Randıman (%)

Vk = Üretilen kereste hacmi (m³)

Vt = Üretime giren tomruk hacmi (m³)

Kerestenin hacmi; anma boyutlarından (2.29) nolu eşitlik yardımıyla belirlenir (Fischer, 1971).

$$V_k = \frac{e \cdot g \cdot I}{10^6} (m^3) \quad (2.29)$$

V_k = Üretilen kereste hacmi(m^3)

e = Kereste kalınlığı(cm)

g = Kereste genişliği(cm)

I = Kereste uzunluğu(cm)

Tomruk hacmi; (31) nolu eşitlik yardımı ile hesaplanır (Fischer, 1971).

$$V_t = \frac{\Pi \cdot d_m^2 \cdot I}{4 \cdot 10^6} (m^3) \quad (2.30)$$

V_t = Tomruk hacmi (m^3)

d_m = Tomruk orta çapı(cm)

I = Tomruk uzunluğu(cm)

Tomruk uzunluğu ve her metre uzunluk için çap azalmasının bilinmesi durumunda, tomruk orta çapı ve tomruk kalın uç çapı tomruk ince uç çapından faydalanılarak hesaplanılabilir (Fischer, 1971).

$$d_m = d_i + \frac{I}{200} \cdot \phi \quad (2.31)$$

$$d_k = d_i + 1 \cdot \phi \quad (2.32)$$

d_k = Tomruk kalın uç çapı (cm)

ϕ = Çap azalması (cm/m)

Ana ürün randımanı şayet aynı boyutlarda kereste üretimi söz konusu ise (2.33) nolu eşitlik yardımıyla da bulunabilir (Fischer, 1971).

$$R_a = \frac{4.e.g.n}{\Pi.(d_i + \frac{1}{200} \cdot \phi)^2}$$

E = Kereste kalınlığı(cm)

G = Kereste genişliği(cm)

N = Kereste sayısı(adet)

D_i = Tomruk ince uç çapı (cm)

I = Tomruk uzunluğu(cm)

φ = Çap azalması(cm/m)

BÖLÜM 3

BULGULAR

3.1 GÖKNAR KERESTELERİNE AİT BULGULAR

3.1.1 Üretim Sonrası Elde Edilen Değerler

Göknar keresteleri üzerinde gerekli olan çalışma yapılmış ve elde edilen değerlerden boy cm, çap cm, ağırlık kg, hacim dm^3 cinsinden ele alınarak ince uçlu rutubet ölçer ile rutubetleri tayin edilmiştir. Bu değerlerdeki göknar keresteleri üretime verilerek, üretimi yapıldıktan sonra meydana gelen kereste ve artık miktarları ile oluşan ana ürün ve yan ürün randımanlarına ait değerler aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 3.1-3.2-3.3-3.4).

Çizelge 3.1 Gök nar kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (1-10 arası).

Ağaç Türü	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Birey No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ana Ürün (kg)	170	144	90	90	204	57	57	63	63	63
Ana Ürün (V)	225	225	180	180	270	108	108	120	120	120
Yan Ürün (kg)	88,5	40,33	36,91	16,75	76,57	41	28,9	46,333	38,4	39
Yan Ürün (V)	165,6	77,05	69	31,05	140,3	67,16	47,32	79,35	59,57	64,86
Atık (kg)	176,5	80,67	78,09	66,25	75,43	21	37,1	40,667	43,6	58
Atık (V)	190,4	218,95	76	58,95	200,7	78,84	74,68	87,65	68,43	61,14
Kapak (V)	24,4	27,09	7,15	5,4	24,44	11,43	9,2	10,61	7,93	6,64
Kapak (%)	4,2	5,2	2,2	2	4	4,5	4	3,7	3,2	2,7
Yan (V)	80,17	87,52	35,1	27,81	82,48	38,1	30,59	36,73	29,26	26,56
Yan (%)	13,8	16,8	10,8	10,3	13,5	15	13,3	12,8	11,8	10,8
Baş (V)	23,82	18,23	6,5	4,05	21,38	9,65	7,59	8,61	6,2	5,65
Baş (%)	4,1	3,5	2	1,5	3,5	3,8	3,3	3	2,5	2,3
Talaş (V)	62,01	86,11	27,25	21,69	72,4	19,66	27,3	31,7	25,04	22,29
Talaş (%)	10,6	16,5	8,3	8,03	11,8	7,7	11,8	11,04	10,09	9,06
TOPLAM ATIK	32,7	42	23,3	21,8	32,8	31	32,4	30,5	27,5	24,8
1.İMALAT	38,7	43,1	55,3	66,6	44,1	42,5	46,9	41,8	48,3	48,7
2.İMALAT	28,5	14,7	21,2	11,5	22,9	26,4	20,5	27,6	24	26,4
RANDIMAN	67,2	57,8	76,5	78,1	67	68,9	67,4	69,4	72,3	75,1

Çizelge 3.2 Gökmar kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (11-20 arası).

Ağaç Türü	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Birey No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ana Ürün (kg)	126	48	144	44	56	50	54	59	75	101
Ana Ürün (V)	240	170	225	56	74	58	63	65	92	114
Yan Ürün (kg)	40,659	47,3	58,5	33	32	35	50	22	42	52
Yan Ürün (V)	78,2	90,85	111,93	27	38	38	59	30	45	50
Atık (kg)	160,34	74,7	60,5	18	65	35	41	49	42	67
Atık (V)	118,8	15,15	36,07	34	41	32	49	46	52	84
Kapak (V)	12,23	2,2	5,22	4,44	3,97	3,45	5,89	5,64	6,04	10,41
Kapak (%)	2,8	0,8	1,4	3,8	2,6	2,7	3,5	4	3,2	4,2
Yan (V)	50,69	5,79	13,42	13,92	17,9	13,95	20,17	18,47	22,3	34,47
Yan (%)	11,6	2,1	3,6	11,9	11,7	10,9	11,8	13,1	11,8	13,9
Baş (V)	11,36	1,65	4,47	3,15	3,36	3,2	4,27	4,39	4,72	8,92
Baş (%)	2,6	0,6	1,2	2,7	2,2	2,5	2,5	3,5	2,5	3,6
Talaş (V)	44,52	5,51	12,96	12,49	15,77	11,4	18,58	16,96	18,94	30,2
Talaş (%)	10,1	1,9	3,4	10,6	10,3	8,9	10,8	12	10,02	12,17
TOPLAM ATIK	27,1	5,4	9,6	29	26,7	25	28,6	32,6	27,5	33,8
1.İMALAT	54,9	61,6	60,3	48	48	45,3	36,8	46	48,6	45,6
2.İMALAT	17,9	32,9	30	23	25	29,6	34,5	21,2	23,8	20
RANDIMAN	72,8	94,5	90,3	71	73	74,9	71,3	67,2	72,4	65,6

Çizelge 3.3 Göknaş kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değeri (21-30 arası).

Ağaç Türü	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Birey No	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ana Ürün(kg)	43	49	38	89	47	145	110	150	121	176
Ana Ürün(V)	65	72	61	125	148	198	176	200	159	239
Yan Ürün(kg)	39	43	32	79	41	130	89	126	103	140
Yan Ürün(V)	59	63	50	115	135	176	142	169	138	186
Atık(kg)	48	56	40	104	53	140	109	191	165	172
Atık(V)	74	82	67	151	181	194	172	256	217	240
Kapak(V)	10,09	10,85	8,72	20,72	24,12	24,42	22,05	32,5	29,29	30,59
Kapak(%)	5,1	5	4,9	5,3	5,2	4,3	4,5	5,2	5,7	4,6
Yan(V)	30,09	34,28	28,3	61,77	73,77	79,52	70,07	105	86,35	97,75
Yan(%)	15,2	15,8	15,9	15,8	15,9	14	14,3	16,8	16,8	14,7
Baş(V)	7,52	8,89	7,47	17,59	18,56	20,44	18,62	24,37	24,15	23,94
Baş(%)	3,8	4,1	4,2	4,5	4	3,6	3,8	3,9	4,7	3,6
Talaş(V)	26,3	27,98	22,51	50,92	64,55	69,62	61,26	94,13	77,21	87,72
Talaş(%)	13,2	12,8	12,6	13,02	13,9	12,25	12,5	15	15,02	13,19
TOPLAM ATIK	37,3	37,7	37,6	38,6	39	34,1	35,1	40,9	42,2	36
1.İMALAT	32,8	33,1	34,2	31,9	31,8	34,8	35,9	32	30,9	35,9
2.İMALAT	29,7	29	28	29,4	29	30,9	28,9	27	26,8	27,9
RANDIMAN	62,5	62,1	62,2	61,3	60,8	65,7	64,8	59	57,7	63,8

Çizelge 3.4 Gökmar kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (31-40 arası).

Ağaç Türü	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Birey No	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Ana Ürün (kg)	39	106	113	180	270	255	230	240	363	248
Ana Ürün (V)	76	142	162	269	401	357	314	340	460	386
Yan Ürün(kg)	38	95	99	154	240	246	180	182	223	208
Yan Ürün(V)	72	127	140	217	377	340	248	263	412	317
Atık (kg)	43	118	120	178	219	202	191	198	364	194
Atık (V)	88	160	162	262	300	293	265	274	339	288
Kapak (V)	12,27	23,16	20,41	33,66	44,19	35,64	33,08	35,95	41,17	35,67
Kapak (%)	5,2	5,4	4,4	4,5	4,1	3,6	4	4,1	3,4	3,6
Yan (V)	34,92	63,06	66,81	109,2	126,12	121,77	109,99	113,13	142,89	118,92
Yan (%)	14,8	14,7	14,4	14,6	11,7	12,3	13,3	12,9	11,8	12
Baş (V)	9,91	18,44	17,16	28,42	31,26	27,72	26,46	27,18	29,06	28,73
Baş (%)	4,2	4,3	3,7	3,8	2,9	2,8	3,2	3,1	2,4	2,9
Talaş(V)	30,9	55,34	57,62	90,72	98,43	107,87	95,47	97,74	125,88	104,68
Talaş (%)	13,09	12,89	12,41	12,12	9,13	10,89	11,5	11,14	10,39	10,56
TOPLAM ATIK	37,2	37,2	34,9	35	27,8	29,5	32	31,2	27,9	29
1.İMALAT	32,2	33,1	34,9	35,9	37,1	36,06	37,6	38,7	37,9	38,9
2.İMALAT	30,5	29,6	30,1	29	34,9	34,3	29,9	29,9	34	31,9
RANDIMAN	62,7	62,7	65	64,9	72	70,36	67,5	68,6	71,9	70,8

Dönmez Orman Ürünlerine bağlı kalınarak yapılan bu çalışmada, biçilen 40 adet göknar tomruklarına ait atık ve randıman ortalamalarının belirli çap sınıflarına göre dağılımı incelenerek bir çizelge halinde aşağıda sunulmuştur (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 Göknar tomruklarının üretimi sonrası atık ve randıman oranlarının çap gruplarına göre dağılımı.

%	ÇAP GRUPLARI (cm)					Toplam Ort.
	20 – 30	30 – 40	40 – 50	50 – 60	60 – 70	
Yan	13,06	11,53	15,42	13,35	12,23	12,97
Baş	3,11	2,87	3,93	3,3	2,8	3,17
Talaş	10,86	9,83	13,64	11,44	10,7	11,06
Kapak	3,81	3,49	4,85	4,13	3,7	3,92
Toplam Atık	30,82	27,69	37,83	32,18	29,37	27,2
Ana Ürün	43,2	45,85	35,9	37,78	38,5	41,66
Yan Ürün	25,79	26,34	26,13	32,28	31,93	27,05
Toplam Randıman	68,99	72,19	62,03	67,59	70,43	68,72

Çizelgede de görüldüğü üzere, 40 adet göknar tomruğunun üretimi sonrası atık oranı % 27.2, ana ürün randımanı % 41.66, yan ürün randımanı % 27.05, toplam randımanı ise % 68.72 olarak saptanmıştır. Üretim sipariş baz alınarak yapıldığı için atık ve randıman oranlarının yukarıdaki çap grupları arasında belirli bir dağılım gösterdiği söylenemez.

3.1.2 Göknar Kerestesinin Max. Verim Teorisine Ait Bulguları

Yapılan çalışma sonrası elde edilen değerlere kıyasla göknar tomruklarının maksimum verim teorisine göre keskin kesiş ve prizma kesiş yöntemine ait elde edilebilecek ana ürün değerleri ve ortalamaları bir çizelgede toplanmıştır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6 Gök nar kerestelerinin maksimum verim teorisine ait ana ürün randımanları.

Ağaç Türü	No	Keskin Kesiş (%)	Prizma Kesiş (%)	Ağaç Türü	No	Keskin Kesiş (%)	Prizma Kesiş (%)
Gök nar	1	64,5	65	Gök nar	21	49	49,8
Gök nar	2	64,3	64,8	Gök nar	22	49,7	50,4
Gök nar	3	60,9	61,5	Gök nar	23	55,2	56
Gök nar	4	59,8	60,5	Gök nar	24	55,6	56,2
Gök nar	5	64,6	65,1	Gök nar	25	56,9	57,5
Gök nar	6	51	51,7	Gök nar	26	58,6	59,1
Gök nar	7	50,8	51,5	Gök nar	27	63,4	63,9
Gök nar	8	52,7	53,3	Gök nar	28	59,3	59,8
Gök nar	9	51,4	52,1	Gök nar	29	63,6	64,2
Gök nar	10	51,6	52,2	Gök nar	30	65	65,5
Gök nar	11	56,6	57,1	Gök nar	31	57,6	58,2
Gök nar	12	59,5	60,1	Gök nar	32	50,7	51,3
Gök nar	13	61,2	61,8	Gök nar	33	56,9	57,5
Gök nar	14	51,3	52,2	Gök nar	34	65,6	66,1
Gök nar	15	46,3	47,1	Gök nar	35	63,4	63,8
Gök nar	16	52,2	53,1	Gök nar	36	63,1	63,5
Gök nar	17	46,8	47,6	Gök nar	37	66,3	66,7
Gök nar	18	53	53,8	Gök nar	38	66,7	67,2
Gök nar	19	47,5	48,2	Gök nar	39	64,4	64,9
Gök nar	20	44,6	45,2	Gök nar	40	67	67,5

Üzerinde çalıştığımız gök nar tomruklarına sipariş değerleri göz önünde bulundurmaksızın maksimum verim teorisi uygulansaydı, ana ürün randımanımız ortalama olarak keskin kesiş yöntemine göre % 57.215, prizma kesiş yöntemine göre ise % 57.825 olacaktı.

Bu çalışmada serbest üretim değil, piyasa siparişleri göz önünde bulundurularak üretim yapıldığı için, maksimum verim teorisine bağlı kalınarak üretimin gerçekleştirilmesi güçleşmiştir. Gök nar kerestelerinden ana ürün olarak kalınlık 5 cm, genişlik 20 cm olmak üzere maksimum 1/6 oranında sulama olmak şartı ile keresteler üretilmiştir. Kapaklardan ise 2.3 cm kalınlığında 10-20 cm genişliğinde yan ürünler üretilmiştir. Çalışmanın daha net gözlemlenebilmesi için bu sipariş değerleri maximum verim teorisinde uygulanmıştır. Uygulamada biçme hattı genişliği 3 mm, kaplama tahtası genişliği 23 mm, çap düşmesi

ise ortalama olarak 3 cm alınmıştır.Bu uygulama sonucu elde edilen değerler aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7 Gök nar siparişlerin max. verim teorisinde uygulanması sonucu oluşan ana ürün randımanları.

Ağaç Türü	No	Ana Ürün Randımanı (%)	Ağaç Türü	No	Ana Ürün Randımanı (%)
Gök nar	1	62	Gök nar	21	39,6
Gök nar	2	57,6	Gök nar	22	37
Gök nar	3	44,3	Gök nar	23	38,1
Gök nar	4	43	Gök nar	24	37,7
Gök nar	5	59,6	Gök nar	25	52,3
Gök nar	6	43,6	Gök nar	26	43,9
Gök nar	7	35	Gök nar	27	51,7
Gök nar	8	39,1	Gök nar	28	50,6
Gök nar	9	43,9	Gök nar	29	59,6
Gök nar	10	44	Gök nar	30	55,4
Gök nar	11	41,1	Gök nar	31	40
Gök nar	12	42,8	Gök nar	32	38,7
Gök nar	13	53,4	Gök nar	33	52,3
Gök nar	14	35,9	Gök nar	34	57,1
Gök nar	15	32,4	Gök nar	35	55,7
Gök nar	16	33,3	Gök nar	36	52,9
Gök nar	17	29,9	Gök nar	37	58,3
Gök nar	18	31	Gök nar	38	60,9
Gök nar	19	27,8	Gök nar	39	55
Gök nar	20	36	Gök nar	40	55,4

Sipariş değerlerinin maksimum verim teorisinde değerlendirilmesi sonucu varsayılan ana ürün randıman ortalaması % 45,697’dir.Yapılan çalışmada gök nar tomruklarından elde edilen ana ürün oranı % 41,66 idi. Görüldüğü üzere büyük yakınlık bulunmaktadır.Arada bulunan çok az fark ise fabrikanın çalışma şartlarına ve operatörün teknik becerisine bağlanmaktadır.

3.2 SARIÇAM KERESTELERİNE AİT BULGULAR

3.2.1 Üretim Sonrası Elde Edilen Değerler

Tomruk sahasından seçilen 13 adet Sarıçam tomrukları üzerinde gerekli ölçümler üretim öncesi yapılmış olup, ağırlık kg, hacim dm³, çap cm, boy cm cinsinden ele alınmış ve tomruk rutubetleri ince uçlu rutubet ölçer ile ölçülmüştür. Gerekli ölçümler ve tartımlar yapıldıktan sonra sarıçam tomrukları üretime verilmiştir. Sarıçam tomruklarından kereste üretimi sonucu oluşan atık ve randıman oranları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 3.8 Sarıçam kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri.

Ağaç Türü	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Birey No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ana Ürün (kg)	82	34	55	118	52	121	42	160	190	182	90	81	210
Ana Ürün (V)	150	50	125	154	77	172	66	214	250	248	127	150	295
Yan Ürün (kg)	65,22	23	49	110	50	113	40	150	167	162	69	57	146
Yan Ürün (V)	120	36	112	141	74	160	60	195	221	214	97	105	205
Atık (kg)	118,8	35	78	167	71	170	56	193	201	164	51	51	133
Atık (V)	189	55	180	217	104	239	91	260	266	229	71	95	185
Kapak (V)	20,19	5,92	17,93	25,6	10,2	25,12	9,76	27,41	30,95	20,73	8,85	9,8	17,81
Kapak (%)	4,4	4,2	4,3	5	4	4,4	4,5	4,1	4,2	3	3	2,8	2,6
Yan (V)	73,44	22,13	70,89	85,5	42,33	94,21	36,67	106,4	105,4	86,37	29,5	39,2	77,4
Yan (%)	16	15,7	17	16,7	16,6	16,5	16,9	15,9	14,3	12,5	10	11,2	11,3
Baş (V)	19,27	5,35	16,26	18,43	9,95	22,26	8,24	24,75	28	17,27	7,67	9,45	19,18
Baş (%)	4,2	3,8	3,9	3,6	3,9	3,9	3,8	3,7	3,8	2,5	2,6	2,7	2,8
Talaş (V)	76,1	21,6	74,92	87,47	41,52	97,41	36,33	101,5	101,7	104,6	24,98	36,55	70,61
Talaş (%)	16,5	15,3	17,9	17	16,2	17	16,7	15,1	13,7	15,1	8,4	10,4	10,3
TOPLAM ATIK	41,1	39	43,1	42,3	40,7	41,8	41,9	38,8	36	33	24	27,1	27
1.İMALAT	32,7	35,4	29,9	30	30	30,1	30,4	31,9	33,9	35,8	43	42,8	43
2.İMALAT	26,1	25,5	26,8	27,5	29	28	27,6	29,1	29,9	30,9	32,8	30	29,9
RANDIMAN	58,8	60,9	56,7	57,5	59	58,1	58	61	63,8	66,7	75,8	72,8	72,9

Dönmez Orman Ürünleri kereste fabrikasına bağlı kalınarak yapılan bu çalışmada biçilen 13 adet Sarıçam tomruğunun üretim sonrası meydana gelen atık ve randıman oranlarının belirli çap ve boy gruplarına göre dağılımları incelenmiş ve aşağıdaki çizelgede toplanmıştır.

Çizelge 3.9 Sarıçam tomruklarının üretimi sonrası atık ve randıman oranlarının belirli çap ve boy gruplarına göre dağılımı.

%	Çap Grupları (cm)		Boy Grupları (cm)		Toplam Ort.
	20 – 40	40 – 60	200 – 400	400 – 600	
Yan	14,08	15,03	14,91	14,26	14,66
Baş	3,36	3,55	3,52	3,4	3,48
Talaş	13,4	15,33	15,12	13,72	14,58
Kapak	3,7	4	3,84	3,98	3,88
Toplam Atık	34,54	37,89	37,55	35,08	36,6
Ana Ürün	36,32	33,41	34,05	35,3	34,53
Yan Ürün	28,98	28,53	28,22	29,46	28,7
Toplam Randıman	65,3	61,94	62,28	64,76	63,23

Elde edilen verilere göre biçilen 13 adet Sarıçam tomruğunun toplam atık oranı % 36.6, ana ürün randımanı % 34.53, yan ürün randımanı % 28.7, toplam randımanın ise % 63.23 olduğu görülmektedir (Çizelge 3.9).

3.2.2 Sarıçam Kerestesinin Max. Verim Teorisine Ait Bulguları

Sarıçam tomruklarının herhangi bir siparişe bağlı kalmaksızın ve bütün üretim aksaklıklarının minimize edilerek maksimum verim teorisine göre keskin kesiş ve prizma kesiş yöntemleri ile ayrı ayrı biçilmesi varsayılırsa, elde edilebilecek ana ürün randımanları aşağıdaki gibi olacaktır (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10 Sarıçam kerestelerinin max. verim teorisine ait ana ürün randımanları.

Ağaç türü	No	Keskin Kesiş	Prizma Kesiş
Sarıçam	1	62,5	63
Sarıçam	2	53	53,8
Sarıçam	3	61,8	62,4
Sarıçam	4	63,7	64,2
Sarıçam	5	50,9	51,6
Sarıçam	6	58,5	59
Sarıçam	7	49,6	50,3
Sarıçam	8	65	65,5
Sarıçam	9	65,8	66,3
Sarıçam	10	65,3	65,7
Sarıçam	11	45,9	46,5
Sarıçam	12	61	61,6
Sarıçam	13	59,9	60,4

Üretim akışını engelleyen, meydana gelebilecek bütün olumsuzlukların ortadan kaldırıldığını varsayılarak sarıçam tomruklarına uygulanan maksimum verim teorisine göre yukarıdaki çizelgeden de anlaşılacağı üzere ana ürün randımanı, keskin kesiş yöntemine göre % 58.68, prizma kesiş yöntemine göre ise % 59.25 olacaktır.

Yapılan çalışmada fabrikanın menfaatleri de göz önünde bulundurulduğu için, tomrukların üretiminde piyasa siparişleri ele alınmıştır. Bu nedenle siparişlerin maksimum verim teorisinde de uygulanması araştırmaya ışık tutacaktır. Sarıçam tomruklarından üretimi yapılan maksimum 1/6 oranında sulamalı kereste ebatları; kalınlık 10 cm, genişlik 20 cm olan kalaslardır. Uygulamada biçme hattı genişliği 3 mm, kaplama tahtası genişliği 23 mm, çap düşmesi ise ortalama olarak 3 cm alınmıştır. Varolan siparişlerin maksimum verim teorisinde uygulanması sonucu elde edilen ana ürün değerleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.11 Sarıçam siparişlerinin max. verim teorisinde uygulanması sonucu oluşan ana ürün randımanları.

Ağaç Türü	No	Ana Ürün Randımanı (%)
Sarıçam	1	44,7
Sarıçam	2	31
Sarıçam	3	36,5
Sarıçam	4	39,7
Sarıçam	5	43,5
Sarıçam	6	32,9
Sarıçam	7	24,6
Sarıçam	8	47,5
Sarıçam	9	57,2
Sarıçam	10	45,9
Sarıçam	11	21,1
Sarıçam	12	42
Sarıçam	13	37,4

Siparişlerin maksimum verim teorisinde değerlendirilmesi sonucu oluşan ana ürün randımanı ortalama olarak % 38,77'dir. Çalışmada elde edilen Sarıçam tomruklarına ait ana ürün randımanı 34,53 idi. Görüldüğü üzere araştırma sonuçları ile maksimum verim teorisi sonucu elde edilen değer arasında büyük uyum vardır (Çizelge 3.11). Arada kaynaklanan fark ise daha öncede belirtildiği gibi fabrikanın teknik donanımına ve operatörün becerisine bağlanmaktadır.

3.3 KARAÇAM KERESTELERİNE AİT BULGULAR

3.3.1 Üretim Sonrası Elde Edilen Değerler

Çalışmada kullanılan 27 adet karaçam tomruğunun üretim öncesinde gerekli olan değerler ağırlık kg, hacim dm³, boy cm, çap cm cinsinden ele alınmış olup rutubetleri ince uçlu rutubet ölçer ile tayin edilmiştir. Üzerinde gerekli ölçümler yapılan karaçam tomrukları üretime verilmiştir. Çalışmada karaçam tomruklarından kalınlıkları 5 cm, 10 cm,

genişlikleri 10 cm olan inşaatlık keresteler üretilmiş olup kapaklardan 10-20 cm genişliğinde, 2.3 cm kalınlığında tahtalar alınması amaçlanmıştır. Karaçam tomruklarının üretimi sonrasında meydana gelen atık ve randıman oranları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.12 Karaçam kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (1-9 arası).

Ağaç Türü	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Birey No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ana Ürün (kg)	88	102	68	88	228	123	32	49	65
Ana Ürün (V)	160	200	120	160	360	225	43	75	85
Yan Ürün (kg)	28,336	82,478	59,453	56,166	105	40,606	25	34	46
Yan Ürün (V)	51,52	149,96	108,1	102,12	190,9	73,83	30	52	64
Atık (kg)	46,664	53,522	62,547	41,834	163,01	99,4	31	50	76
Atık (V)	54,48	18,04	46,9	80,88	96,1	74,17	48	88	106
Kapak (V)	7,181	2,57	4,67	9,26	17,46	7,46	6,05	10,1	12,49
Kapak (%)	2,6	0,7	1,7	2,7	2,1	2	5	4,7	4,9
Yan (V)	23,94	6,9	19,25	30,87	38,82	29,84	18,15	34,4	40,8
Yan (%)	9	1,8	7	9	6	8	15	16	16
Baş (V)	5,58	1	3	7,2	7,11	7,08	4,96	7,95	10,45
Baş (%)	2	0,2	0,1	2,1	1,1	1,9	4,1	3,7	4,1
Talaş (V)	17,78	7,57	22,88	33,55	32,71	29,79	18,84	35,55	42,26
Talaş (%)	6,6	2	8	9,7	5,05	7,9	15,5	16,5	16,5
TOPLAM ATIK	20,4	4,9	17	23,5	14,8	19,8	39,6	40,9	41,5
1.İMALAT	60,1	54,3	43,6	46,6	55,6	60,3	35,5	34,8	33,3
2.İMALAT	19,3	40,8	39,3	29,8	29,5	19,8	24,7	24,1	25
RANDIMAN	79,4	95,1	82,9	76,4	85,1	80,1	60,2	58,9	58,3

Çizelge 3.13 Karaçam kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (10-18 arası).

Ağaç Türü	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Birey No	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ana Ürün (kg)	76	58	73	80	60	183	155	31	60
Ana Ürün (V)	118	85	126	138	177	240	223	46	83
Yan Ürün (kg)	58	50	63	72	54	170	167	28	49
Yan Ürün (V)	90	75	109	125	153	224	193	40	68
Atık (kg)	98	84	106	116	88	257	276	39	72
Atık (V)	149	137	185	200	260	334	328	58	100
Kapak (V)	17,49	16	22,68	21,76	31,86	37,5	36,45	7,05	10,04
Kapak (%)	4,9	5,4	5,4	4,7	5,4	4,7	4,9	4,9	4
Yan (V)	57,12	53,46	71,4	78,71	102	123,6	125,7	22,32	38,9
Yan (%)	16	18	17	17	17,3	15,5	16,9	15,5	15,5
Baş (V)	15,35	12,47	18,48	18,98	24,78	32,71	31,24	6,19	10,04
Baş (%)	4,3	4,2	4,4	4,1	4,2	4,1	4,2	4,3	4
Talaş (V)	59,04	55,07	72,44	80,55	101,36	140	134,6	22,44	41,2
Talaş (%)	16,5	18,5	17,2	17,3	17,1	17,5	18	15,5	16,3
TOPLAM ATIK	41,7	46,1	44	43,1	44	41,8	44	40,2	39,8
1.İMALAT	33	28,6	30	29,8	30	30	29,9	31,9	33
2.İMALAT	25,2	25,2	25,9	26,9	25,9	28	25,9	27,7	27
RANDIMAN	58,2	53,8	55,9	56,7	55,9	58	55,8	59,6	60

Çizelge 3.14 Karaçam kerestelerinin üretim sonrası elde edilen değerleri (19-27 arası).

Ağaç Türü	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Birey No	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Ana Ürün (kg)	208	88	142	253	189	204	74	86	290
Ana Ürün (V)	384	151	198	338	260	277	116	157	430
Yan Ürün (kg)	182	78	128	192	134	150	52	59	213
Yan Ürün (V)	336	132	175	282	184	201	81	106	317
Atık (kg)	260	114	165	157	97	110	46	57	186
Atık (V)	480	206	227	183	133	152	72	103	276
Kapak (V)	51,6	20,53	23,4	21,68	15	17,64	6,72	9,51	36,82
Kapak (%)	4,3	4,2	3,9	2,7	2,6	2,8	2,5	2,6	3,6
Yan (V)	187,2	79,21	89,4	70,66	50,19	60,48	30,12	40,62	114,5
Yan (%)	15,6	16,2	14,9	8,8	8,7	9,6	11,2	11,1	11,2
Baş (V)	46,8	21,02	21	16,86	11,54	13,86	5,1	7,68	30,69
Baş (%)	3,9	4,3	3,5	2,1	2	2,2	1,9	2,1	3
Talaş (V)	194,4	85,24	93,2	73,8	56,27	60,02	30,06	45,19	93,99
Talaş (%)	16,2	17,4	15,5	9,1	9,7	9,5	11,1	12,3	9,1
TOPLAM ATIK	40	42,1	37,8	22,7	23	24,1	26,7	28,1	26,9
1.İMALAT	32	30,8	33	42	45	43,9	43,1	42,8	42
2.İMALAT	28	26,9	29,1	35,1	31,8	31,9	30,1	28,9	30,9
RANDIMAN	60	57,7	62,1	77,1	76,8	75,8	73,2	71,7	72,9

Üretimi yapılan 27 adet karaçam tomruğunun, üretim sonrasında oluşan atık ve randımanlarının belirli çap ve boy grupları arasındaki dağılımı incelenerek bunların ortalamaları aşağıdaki çizelgede toplanmıştır (Çizelge 3.15).

Çizelge 3.15 Karaçam tomruklarının üretimi sonrası atık ve randıman oranlarının belirli çap ve boy gruplarına göre dağılımı.

%	ÇAP GRUPLARI (cm)				BOY GRUPLARI (cm)			Toplam Ort.
	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	300 - 400	400 - 500	500 - 600	
Yan	13,78	12,42	12,7	11,87	12,03	12,32	14,9	12,73
Baş	3,35	2,88	3,04	3	2,72	2,96	3,7	3,04
Talaş	13,62	13,01	13,19	11,47	12,65	12,31	15,74	13,02
Kapak	4,1	3,48	3,77	3,53	3,45	3,66	14,9	3,7
Toplam Atık	34,88	31,83	32,79	29,87	30,88	31,31	38,46	32,54
Ana Ürün	39,78	39,35	38,2	38,67	41	40	33,78	39,07
Yan Ürün	25,15	28,7	28,87	31,33	27,96	28,54	27,64	28,25
Toplam Randıman	64,93	68,05	67,07	70	68,97	68,54	61,42	67,32

27 adet karaçam tomruğunun biçilmesi sonucu elde edilen oranlarda; toplam atık oranı % 32.54, ana ürün randımanı % 39.07, yan ürün randımanı % 28.25 ve toplam randıman ise % 67.32'dir.

3.3.2 Karaçam Kerestesinin Max. Verim Teorisine Ait Bulguları

Üzerinde araştırma yapılan 27 adet karaçam tomruğu, üretimi engelleyecek olumsuzlukların göz önünde bulundurulmadığı, maksimum verim teorisinde keskin kesiş ve prizma kesiş yöntemine göre uygulandığı varsayılırsa meydana gelebilecek ana ürün randımanları ve bunların ortalamaları aşağıdaki çizelgede toplanmıştır (Çizelge 3.16).

Çizelge 3.16 Karaçam kerestelerinin max. verim teorisine ait ana ürün randımanları.

Ağaç Türü	No	Keskin Kesiş (%)	Prizma Kesiş (%)	Ağaç Türü	No	Keskin Kesiş (%)	Prizma Kesiş (%)
Karaçam	1	52,1	52,8	Karaçam	15	56,6	57
Karaçam	2	55,1	55,7	Karaçam	16	60,6	61,1
Karaçam	3	59,6	60,2	Karaçam	17	44,6	45,4
Karaçam	4	54,7	55,3	Karaçam	18	58,1	58,8
Karaçam	5	59,8	60,3	Karaçam	19	59,8	60,2
Karaçam	6	61,2	61,8	Karaçam	20	51,7	52,2
Karaçam	7	50,8	51,7	Karaçam	21	58,8	59,4
Karaçam	8	49,9	50,6	Karaçam	22	61,3	61,8
Karaçam	9	50,9	51,6	Karaçam	23	63,8	64,3
Karaçam	10	48,6	49,2	Karaçam	24	59,2	59,7
Karaçam	11	59,7	60,4	Karaçam	25	45,4	46,1
Karaçam	12	55,8	56,4	Karaçam	26	55,2	55,8
Karaçam	13	57	57,5	Karaçam	27	63,3	63,8
Karaçam	14	59,1	59,6	Ortalama		56,03	56,62

Maksimum verim teorisi ele alınarak, karaçam tomruklarında serbest biçim uygulanırsa; yukarıdaki çizelgede görüldüğü üzere ana ürün randımanı ortalama olarak keskin kesiş yöntemine göre % 56.03, prizma kesişe göre % 56.62 olacaktı.

Ancak yapılan araştırmada serbest biçim uygulanmamıştır. Araştırmada üretim, piyasa siparişlerini ele alınarak yapılmıştır. Daha öncede belirtildiği gibi karaçam tomruklarından maksimum 1/6 oranında sulamalı 5 cm, 10 cm kalınlığında, 10 cm eninde inşaatlık kereste üretilmiştir. Bu değerler maksimum verim teorisinde, biçme hattı genişliği 3 mm, kaplama tahtası kalınlığı 23 mm, çap düşmesi ise 3 cm alınarak, siparişler maksimum verim teorisinde uygulanmıştır. Uygulama sonucunda ana ürüne ait elde edilen bulgular bir çizelgede toplanmıştır (Çizelge 3.17).

Çizelge 3.17 Karaçam siparişlerinin max. verim teorisinde uygulanması sonucu oluşan ana ürün randımanları.

Ağaç Türü	No	Ana Ürün Randımanı (%)	Ağaç Türü	No	Ana Ürün Randımanı (%)
Karaçam	1	41,5	Karaçam	15	41,5
Karaçam	2	31,7	Karaçam	16	39
Karaçam	3	34,3	Karaçam	17	17,2
Karaçam	4	33,4	Karaçam	18	37,8
Karaçam	5	43,9	Karaçam	19	52
Karaçam	6	40	Karaçam	20	42
Karaçam	7	35,5	Karaçam	21	47,3
Karaçam	8	24,8	Karaçam	22	48,5
Karaçam	9	43,5	Karaçam	23	41,1
Karaçam	10	36,1	Karaçam	24	45,4
Karaçam	11	48,6	Karaçam	25	22,6
Karaçam	12	42,9	Karaçam	26	31,7
Karaçam	13	39,2	Karaçam	27	51,3
Karaçam	14	47,5	Ortalama		39,27

Araştırmamızda elde edilen, karaçam tomruklarına ait ana ürün randımanımız % 39.07 idi. Siparişlerin maksimum verim teorisinde uygulanması sonucu elde edilen ana ürün randımanımız yukarıda da görüldüğü üzere % 39,27'dir. Araştırma sonuçları ile maksimum verim teorisi sonuçları arasında görüldüğü gibi büyük benzerlik bulunmaktadır.

3.4 İSTATİSTİKLER

3.4.1 S.P.S.S. Programı Sonrası Elde Edilen İstatistikler

Araştırmamızda elde edilen bulgular sonucunda, her üç ağaç türü arasındaki benzerlik ve farklılıkların daha net gözlemlenebilmesi için S.P.S.S. istatistik programı kullanılarak genel istatistiksel analiz yapılmıştır. Bu bağlamda araştırmaya ışık tutacağı düşünülmüştür. Bu programda descriptives (tanıtıcı istatistik), anova testi ve tukey B^{a,b} testi uygulanmıştır. Uygulamada sayısal karakterler kullanıldığı için ağaç türlerinin isimleri numaralandırılmıştır. Bu numaralandırmada göknar 1 numaralı ağaç türü, sarıçam 2 numaralı ağaç türü ve karaçam 3 numaralı ağaç türü olarak tayin edilmiştir.

3.4.1.1 Descriptives (Tanıtıcı İstatistikler)

N	= Birey Sayısı
Mean	= Ortalama
Std.Deviation	= Standart Sapma
Std.Error	= Standart Hata
95%Confidence Interval	= Ortalamanın %95 Güvenilirlik Düzeyinde Tahmini
Lower Bound	= Alt Düzey
Upper Bound	= Üst Düzey
1	= Gökmar
2	= Sarıçam
3	= Karaçam

3.4.1.2 Anova,Tukey B^{a,b} Testi

Uygulanan Anova testinde sig. değerinin 0,05 değerinden küçük olduğu yerlerde % 95 güvenilirlik önemli olduğu varsayılmaktadır. Aşağıda Anova testi sonuçları bulunan çizelgede de görüldüğü üzere sınıf ,boy, rutubet, t.yüzde (% talaş), rand.1. (ana ürün randımanı)’in sig.değerleri 0,05’ten küçüktür. Bu nedenle bu değerler % 95 güvenilirlik derecesindedir. Diğer değerler için bu güvenilirlik derecesi esas alınamaz.

Between Groups	= Gruplar Arası
Within Groups	= Gruplar İçi
Total	= Toplam
Sum of Squares	= Kareler Toplamı
Df	= Serbestlik Derecesi
Mean Squares	= Kareler Ortalaması
Sig.	= Önemlilik Düzeyi (P)
F	= F Düzeyi
Randıman 1	= Ana ürün randımanı
Randıman 2	= Yan ürün randımanı

Çizelge 3.18 Tanıtıcı İstatistik Çizelgesi.
Descriptives

	Ağaç türü	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	95% Güvenilirlik Düzeyinde Tahmini		Min.	Max.
						Alt Düzey	Üst Düzey		
SINIF	1	40	2,78	,480	,076	2,62	2,93	1	3
	2	13	2,46	,660	,183	2,06	2,86	1	3
	3	27	2,96	,192	,037	2,89	3,04	2	3
	Toplam	80	2,79	,469	,052	2,68	2,89	1	3
KUTUR	1	40	38,13	12,775	2,020	34,04	42,21	22	63
	2	13	40,08	10,774	2,988	33,57	46,59	24	55
	3	27	37,41	9,565	1,841	33,62	41,19	21	57
	Toplam	80	38,20	11,362	1,270	35,67	40,73	21	63
BOY	1	40	365,20	58,115	9,189	346,61	383,79	297	505
	2	13	358,46	66,478	18,438	318,29	398,63	308	515
	3	27	404,70	62,824	12,090	379,85	429,56	303	508
	Toplam	80	377,44	63,456	7,095	363,32	391,56	297	515
HACİM	1	40	449,18	287,462	45,452	357,24	541,11	117	1211
	2	13	461,46	200,708	55,666	340,18	582,75	141	737
	3	27	477,19	265,318	51,061	372,23	582,14	121	1200
	Toplam	80	460,63	265,030	29,631	401,65	519,60	117	1211
RUTUBET	1	40	23,10	7,235	1,144	20,79	25,41	8	30
	2	13	20,00	5,292	1,468	16,80	23,20	8	27
	3	27	17,00	6,540	1,259	14,41	19,59	6	28
	Toplam	80	20,54	7,199	,805	18,94	22,14	6	30
AĞIRLIK	1	40	307,55	211,001	33,362	240,07	375,03	95	950
	2	13	315,92	164,429	45,604	216,56	415,29	92	558
	3	27	314,11	184,891	35,582	240,97	387,25	88	689
	Toplam	80	311,13	193,261	21,607	268,12	354,13	88	950
ANAKRG	1	40	119,25	78,843	12,466	94,03	144,47	38	363
	2	13	109,00	59,910	16,616	72,80	145,20	34	210
	3	27	116,78	71,552	13,770	88,47	145,08	31	290
	Toplam	80	116,75	72,884	8,149	100,53	132,97	31	363
ANAKRV	1	40	179,08	105,289	16,648	145,40	212,75	56	460
	2	13	159,85	75,002	20,802	114,52	205,17	50	295
	3	27	184,26	103,516	19,922	143,31	225,21	43	430
	Toplam	80	177,70	99,609	11,137	155,53	199,87	43	460
YANURKG	1	40	83,8036	65,17128	10,30448	62,9608	104,6464	16,75	246,00
	2	13	92,4018	50,92221	14,12328	61,6299	123,1738	23,00	167,00
	3	27	88,0000	56,88903	10,94830	65,4955	110,5045	25,00	213,00
	Toplam	80	86,6171	59,71558	6,67640	73,3280	99,9061	16,75	246,00
YANURUN (V)	1	40	127,8810	99,51511	15,73472	96,0545	159,7075	27,00	412,00
	2	13	133,8462	61,25472	16,98900	96,8303	170,8620	36,00	221,00
	3	27	137,5344	82,60810	15,89794	104,8558	170,2131	30,00	336,00
	Toplam	80	132,1084	87,88862	9,82625	112,5497	151,6670	27,00	412,00
ATIKKG	1	40	104,8712	74,34976	11,75573	81,0930	128,6494	18,00	364,00
	2	13	114,5208	60,08551	16,66472	78,2115	150,8301	35,00	201,00
	3	27	109,3315	69,50756	13,37674	81,8352	136,8278	31,00	276,00
	Toplam	80	107,9446	69,85669	7,81022	92,3987	123,4904	18,00	364,00
ATIK (V)	1	40	142,2190	93,82119	14,83443	112,2135	172,2245	15,15	339,00
	2	13	167,7692	75,07569	20,82225	122,4014	213,1370	55,00	266,00
	3	27	155,3915	107,77724	20,74174	112,7562	198,0267	18,04	480,00
	Toplam	80	150,8166	95,48031	10,67502	129,5685	172,0647	15,15	480,00
KAPAKV	1	40	18,0582	12,28988	1,94320	14,1278	21,9887	2,20	44,19
	2	13	17,7131	8,17288	2,26675	12,7743	22,6519	5,92	30,95
	3	27	17,8137	12,14060	2,33646	13,0111	22,6164	2,57	51,60
	Toplam	80	17,9196	11,54300	1,29055	15,3509	20,4884	2,20	51,60

Çizelge 3.18 (devam ediyor).

	Ağaç türü	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	95% Güvenilirlik Düzeyinde Tahmin		Min.	Max.
						Alt Düzey	Üst Düzey		
K.YÜZDE	1	40	3,9200	1,13096	,17882	3,5583	4,2817	,80	5,70
	2	13	3,8846	,76250	,21148	3,4238	4,3454	2,60	5,00
	3	27	3,7000	1,33301	,25654	3,1727	4,2273	,70	5,40
	Toplam	80	3,8400	1,14666	,12820	3,5848	4,0952	,70	5,70
YANV	1	40	58,9777	38,61923	6,10624	46,6267	71,3288	5,79	142,89
	2	13	66,8769	29,39262	8,15205	49,1151	84,6387	22,13	106,37
	3	27	60,6874	41,66415	8,01827	44,2056	77,1692	6,90	187,20
	Toplam	80	60,8384	38,03397	4,25233	52,3743	69,3024	5,79	187,20
Y.YÜZDE	1	40	12,9750	2,97492	,47038	12,0236	13,9264	2,10	16,80
	2	13	14,6615	2,51646	,69794	13,1409	16,1822	10,00	17,00
	3	27	12,7333	4,31616	,83065	11,0259	14,4407	1,80	18,00
	Toplam	80	13,1675	3,45146	,38589	12,3994	13,9356	1,80	18,00
BAŞV	1	40	14,4265	9,42322	1,48994	11,4128	17,4402	1,65	31,26
	2	13	15,8523	7,13204	1,97807	11,5425	20,1622	5,35	28,00
	3	27	14,7822	10,90551	2,09877	10,4681	19,0963	1,00	46,80
	Toplam	80	14,7783	9,53714	1,06628	12,6559	16,9006	1,00	46,80
B.YÜZDE	1	40	3,1725	,91735	,14505	2,8791	3,4659	,60	4,70
	2	13	3,4769	,59323	,16453	3,1184	3,8354	2,50	4,20
	3	27	3,0407	1,33078	,25611	2,5143	3,5672	,10	4,40
	Toplam	80	3,1775	1,03581	,11581	2,9470	3,4080	,10	4,70
TALAŞV	1	40	50,7408	33,90393	5,36068	39,8977	61,5838	5,51	125,88
	2	13	67,3269	31,15874	8,64188	48,4979	86,1560	21,60	104,63
	3	27	62,2148	43,43912	8,35986	45,0309	79,3988	7,57	194,40
	Toplam	80	57,3085	37,18258	4,15714	49,0339	65,5831	5,51	194,40
T.YÜZDE	1	40	11,0678	2,73785	,43289	10,1921	11,9434	1,90	16,50
	2	13	14,5846	3,01879	,83726	12,7604	16,4089	8,40	17,90
	3	27	13,0204	4,67868	,90041	11,1695	14,8712	2,00	18,50
	Toplam	80	12,2983	3,75421	,41973	11,4628	13,1337	1,90	18,50
TOP.ATI	1	40	31,1075	7,50885	1,18725	28,7061	33,5089	5,40	42,20
	2	13	36,6000	6,65845	1,84672	32,5763	40,6237	24,00	43,10
	3	27	32,5370	11,43783	2,20121	28,0124	37,0617	4,90	46,10
	Toplam	80	32,4825	9,02070	1,00855	30,4750	34,4900	4,90	46,10
RAND.1	1	40	41,6690	8,95861	1,41648	38,8039	44,5341	30,90	66,60
	2	13	34,5308	5,19670	1,44130	31,3904	37,6711	29,90	43,00
	3	27	39,0704	9,71168	1,86901	35,2286	42,9122	28,60	60,30
	Toplam	80	39,6320	9,01412	1,00781	37,6260	41,6380	28,60	66,60
RAND.2	1	40	27,0575	5,25947	,83159	25,3754	28,7396	11,50	34,90
	2	13	28,7000	2,04573	,56738	27,4638	29,9362	25,50	32,80
	3	27	28,2481	4,80668	,92505	26,3467	30,1496	19,30	40,80
	Toplam	80	27,7262	4,72981	,52881	26,6737	28,7788	11,50	40,80
TOPLAM RAND.	1	40	68,7265	7,52331	1,18954	66,3204	71,1326	57,70	94,50
	2	13	63,2308	6,66163	1,84760	59,2052	67,2564	56,70	75,80
	3	27	67,3185	11,45775	2,20504	62,7860	71,8511	53,80	95,10
	Toplam	80	67,3583	9,03552	1,01020	65,3475	69,3690	53,80	95,10

Çizelgede de görüldüğü üzere üç ağaç türünde her bir değeri için ortalaması, alt ve üst düzeyi ile maksimum ve minimum değerleri net olarak görülmektedir.

Çizelge 3.19 Anova testi sonuçları.

Anova

		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	sig.
SINIF	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	2,219 15,169 17,387	2 77 79	1,109 ,197	5,631	,005
KUTUR	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	62,983 10135,82 10198,80	2 77 79	31,492 131,634	,239	,788
BOY	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	30744,43 287365,3 318109,7	2 77 79	15372,214 3732,016	4,119	,020
HACİM	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	12657,67 5536375 5549033	2 77 79	6328,835 71900,975	,088	,916
RUTUBET	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	604,288 3489,600 4093,888	2 77 79	302,144 45,319	6,667	,002
AĞIRLIK	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	1051,260 2949583 2950635	2 77 79	525,630 38306,279	,014	,986
ANA ÜRÜN (kg)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	1030,833 418618,2 419649,0	2 77 79	515,417 5436,600	,095	,910
ANA ÜRÜN (V)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	5381,148 778455,7 783836,8	2 77 79	2690,574 10109,814	,266	,767
YAN ÜRÜN (kg)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	803,295 280906,8 281710,1	2 77 79	401,647 3648,140	,110	,896
YAN ÜRÜN (V)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	1549,027 608679,3 610228,3	2 77 79	774,513 7904,926	,098	,907
ATIK (kg)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	991,969 384524,7 385516,6	2 77 79	495,984 4993,827	,099	,906
ATIK (V)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	7257,939 712944,8 720202,7	2 77 79	3628,969 9259,023	,392	,677
KAPAK (V)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	1,626 10524,41 10526,04	2 77 79	,813 136,681	,006	,994
KAPAK (%)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	,811 103,061 103,872	2 77 79	,406 1,338	,303	,739
YAN (V)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	613,125 113666,9 114280,0	2 77 79	306,563 1476,194	,208	,813
YAN (%)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	35,590 905,506 941,096	2 77 79	17,795 11,760	1,513	,227
BAŞ (V)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	19,946 7165,656 7185,603	2 77 79	9,973 93,060	,107	,899
BAŞ (%)	Gruplar Arası Gruplar İçi Toplam	1,671 83,088 84,759	2 77 79	,836 1,079	,775	,464

Çizelge 3.19 (devam ediyor).

		Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	sig.
TALAŞ (V)	Gruplar Arası	3680,150	2	1840,075	1,342	,267
	Gruplar İçi	105540,9	77	1370,661		
	Toplam	109221,0	79			
TALAŞ (%)	Gruplar Arası	142,602	2	71,301	5,655	,005
	Gruplar İçi	970,835	77	12,608		
	Toplam	1113,436	79			
TOPLAM ATIK (%)	Gruplar Arası	296,105	2	148,052	1,859	,163
	Gruplar İçi	6132,371	77	79,641		
	Toplam	6428,476	79			
RAND.1	Gruplar Arası	512,785	2	256,392	3,343	,041
	Gruplar İçi	5906,315	77	76,705		
	Toplam	6419,100	79			
RAND.2	Gruplar Arası	37,570	2	18,785	,836	,437
	Gruplar İçi	1729,745	77	22,464		
	Toplam	1767,315	79			
TOPLAM RAND.	Gruplar Arası	296,396	2	148,198	1,855	,163
	Gruplar İçi	6153,216	77	79,912		
	Toplam	6449,612	79			

Uygulanan Tukey B^{a,b} testinde harmonik ortalama genişliği 21.589 olup, her üç ağaç türüne ait değerler bu genişlik arasında incelenerek benzerlik gösterenler aynı grupta, farklılık gösterenler ise ayrı grupta ele alınmıştır.

Aşağıda her 3 ağaç türü için kutur, hacim, tomruk ağırlığı, ana ürün ağırlığı, ana ürün hacmi, yan ürün ağırlığı, yan ürün hacmi, toplam atık ağırlığı, toplam atık hacmi, kapak hacmi, kapak %'si, yan hacmi, yan %'si, baş hacmi, baş %'si, talaş hacmi, toplam atık %'si, 2.randıman %'si ve toplam randıman %'si görülmektedir. Uygulanan tukey B^{a,b} testine göre bu değerler arasında bir farklılık bulamayıp hepsini bir grupta toplamıştır (Çizelge 3.20-3.38 arası).

Çizelge 3.20 Kutur.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
3	27	37,41
1	40	38,13
2	13	40,08

Çizelge 3.21 Hacim.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
1	40	449,18
2	13	461,46
3	27	477,19

Çizelge 3.22 Ağırlık (Tomruk).

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
1	40	307,55
3	27	314,11
2	13	315,92

Çizelge 3.23 Ana Ürün (kg).

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
2	13	109,00
3	27	116,78
1	40	119,25

Çizelge 3.24 Ana Ürün (V).

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
2	13	159,85
1	40	179,08
3	27	184,26

Çizelge 3.25 Yan Ürün (kg).

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
1	40	83,8036
3	27	88,0000
2	13	92,4018

Çizelge 3.26 Yan Ürün (V).

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
1	40	127,8810
2	13	133,8462
3	27	137,5344

Çizelge 3.27 Toplam Atık (kg).

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
1	40	104,8712
3	27	109,3315
2	13	114,5208

Çizelge 3.28 Toplam Atık (V).

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
1	40	142,2190
3	27	155,3915
2	13	167,7692

Çizelge 3.29 Kapak (V).

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
2	13	17,7131
3	27	17,8137
1	40	18,0582

Çizelge 3.30 % Kapak.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
3	27	3,7000
2	13	3,8846
1	40	3,9200

Çizelge 3.31 Yan (V).

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
1	40	58,9777
3	27	60,6874
2	13	66,8769

Çizelge 3.32 % Yan.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
3	27	12,7333
1	40	12,9750
2	13	14,6615

Çizelge 3.33 Baş (V).

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
1	40	14,4265
3	27	14,7822
2	13	15,8523

Çizelge 3.34 % Baş .

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
3	27	3,0407
1	40	3,1725
2	13	3,4769

Çizelge 3.35 Talaş (V).

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
1	40	50,7408
3	27	62,2148
2	13	67,3269

Çizelge 3.36 % Toplam Atık.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
1	40	31,1075
3	27	32,5370
2	13	36,6000

Çizelge 3.37 % Randıman 2.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
1	40	27,0575
3	27	28,2481
2	13	28,7000

Çizelge 3.38 % Toplam Randıman.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı = .05
		Grup 1
2	13	63,2308
3	27	67,3185
1	40	68,7265

Tukey B^{a,b} testine göre, çalışmada kullanılan 3 ağaç türü arasında sınıf (tomruk kalite sınıfı), boy, rutubet, talaş %'si ve randıman 1 %'si değerleri arasında bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu ağaç türleri arasındaki farklılığa göre ayrı gruplara toplanmış olup, bu gruplar aşağıda yer almaktadır (Çizelge 3.39-3.43 arası).

Çizelge 3.39 Sınıf.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı =.05	
		Grup 1	Grup 2
2	13	2,46	
1	40		2,78
3	27		2,96

Yukarıdaki çizelgede, 3 ağaç türü arasında tomruk kalite sınıfı açısından farklılık bulunmuş olup, tukey B^{a,b} testine göre 2 gruba ayrılmıştır. 2 nolu ağaç türü, 1 ve 3 nolu ağaç türünden farklılık gösterdiği için grup 1'e atanmıştır. Bunun nedeni 2 nolu ağaç türü olan sarıçamın tomruk kalitesinin, göknar ve karaçam tomruk kalitesine göre daha yüksek olmasıdır. 1 ve 3 nolu ağaç türleri ise kendi aralarında benzerlik gösterdiği için grup 2'ye atanmıştır.

Çizelge 3.40 Boy.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı =.05	
		Grup 1	Grup 2
2	13	358,46	
1	40	365,20	365,20
3	27		404,70

Yukarıdaki çizelgeye göre; 2 nolu ağaç türü ile 3 nolu ağaç türü arasında farklılıklar gözlenmiş olup iki ayrı gruba atanmıştır. Tukey B^{a,b} testine göre, 1 nolu ağaç türü 2 ve 3 nolu ağaç türü ile de benzerlik gösterdiği için her iki gruba da atanabilir.

Çizelge 3.41 Rutubet.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı =.05	
		Grup 1	Grup 2
3	27	17,00	
2	13	20,00	20,00
1	40		23,10

Rutubet açısından, 3 ve 1 nolu ağaç türleri arasında farklılık gözlemlenmiş olup grup 1 ve grup 2 adı altında 2 gruba atanmıştır. 2 nolu ağaç türü ise her iki ağaç türü ile de benzerlik gösterdiği için iki grupta da yer alabilir.

Çizelge 3.42 % Talaş.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı =.05	
		Grup 1	Grup 2
1	40	11,0678	
3	27	13,0204	13,0204
2	13		14,5846

Yukarıdaki çizelgede de görüldüğü üzere, talaş %'si açısından 1 ve 2 nolu ağaç türleri arasında farklılık olduğu tespit edilmiş ve 2 ayrı grupta ele alınmıştır. 3 nolu ağaç türü ise her iki ağaç türüyle de benzerlik gösterdiği için 2 gruba da girebilmektedir. 1 ve 2 nolu ağaç türleri arasındaki farklılık, 2 nolu ağaç türü olan sarıçamın reçine oranının fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3.43 % Randıman 1.

AĞAÇ TÜRÜ	BİREY SAYISI	Hata Oranı =.05	
		Grup 1	Grup 2
2	13	34,5308	
3	27	39,0704	39,0704
1	40		41,6690

Tukey B^{a,b} testine göre, yukarıda da görüldüğü gibi randıman 1 açısından 2 ve 1 nolu ağaç türleri arasında farklılıklar bulunmakta ve bu yüzden ayrı gruplarda yer almaktadır. 3 nolu ağaç türü ise 2 ve 1 nolu ağaç türlerinin her ikisi ile de benzerlik gösterdiği için iki gruplandırmada da yer alabilir. 1 ve 2 nolu ağaç türleri arasındaki randıman 1'e ait farklılık, 2 nolu ağaç türünün biçilmesinde ana ürün hacminin, 1 nolu ağacın ana ürün hacmine oranla daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

3.4.2 Rekresyon Analizine Yönelik Varyans Analizi

Yapılan çalışmadan daha geniş istatistiksel veriler elde etmek amacıyla, uygulanan tanıtıcı istatistik, anova ve tukeyB^{a,b} testlerinin ardından rekresyon analizine yönelik olarak varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen varyans analizine ait bulgular aşağıda yer almaktadır.

Daha öncede belirtildiği gibi istatistiksel analizler yapılırken ağaç türleri numaralandırılmış ve bunun yanı sıra değerlerde kısaltmalar kullanılmıştır. Bunlar;

1= Gök nar

2= Sarıçam

3= Karaçam

Çap1= 1 nolu ağaç türüne ait çap değeri

Çap2= 2 nolu ağaç türüne ait çap değeri

Çap3= 3 nolu ağaç türüne ait çap değeri

Ana ürün 1= Gök nar ana ürün değeri

Ana ürün 2= Sarıçam ana ürün değeri

Ana ürün 3= Karaçam ana ürün değeri

Yan ürün 1= Gök nar yan ürün değeri

Yan ürün 2= Sarıçam yan ürün değeri

Yan ürün 3= Karaçam yan ürün değeri

Toplam randıman1= Gök nar toplam randıman değeri

Toplam randıman2= Sarıçam toplam randıman değeri

Toplam randıman3= Karaçam toplam randıman değeri.

a,b= Katsayılar

Y= Bağımsız değişken

X= Bağımlı değişken

Çap 1 – Ana Ürün 1

Doğrusal Regresyon Modeli $Y = a + b \cdot X$

Bağımlı Değişken = Çap 1

Bağımsız Değişken = Ana Ürün 1

Varyans Analizi

Veri Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Regresyon Modeli	479,795	1	479,795	3,10	0,0864
Gözlem Adedi	5884,58	38	154,857	-	-
Toplam	6364,38	39			

Korelasyon Katsayısı = - 0,274568

R^2 = % 7,53876

Tahminin Standart Hatası = 12,4442

Rekresyon Denklemi

$$\text{Çap 1} = 54,4393 - 0,391521 \cdot \text{ana ürün 1}$$

Çap 1 ve Verim 1 arasında yukarıda görüldüğü üzere yapılan Varyans Analizi sonucunda $p > 0,05$ olduğundan bu iki değer arasında istatistiksel açıdan yeterli güvenilirlik aralığı sağlanmamıştır.

Çap 1 – Yan Ürün 1

Doğrusal Regresyon Modeli $Y = a + b \cdot X$

Bağımlı Değişken = Çap 1

Bağımsız Değişken = Yan Ürün 1

Varyans Analizi

Veri Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Regresyon Modeli	659,687	1	659,687	4,39	0,0428
Gözlem Adedi	5704,69	38	150,123	-	-
Toplam	6364,38	39			

Korelasyon Katsayısı = 0,321952

$R^2 = \% 10,3653$

Tahminin Standart Hatası = 12,2525

Rekresyon Denklemi

$$\text{Çap1} = 16,9666 + 0,781979 \cdot \text{yan ürün 1}$$

Yukarıda Varyans analizi sonuçlarında görüldüğü üzere $p < 0,05$ olduğundan 1 nolu ağaç türünün çapı ile yan ürün arasında istatistiksel açıdan % 95 güvenilirlik düzeyinde bir ilişki vardır. Buna göre 1 nolu ağaç türünün çapındaki artış miktarına bağlı olarak yan ürün miktarı doğru orantılı bir şekilde değişim gösterecektir.

Çap 1 – Toplam Randıman 1

Doğrusal Regresyon Modeli $Y = a + b \cdot X$

Bağımlı Değişken = Çap 1

Bağımsız Değişken = Toplam Randıman 1

Varyans Analizi

Veri Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Regresyon Modeli	66,0555	1	66,0555	0,40	0,5316
Gözlem Adedi	6298,32	38	165,745	-	-
Toplam	6364,38	39			

Korelasyon Katsayısı = - 0,101877

R^2 = % 1,03789

Tahminin Standart Hatası = 12,8742

Rekresyon Denklemi

Çap 1 = 50,0138 – 0,172987*toplam randıman 1

Gökнарların çap ve toplam randıman arasındaki p değeri 0,05’den büyük olduğu için yapılan analiz sonucunda istatistiksel açıdan önemli bir unsur bulunmadığı görülmektedir.

Çap 2 – Ana Ürün 2

Doğrusal Regresyon Modeli $Y = a + b \cdot X$

Bağımlı Değişken = Çap 2

Bağımsız Değişken = Ana Ürün 2

Varyans Analizi

Veri Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Regresyon Modeli	12,6454	1	12,6454	0,09	0,7706
Gözlem Adedi	1556,59	11	141,508	-	-
Toplam	1569,23	12			

Korelasyon Katsayısı = - 0,897683

R^2 = % 0,805835

Tahminin Standart Hatası = 11,8957

Rekresyon Denklemi

Çap 2 = 47,3596 – 0,197537*ana ürün 2

Yukarıdaki analiz sonuçları incelendiğinde sarıçamın çap ve ana ürün değerleri arasında elde edilen p değerinin 0,05’den büyük olduğu görülmektedir. Bu sonuç istatistiksel açıdan bir önem taşımamaktadır.

Çap 2 – Yan Ürün 2

Doğrusal Regresyon Modeli $Y = a + b \cdot X$

Bağımlı Değişken = Çap 2

Bağımsız Değişken = Yan Ürün 2

Varyans Analizi

Veri Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Regresyon Modeli	49,3835	1	49,3835	0,36	0,5621
Gözlem Adedi	1519,85	11	138,168	-	-
Toplam	1569,23	12			

Korelasyon Katsayısı = 0,177398

R^2 = % 3,14699

Tahminin Standart Hatası = 11,7545

Rekresyon Denklemi

Çap 2 = 12,0785 + 0,991637*yan ürün 2

Sarıçama ait çap ve yan ürün arasındaki varyans analizi sonuçlarına bakıldığı zaman $p > 0,05$ olduğu için, istatistiksel açıdan yeterli güveni sağlamamaktadır.

Çap 2 – Toplam Randıman 2

Doğrusal Regresyon Modeli $Y = a + b \cdot X$

Bağımlı Değişken = Çap 2

Bağımsız Değişken = Toplam Randıman 2

Varyans Analizi

Veri Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Regresyon Modeli	0,379468	1	0,379468	0,00	0,9598
Gözlem Adedi	1568,85	11	142,623	-	-

Toplam 1569,23 12

Korelasyon Katsayısı = -0,0155505

R^2 = % 0,0241818

Tahminin Standart Hatası = 11,9425

Rekresyon Denklemi

Çap 2 = 42,2264 – 0,0266942*toplam randıman 2

Yukarıdaki varyans analizine bakıldığında $p > 0,05$ olduğu görülmektedir. Bu yüzden sarıçamın çapı ile toplam randımanı arasında istatistiksel açıdan bir önem taşıdığı söylenemez.

Çap 3 – Ana Ürün 2

Doğrusal Regresyon Modeli $Y = a + b \cdot X$

Bağımlı Değişken = Çap 3

Bağımsız Değişken = Ana Ürün 3

Varyans Analizi

Veri Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Regresyon Modeli	0,754915	1	0,754915	0,01	0,9297
Gözlem Adedi	2377,76	25	95,1105	-	-

Toplam	2378,52	26
--------	---------	----

Korelasyon Katsayısı = 0,0178154

R^2 = % 0,0317389

Tahminin Standart Hatası = 9,75246

Rekresyon Denklemi

Çap 3 = 36,7219 + 0,0175456*ana ürün 3

Yukarıda verilen karaçama ait varyans sonuçlarında görüldüğü gibi $p > 0,05$ 'dir. Bu yüzden karaçamın çap ve ana ürün değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir unsur teşkil etmemektedir.

Çap 3 – Yan Ürün 3

Doğrusal Regresyon Modeli $Y = a + b \cdot X$

Bağımlı Değişken = Çap

Bağımsız Değişken = Yan Ürün 3

Varyans Analizi

Veri Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Regresyon Modeli	154,931	1	154,931	1,74	0,1989
Gözlem Adedi	2223,59	25	88,9435	-	-
Toplam	2378,52	26			

Korelasyon Katsayısı = 0,25522

R^2 = % 6,51374

Tahminin Standart Hatası = 9,43099

Rekresyon Denklemi

Çap 3 = 23,0615 – 0,507852*yan ürün 3

Karaçam örneklerine ait çap ve yan ürün arasındaki varyans sonucuna göre $p > 0,05$ olduğu için istatistiksel açıdan güvenli değildir.

Çap 3 – Toplam Randıman 3

Doğrusal Regresyon Modeli $Y = a + b \cdot X$

Bağımlı Değişken = Çap 3

Bağımsız Değişken = Toplam Randıman 3

Varyans Analizi

Veri Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	p Değeri
Regresyon Modeli	35,4999	1	35,4999	0,38	0,5438
Gözlem Adedi	2343,02	11	93,7207	-	-
Toplam	2378,52	12			

Korelasyon Katsayısı = 0,122169

R^2 = % 1,49252

Tahminin Standart Hatası = 9,68095

Rekresyon Denklemi

Çap 3 = 30,5421 + 0,101983*toplam randıman 3

Yukarıdaki varyans sonuçlarından da anlaşıldığı gibi, karaçama ait çap ve toplam randıman değerleri arasındaki p değerinin 0,05'den büyük olması nedeniyle, istatistiksel açıdan yeterli güven aralığını sağlamamaktadır.

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1 GÖKNAR KERESTELERİNE AİT SONUÇLAR

Üzerinde çalıştığımız 40 adet göknar tomruğunun üretimi sonrasında elde edilen atık ve randıman oranlarının ortalama değerleri aşağıdaki gibidir.

Atık oranları;

Yan: % 12,97

Baş: % 3,17

Talaş: % 11,06

Kapak: % 3,92

Toplam Atık: % 27,2

Randıman oranları;

Ana ürün: % 41,66

Yan ürün: % 27,05

Toplam randıman: % 68,72 ‘dir.

Araştırmamızdan elde edilen bu göknar kereste verileri ile diğer araştırma sonuçlarının daha net gözlemlenebilmesi için, bütün değerler aşağıdaki grafikte toplanmıştır.

Çizelge 4.1 Göknar kereste sonuçlarının karşılaştırılması.

%	Max. Verim Teorisi’ne göre	Fischer’e göre	Kruz’a göre	TSE-654	Ormancılık Araştırma Enstitüsü	Yapılan Çalışma
Yan	-	-	-	-	13,86	12,97
Baş	-	-	-	-	3,46	3,17
Talaş	-	12	12	15-18	12,03	11,06
Kapak	-	-	-	4-8	4,13	3,92
Toplam Atık	-	-	-	28-45	33,48	27,2
Ana Ürün	45,697	42	42	-	-	41,66
Yan Ürün	-	23	23	-	-	27,05
Toplam Randıman	-	65	65	55-72	66,63	68,72

Yukarıdaki çizelgede de görüldüğü gibi, talaş oranını en yüksek olarak TSE-654 belirlemiştir. Ana ürün randımanında max. verim teorisiyle en yüksek değer verilmiştir. Toplam randımanında en yüksek verime çalışmamız sonucunda ulaşılmıştır. Ormancılık Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan çalışmada elde edilen değerlerle, tarafımızca yapılan çalışma sonrasındaki oranlar birbirine oldukça yakın olup, Fischer ve Kruz'un bulguları ile de büyük yakınlık gösterdiği görülmektedir (Çizelge 4.1).

4.2 SARIÇAM KERESTELERİNE AİT SONUÇLAR

Çalışmada kullanılan 13 adet sarıçam tomruğunun üretimi tamamlandıktan sonra elde edilen atık ve randıman oranlarına ait ortalama değerler;

Atık Oranları;

Yan : % 14,66

Baş : % 3,48

Talaş : % 14,58

Kapak : % 3,88

Toplam atık : % 36,6

Randıman Oranları

Ana Ürün : % 34,53

Yan Ürün : % 28,7

Toplam Randıman : % 63,23

Çalışmamız tarafından elde edilen bulgularla, araştırma ile ilgili diğer bulguları bir çizelgede toplayacak olursak;

Çizelge 4.2 Sarıçam kereste sonuçlarının karşılaştırılması

%	Max. Verim Teorisi'ne göre	Fischer'e göre	Kruz'a göre	TSE-654	Ormancılık Araştırma Enstitüsü	Yapılan Çalışma
Yan	-	-	-	-	13,36	14,66
Baş	-	-	-	-	3,03	3,48
Talaş	-	12	12	15-20	13,4	14,58
Kapak	-	-	-	8-12	3,96	3,88
Toplam Atık	-	-	-	35-55	33,75	36,6
Ana Ürün	38,77	42	42	-	-	34,53
Yan Ürün	-	23	23	-	-	28,7
Toplam Randıman	-	65	65	45-65	66,26	63,23

Ana ürüne ait randıman ortalaması, % 42 olarak Fischer ve Kruz tarafından elde edilmiştir. Ormancılık Araştırma Enstitüsüne ait değerlere bakılacak olursa, % 66.26 toplam randıman oranı ile en yüksek randımana ulaşmıştır. Sarıçam kereste sonuçlarına genel olarak bakıldığında, çalışma bulgularımız ile diğer bulgular arasında yakın bir uyum olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2).

4.3 KARAÇAM KERESTELERİNE AİT SONUÇLAR

Dönmez Orman Ürünleri Kereste Fabrikası'nın tomruk sahasından seçilen 27 adet karaçam tomruğunun üzerinde gerekli çalışmalar yapıp üretimi sağlandıktan sonra meydana gelen atık ve randıman değerleri aşağıda verilmiştir.

Atık Oranları;

Yan : % 12,73

Baş : % 3,04

Talaş : % 13,02

Kapak : % 3,7

Toplam Atık : % 32,54

Randıman Oranları;

Ana Ürün : % 39,07

Yan Ürün : % 28,25

Toplam Randıman : % 67,32

Araştırmamızdan elde edilen 27 adet karaçam kereste değerleri ile diğer araştırma sonuçlarının daha iyi gözlemlenebilmesi için, bütün değerler aşağıdaki grafikte toplanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Karaçam kereste sonuçlarının karşılaştırılması

%	Max. Verim Teorisi'ne göre	Fischer'e göre	Kruz'a göre	TSE- 654	Ormancılık Araştırma Enstitüsü	Yapılan Çalışma
Yan	-	-	-	-	13,36	12,73
Baş	-	-	-	-	3,03	3,04
Talaş	-	12	12	15-20	13,4	13,02
Kapak	-	-	-	8-12	3,96	3,7
Toplam Atık	-	-	-	35-55	33,75	32,54
Ana Ürün	38,77	42	42	-	-	39,07
Yan Ürün	-	23	23	-	-	28,25
Toplam Randıman	-	65	65	45-65	66,26	67,32

Karaçama ait verilerin karşılaştırılmasında, yukarıdaki çizelgeden de anlaşıldığı üzere % 67.32’lik değerle toplam randımanda en yüksek değere çalışmamız tarafından elde edilmiştir. Ana ürüne ait en yüksek verilere ise Fischer ve Kruz tarafından ulaşılmıştır. Karaçam kereste sonuçlarına genel olarak bakıldığında çalışmamız, diğer araştırma sonuçları ile yakınlık göstermektedir.

4.4 DENEY TOMRUKLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Araştırmamızda kullanılan Gökmar, Sarıçam ve Karaçam tomruklarının üretimi tamamlandıktan sonra elde edilen atık ve randıman oranlarının 3 ağaç türü arasındaki benzerlik ve farklılıkların incelenmesi için, 3 ağaç türüne ait bulgular bir çizelgede toplanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Deney tomruklarının karşılaştırılması

%	Gökmar	Sarıçam	Karaçam
Yan	12,97	14,66	12,73
Baş	3,17	3,48	3,04
Talaş	11,06	14,58	13,02
Kapak	3,92	3,88	3,7
Toplam Atık	27,2	36,6	32,54
Ana Ürün	41,66	34,53	39,07
Yan Ürün	27,05	28,7	28,25
Toplam Randıman	68,72	63,23	67,32

Çizelge 4.4 de görüldüğü gibi, toplam randımanda en yüksek verim Gökmar kerestesinden elde edilmiştir. Ana ürün randımanında yine Gökmar kerestesinin diğer ağaç türlerine oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunu etkileyen en önemli unsurun; seçilen gökmar tomruklarının, üretilecek olan ürün değerlerine uygun olmasından kaynaklanmasıdır. Bu nedenle çizelgeden de anlaşılabacağı üzere, Gökmar kerestelerine ait toplam atık değerlerinde düşüş, toplam randımanda ise diğer tomruklara göre artış olduğu görülmektedir.

Karşılaşılan testere sorunlarının (testere diş aralarının çabuk dolması...vb.) diğer ağaç türlerinde oranla daha fazla karşılanması olduğu düşünülmektedir.

Genel itibariyle bakıldığı zaman her 3 ağaç türüne ait değerlerin birbirleri arasında oldukça yakınlık gösterdiği görülmektedir.

4.5 ÖNERİLER

Dönmez Orman Ürünleri Kereste Fabrikası'nda doğal üretim koşulları bozulmadan yapılan bu araştırmaya kıyasla daha hassas değerler elde edilebilmesi, araştırmada ölçümlerle ilgili karşılaşılan sorunların ve güvenilirliğinin daha yüksek olması istenirse göz önünde bulundurulması gereken hususlar şunlardır :

- 1) Üzerinde çalışılacak olan deney tomrukları her ne kadar aynı çap, boy ve kalite sınıfında ele alınmak istense de fabrikanın tomruk sahasındaki mevcut tomruklar yetersiz kalmıştır. Çalışma yapılmadan önce deney tomruklarının çap, boy ve kalite değerlerinin mümkün olduğunca birbirine yakın olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.
- 2) Çalışmada yardımcı olan biçim ustasının sahip olduğu teknik bilgi ve becerisi ise araştırmayı etkileyen faktörlerden biridir. Bu yüzden biçimi yapan ustanın deneyimi de göz önünde bulundurulmalıdır.
- 3) Çalışmada özellikle istenilen değerlerde üretim yapılabilmesi amacıyla kullanılan her ağaç türü için uygun testerelelerin kullanılması gerekmektedir. Özellikle Sarıçam ile çalışılacaksa biçmede kullanılan testerenin diş aralarının sık sık temizlenmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanılan testerelelerin daha kolay ve daha düzgün biçim sağlanması amacıyla testere dişlerinin ezilmesi (çap verme) işlemi, biçme hattı genişliğinin farklı olmaması için mümkün olduğunca aynı oranda yapılması gerekmektedir.
- 4) Araştırmada kullanılacak olan şerit biçme makinesinin mümkün olduğunca kaliteli olmasına dikkat edilmelidir. Özellikle makine üzerinde yer alan kancaların

gönyesinin düzgün olup olmadığı gözden kaçırılmaması gereken bir husustur. Aynı zamanda şeridin hareket ettiği rayların doğruluğuna dikkat edilmelidir.

- 5) Araştırmada ağırlık, önemli bir unsur teşkil ediyorsa; tomruk rutubetleri aynı değerde olan tomrukların seçilmesi verilerin değerlendirilmesinde kolaylık sağlayacaktır. Rutubet miktarı, her bir atık değerinin ağırlığının tayininde önemli rol oynar.

KAYNAKLAR

- Aydemir, F., Gelgör, S.,** (1965) Katrak, Daire ve Şerit Testereleeri Hakkında Genel Bilgi, Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Sıra No: 416, Seri No :19.
- BELL, G. E.,** (1951) Factors Influencing The Manufacture of Sawlogs into Lumber in Eastern Canada, Department of Resources and Development, Forestry Branch, Ottawa-Canada, Bulletin No:99, p.35.
- Bousquet, D. W., Flann, I. B.,** (1975) Hardwood Sawmill Productivity For Live And Around Sawing, *Forest Products Journal*, 25 (7): 32-37.
- Bozkurt, A. Y., Göker, Y.,** (1996) *Orman Ürünlerinden Faydalanma*, 2. Baskı, İ.Ü. Yayın No. 3946, O.F. Yayın No. 437, ISBN 975-404-422-8.
- Çağlar, Y.,** (1994) *Verimlilik Üzerine “Kavramsal” Çeşitlemeler*, II. Verimlilik Kongresi Bildiriler Kitabı, Sayfa: 139-146, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 540, ISBN 975-440-193-4, 19-21 Ekim 1994, Ankara.
- Çolakoğlu, G.,** (2003) Kereste Endüstrisinde Tomruk Kusurları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, www.foor.com.tr.
- Çolakoğlu, G., Özşahin, Ş.,** (2002) Kereste Randımanı Hesaplamalarında Bilgisayar (PC) Kullanımı Ve Okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis*) Odunundan Kereste Üretiminde Uygulanabilirliği, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt:3.
- Duru, N.,** (1981) Türkiye Kereste Endüstrisi ve Devlet Kereste İşletmeciliğine İlişkin Araştırmaların Analitik Değerlendirilmesi, K.T.Ü. Genel Yayın No: 121, Orm. Fak. Yayın No: 10, Trabzon.
- Engür, M. O.,** (1990) *İşgücü Verimliliği ve Ergonomi Üzerine Araştırmalar*. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Erten, P., Önal, S.,** (1985) Önemli Bazı Ağaç Türleri Tomruklarının Çeşitli Kimyasal Maddelerle Korunmasına İlişkin Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten, Seri No:151, Ankara.
- Erten, A. P., Görgün, H.,** (1989) Gökmar (*Abies Mill.*) ve Çam (*Pinus L.*) Tomruklarının Biçmeden Önce Bekletme Sürelerinin Elde Edilecek Kereste Randımına Etkilerinin Araştırılması, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 208, Ankara.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- FAO.**, Food And Agriculture Organization of The United Nations, <http://www.fao.org/>.
- Fischer, R.**, (1971) Segewerkstechnik, Veb Fachbuchverlag Leibzig, Lizensnummer: 114-210/44/71, Deutsche Demokratische Republic.
- Flann, I. B. and Lamb, F. M.**, (1966) Effect of Sawmill Edging Practice on The Value of Hard Maple Lumber, *Forest Products Journal*, 16 (5).
- Gazo, R., Beauregard, R., Kimberley, M., Mcconchie, D.**, (2000) Incidence of Defect By Tree Characteristics İn Radiata Pine Random-Width Boards, *Forest Products Journal*, 50 (6): 83-89.
- Gronlund, A.**, (1989) Yield for Trapezoidal Sawing and Some Other Sawing Methods, *Forest Products Journal*, 39 (6):21-24.
- Hallock, H.** (1962) *A Mathematical Analysis of The Effect of Kerf Width on Lumber Yield From Small Logs*, U. S. Depart of Agriculture Forest Service, Forest Products Laboratory Madison 5, Wisconsin, P.22, F. P. L. Report No:2254.
- Hallock, H.** (1973) Best Opening Face For Second Growth Timber, Modern Sawmill Techniques, Vol.1, San Francico: Miller Freeman.
- Hallock, H., Stern, A. R., Lewis, D. W.**, (1976) Is There A “Best” Sawing Method?, *USDA Forest Service Research Paper*, FPL 280, p.12, Madison, WIS.
- Hamner, P. C., Bond, B. H., Wiedenbeck, J. K.**, (2002) The Effects of Lumber Length on Part Yields İn Gang-Rip-First Rough Mills, *Forest Products Journal*, 52 (5): 71-76.
- Hodges, D. G., Anderson, W. C., Mcmillin, C. W.**, (1990) The Economic Potential of CT Scanners For Hardwood Sawmills, *Forest Products Journal*, 40 (3): 65-69.
- Kabakçı, O.**, (1986) Kereste Endüstrisinde Hammadde Verimliliğini Etkileyen Faktörler, *Orman Mühendisleri Dergisi*, Yıl: 23, Sayı: 2, Sayfa: 11-18.
- Kahveci, M.**, (1992) *I. Orman Ürünleri Endüstri Kongresi Bildiri Metinleri*. Trabzon.
- Kantay, R.**, (1988) Kereste Endüstrisi, İ.Ü. Orman Fakültesi, Basılmamış Ders Notları, İstanbul.
- Konukçu, M.**, (2001) Devlet Planlama Teşkilatı, Ormanlar Ve Ormancılığımız Faydaları, “İstatistiki Gerçekler, Anayasa, Kalkınma Planları, Hükümet Programları ve Programlarda Ormancılık”, Yayın No. DPT : 2630, Genişletilmiş İkinci Baskı.
- Korkut, S.**, (2003) Kereste Üretiminde Bilgisayar Kullanımı ve Optimizasyonu, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, www.mobilyadergisi.com.tr.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Korkut, S.,** (2004) *Ahşap Teknik, Ahşap – Araştırma – Teknoloji – Endüstriyel Tasarım ve Mobilya Dergisi.*, Kereste Üretiminde Randımanı Artırmak İçin Alınacak Önlemler. Sayı:4.
- Korkut, S.,** (2004) *Ahşap Teknik, Ahşap – Araştırma – Teknoloji – Endüstriyel Tasarım ve Mobilya Dergisi*, Kereste Endüstrisinde Randımanı Etkileyen Faktörler. Sayı:4.
- Korkut, S.,** (2005) *Ahşap Teknik, Ahşap – Araştırma – Teknoloji – Endüstriyel Tasarım ve Mobilya Dergisi*, Prizma Kesiş ve Keskin Kesiş Tekniklerinde En Uygun Tomruk İnce Uç Çapları İle Kereste Boyutlarının Belirlenmesinde Kullanılan Formüller. Nisan-Mayıs, Sayı:8.
- Korkut, S.,** (2004) *Orman Fakültesi Dergisi*, Tomruklardan Maksimum Kereste Randımanı elde Etmek İçin İki Boyutlu Geometrik Teori. Seri:A, Sayı:2, ISSN: 1302-7085.
- Kurz, A.,** (1966) *Ausbeuteermittlung Und Kalkulation İn Der Holzindustrie, Holz-Zentralblatt*, Stuttgart.
- Langmoen, B. M.,** (1978) *Weiterveredelung des Schnittholzes im Sägewerk-eine Zukunftsforderung*, (In ANONYMOUS). Produktivitätssteigerung in der Sägeindustrie, DRW-Verlag Weinrenner-KG Stuttgart, Bellnummer:223, Isbn 3-87181-223-4, s.144-150.
- Lohmann, U.,** (1982) *Sagetechnik* (In ANONYMOUS). Holz Handbuch, 2., Überarbeitete Auflage, DRW-Verlag, Stuttgart, S. 77-97.
- Maisenbacher, H.,** (1960) *Planung, Organisation Und Kalkulation İn Der Sägeindustrie*, Holz-Zentralblatt Verlags-GmbH. Stuttgart, Bestellnummer; 8204/125.
- Michael, J. H. and Leschinsky, R. M.,** (2003) Human Resources Management And Training Needs Of Pennsylvania Lumber Producers, *Forest Products Journal*, 53 (3): 28-32.
- Neilson, R. W., Hallet, R. M., Flann, I. B.,** (1970) Sawing Pattern Effect on Lumber Quality from High quality Hard Maple Logs, *Forest Products Journal*, 20 (8): 30-34.
- Oflazoğlu, C.,** (2001) Kereste Endüstrisinde Kalite Verim İlişkisi, Bartın Orman Fakültesi, Bitirme Tezi.
- OGM.,** Orman Genel Müdürlüğü İnternet Sayfası, <http://ogm.gov.tr>
- OAE.,** (1989) Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Gökmar (*Abies Mill.T*) ve Çam (*Pinus L.*) Tomruklarının Biçmeden Önce Bekletme Sürelerinin Elde Edilecek Kereste Randımanına Etkilerinin Araştırılması, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No :208, Ankara

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Örs, Y., Kalaycıoğlu, H., Çolakoğlu, G.,** (1990) Testereelerde Diş Geometrisinin Yüzey Kalitesine Etkisi, *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, Sayı :15.
- Örs. Y.,** (1986) Arabalı Tomruk Şerit Testeresinde Tomruk Çapı ve Verim İlişkileri, K.T.Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt :9, Sayı :1,2.
- Özen, R., Çehreli, H, T.,** (1980) Kereste Endüstri Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Özen, R.,** (1978) “Kereste Üretiminde Maksimum Randıman Teorisi ve Uygulanışı”, Verimlilik Dergisi, Cilt:7, Sayı:4, Sayfa:84-93, Temmuz-Eylül 1978.
- Özen, R.,** (1978) “Kereste Endüstrisinde Randıman ve Randımanı Etkileyen Önemli Faktörler”, Verimlilik Dergisi, Cilt:8, Sayı:1, Sayfa:32-41, Ekim aralık 1978.
- Richards, D. B.,** (1973) Hardwood Lumber Yield by Various Simulated Sawing Methods, *Forest Products Journal*, 23 (10); p. 50-58.
- Richards, D. B., Adkins, W. K., Hallock, H., Bulgrın, E. H.,** (1980) Lumber Values from Computerized Simulation of Harwood Log Sawing, Forest Products Laboratory, Research Paper FPL 356, Madison-WIS.
- Richter, K., Feisth, W. C. And Knaebe, M. T.,** (1995) The Effect Of Surface Roughness On The Performance Of Finishes. Part 1. Roughness Characterization And Stain Performance. *Forest Products Journal*. 45. 7/8. S91-97.
- Stewart, H. A. And Crist, J. B.,** (1982) SEM Examination of Subsurface Damage of Wood after Abrasive and knife Planing. *Wood Science and Technology*. 14,3. S. 106-109.
- Stumbo, D. A.,** (1960) Surface Texture Measurement for Quality and Production Control. *Forest Products Journal*. 10.2. S. 122-124.
- Tekin, M.,** (2003) Üretim Yönetimi, Selçuk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Cilt 1,2.
- TS 446,** (2005) Kerestelik İğne Yapraklı Tomruklar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 51,** (Ocak 1987) Kereste – Ladin ve Gökmar Keresteleri Genel Amaçlar İçin, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 654,** (Mart 1975) Kerestelik Tomrukların Biçilmesi Sırasında Oluşan Artıklar, Kayıp ve Randıman (Terimler, Tarifler, Ölçme Metotları, Randıman ve Kayıp Oranları, Saptama ve Hesaplama Kuralları), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 697,** (Kasım 1974) Yapraklı (Sert) Keresteler (Terimler, Tarifler ve Ölçme Metotları), T.S.E. Ankara.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- TS 1485**, (Şubat 1974) İğne Yaraklı (Yumuşak) Keresteler (Terimler, Tarifler ve Ölçme Metotları), T.S.E. Ankara.
- TS 3275**, (Mart 2002) İğne Yapraklı Kerestelik Tomruklar-Boyutların Ölçülmesi ve Hacim Tayini, T.S.E. Ankara.
- TS 3280**, (Ocak1979) Yapraklı Kerestelik Tomruklar (Boyutlar-Ölçme Metotları), T.S.E. Ankara.
- TS 5005**, (Ocak 1987) Kereste-Çam Kerestesi Genel Amaçlar İçin, T.S.E. Ankara.
- TS EN 844-3**, (Nisan 2000) Yuvarlak ve Biçilmiş Yapacak Odun (Kereste)-Terimler-Bölüm 3: Biçilmiş Yapacak Odun (Kereste) İle İlgili Genel Terimler, T.S.E. Ankara.
- TS EN 1309-1**, (Şubat 2001) Yuvarlak ve Biçilmiş Yapacak Odun (Kereste)-Boyutları Ölçme Metodu- Bölüm 1: Biçilmiş Yapacak Odun (Kereste), T.S.E. Ankara.
- Türkiye Orman Envanterleri**, (1980) Sarıçam Ormanlarının Bölge Müdürlüklerine Göre Alansal Dağılımı.
- Wagner, F. G., Gorman, T. M., Pratt, K. I., KEEGAN, C. E.**, (2002) Warp, MOE, and Grade of Structural Lumber Curve Sawn from Small-Diameter Douglas-Fir Logs, *Forest Products Journal*, 52 (1): 27-31.
- Wagner, F. G. And TAYLOR, F. W.**, (1993) Low Lumber Recovery At Southern Pine Sawmills May Be Due To Misshapen Sawlogs, *Forest Products Journal*, 43 (3): 53-55.
- Yanık, M.**, (2002) *Visual Basic ile Görsel Programlama*, Microsoft Visual Basic 6.0, Profesyonel Sürüm, Genişletilmiş 4. Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., Yayın No: 1279, Bilgisayar Dizisi: 229, ISBN 975-295-160-0.
- Yazıcı, H.**, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi, Kereste Endüstrisi Ders Notları (Basılmamıştır).
- Yıldırım, E.**, (1983) Kereste Sanayi' inde İşletmecilik ve En Son Teknolojik Yenilikler, Saydam Matbaacılık Ofset ve Tipo Tesisleri-185309, Ankara.
- Zavala, D. Z.**, (1995) The Effect Of Log Length And Lumber Thickness Over-Allowance On Lumber Recovery, *Forest Products Journal*, 45 (2): 41-45.

ÖZGEÇMİŞ

Koray DÖNMEZ 1981'de Kayseri'de doğdu; ilk öğrenimini aynı şehirde Ahmet Baldöktü İlköğretim okulu, orta öğrenimini ise Fevzi Çakmak Lisesi'nde tamamladı; 1998 yılında Fevzi Çakmak Lisesi'nden mezun olduktan sonra aynı sene Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünü kazandı; aynı bölümden 2003'de yüksek öğrenimini "iyi" derece ile tamamladı; 2004-2005 yılları arasında Bartın'da kereste ve ahşap sektöründe faaliyet gösteren özel bir firmada Üretim Mühendisi olarak görev yaptı; halen 2003 yılında girdiği Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programını sürdürmektedir; yabancı dili İngilizce'dir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Mimarsinan mah. Köprülü cad. Aras sk.
Şebnem Apt. No:6 / 9 Kocasinan / KAYSERİ
Tel : (352) 235 32 59
E-posta : koraydonmez@yahoo.com
koraydonmez@hotmail.com
koray.donmez@mynet.com