

AHŞAP MAKARA ÜRETİMİNDE KERESTE BOYUTLARININ BELİRLENMESİ: HAMMADDE KAYBINI AZALTAN BİR KARAR DESTEK MODELİ

Araştırma Makalesi

Erkan Sami KÖKTEN¹
Çağrı SEL²

KÖKTEN, E. S. ve SEL, Ç., (2020), **Ahşap Makara Üretiminde Kereste Boyutlarının Belirlenmesi: Hammadde Kaybını Azaltan Bir Karar Destek Modeli**, Verimlilik Dergisi, Yıl: 2020, Sayı: 2, T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yayını.

ÖZET

Üretim kaynaklarının kısıtlı, maliyetlerinin ise yüksek olduğu günümüz koşullarında işletmeler, rekabet edebilmek için hammaddeden tasarruf sağlamak ve üretim etkinliğini arttırmak zorundadır. Dolayısıyla endüstride ekonomik fayda sağlayan rasyonel tekniklere ilgi her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada; ahşap makara üretiminde, makara taslağı oluşturulması sürecinde karşılaşılan ve üretimde darboğaza neden olan bir boyut belirleme problemi ele alınmıştır. Çalışmanın uygulama kısmında, hammadde kayıplarını en küçükmek amacıyla bir Karar Destek Modeli geliştirilmiştir. Modelin uygulanması neticesinde hammadde kaybının % 12,17'ye kadar azaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ahşap Makara Üretimi, Kesme ve Boyut Belirleme Problemi, Karar Destek Modeli, Doğrusal Olmayan Programlama.

¹ **Erkan Sami KÖKTEN**, Arş. Gör., Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü. ORCID: 0000-0003-3428-4534

² **Çağrı SEL**, Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü. ORCID: 0000-0002-8657-2303

* Makale Gönderim Tarihi: 02.07.2018 Kabul Tarihi: 18.02.2019

DETERMINATION OF THE TIMBER SIZE IN THE PRODUCTION OF WOODEN REEL: A DECISION SUPPORT MODEL DECREASING THE RAW MATERIAL WASTE

ABSTRACT

In today's conditions where production resources are limited and costs are high, enterprises must save raw material and increase production efficiency for competitive power. Therefore, an interest in rational techniques that provide economic benefits in industry is growing. In this study; cutting and sizing problem in the production of wooden reels that cause production bottleneck is discussed. A decision support model has been developed in order to minimize raw material losses. After the application of the model, it was determined that the loss of raw materials decreased by up to 12,17 %.

Keywords: *Wooden Reel Production, Cutting and Sizing Problem, Decision Support Model, Non-Linear Programming.*

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ahşap makaralar, kızılçam (*Pinus brutia*), karaçam (*Pinus nigra*) ve göknar (*Abies bornmülleriana*) tomruklarından üretilen, kablo, ip, plastik hortum gibi sarmal gerektiren ürünlerde kullanılan ahşap esaslı ürünlerdir (bknz. Şekil 1). Dayanıklı bir malzeme olması, ekonomik olması, ağırlığına oranla yüksek taşıma kapasitesine sahip olması, basit aletler/makineler ile kolaylıkla işlenebilir olması, yaygın endüstriyel kullanım alanına sahip olması ve sürdürülebilir kaynaklardan elde edilmesi ahşabı, kablo makarası üretiminde temel hammadde olarak kullanıma uygun hale getirmektedir (Sayar vd., 2009).



Şekil 1. Ahşap Makara

Ahşap makara üretiminde ham tomruklar kesme ve biçme işlemleri sonrasında imalat için kereste haline getirilmektedir. Talep edilen kalınlığa göre üretilen kerestelerin, gerekli kurutma ve/veya ısıl işlem süreçleri sonrasında talep edilen ahşap makara boyutlarına uygun olarak boyutlanması gerekmektedir. Bu süreçte boyutlama işleminin bir Karar Destek Modeli yardımı olmadan geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmesi üretimde hatalara ve hammadde kayıplarına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak da üretim maliyetleri artmaktadır. Ayrıca bu noktadaki eksiklikler, makara taslağı oluşturma sürecinde yanlış kurulum, sökme-takma gibi aksaklıklara neden olarak üretimde darboğaz oluşmasına neden olmaktadır.

Öklid Uzaklığı gibi yaygın kullanılan bir formülasyonun endüstride ahşap makara üretiminde tekerlek (endüstrideki adıyla makara yanağı) tahtalarının ölçülerinin belirlenmesi gibi pratik bir uygulamada kullanım alanı bulması itibariyle çalışmanın bilime ve sanayiye olmak üzere iki açıdan katkısı vardır. Bu doğrultuda ahşap makara üretiminde hammadde tasarrufu sağlayan özgün bir matematiksel model literatüre kazandırılmıştır.

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Bunlar; konunun öneminin ortaya koyulduğu giriş bölümü, konuyla bağlantılı olarak daha önceden gerçekleştirilmiş çalışmaların yer aldığı literatür taraması bölümü, problemin ana hatlarıyla ele alındığı problem tanımı bölümü, mevcut yöntemle

göre ahşap kullanımının azaltılmasını amaçlayan modelin tanımlandığı matematiksel model bölümü, uygulamanın detaylandırıldığı ve elde edilen bulguların yorumlandığı vaka analizi ve sonuçlar bölümü, son olarak öne çıkan bulguların tartışıldığı, gelecek çalışmaların sunulduğu tartışma bölümleridir.

2. LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE REVIEW)

Malzeme kesme; ahşap, mobilya, tekstil, cam, metal, mermer ve kâğıt gibi çeşitli sektörlerde, farklı koşul ve amaçlar doğrultusunda mevcut hammaddelerin şekillendirilmesi veya birleştirilmesi olarak karşımıza çıkan bir eniyileme problemidir (Onursal, 2015; Erdoğan, 2010). Malzeme kesme problemlerinde ağırlıklı olarak, fire miktarını ve üretim maliyetlerini en küçüklemek veya kârı en büyüklemek amacıyla, büyük bir parçadan daha küçük parçaların kesilmesi üzerinde durulmaktadır (Hinman, 1980; Yanasse ve Lamosa, 2006; Tanır vd., 2018). Çizelge 1’de ahşap malzemelerde kesme ve boyut belirleme problemleri üzerine literatürde daha önce gerçekleştirilmiş çalışmalar ve bu çalışmalarda ele alınan problemlerin karakteristikleri incelenmiştir. Ahşap makara üretiminde kereste boyutlarının belirlenmesi literatürde daha önce ele alınmamış özgün bir problemidir. Bu problemin Öklid Uzaklığı ile matematiksel olarak modellenmesi literatürdeki Optimizasyon Modellerine farklı bir yön kazandırmaktadır.

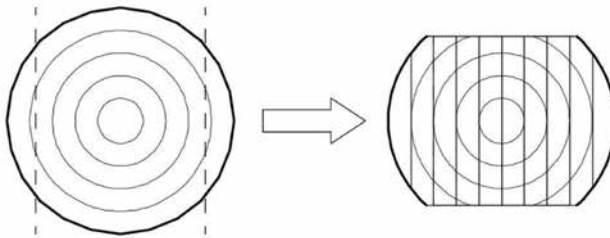
Çizelge 1. Ahşap ve Ahşap Esaslı Malzemelerde Kesme ve Boyut Belirleme Problemleri Üzerine Gerçekleştirilmiş Bazı Çalışmalar ve Karakteristikleri

Literatür	Problem Boyutu	İşlemin Çeşidi	Kısıt	Yöntem	Hedef
Dong and Tang, 2009	Bir	Ahşap profil seçme ve kesme	Taleplerin eksiksiz karşılanması	Sezgisel Yöntem ve Matematiksel Programlama	Minimum toplam maliyet
Ghods and Sassani, 2005	Bir	Mobilya endüstrisinde gerçek zamanlı ahşap şerit kesme	Malzeme ölçülerinde kesim	Adaptif Bulanık Ölçeklendirme	Minimum malzeme kaybı
Hifi, 2004	Üç	Büyük boyutlu paletlerden çeşitli boyutlardaki parçaların kesilmesi	Kısıtsız	Bir Adaptasyon Algoritması ve Dinamik Programlama Tabanlı Algoritma	Maksimum malzeme kullanımı
Ide vd., 2015	İki	Ahşap kaplama kesimi	Sipariş süresi	Matematiksel Formülasyon	Minimum malzeme kaybı

Koch vd., 2009	Bir	Ahşap giriş kesimi	Kalite, boyut ve miktar	Tamsayı Doğrusal Programlama Tabanlı Karar Destek Modeli	Minimum maliyet
Lee vd., 2015	Üç	Ahşap sandık boyutlandırma	Malzeme genişliği, sandık tipi	Karışık Tamsayı Doğrusal Programlama, Dinamik Programlama	Minimum maliyet ve minimum boşluk alanı
Matsyshyn vd., 2014	-	Kereste kesim problemi	Ahşap kusurları	Bulanık Mantık ve Genetik Algoritma	Bir uzman sistemin geliştirilmesi ve doğrulanması
Morabito and Garcia, 1998	İki	Dikdörtgen levhaların daha küçük parçalara kesilmesi	Parça türleri, en uzun ve en kısa parçalar arasındaki fark	Tamsayı Programlama, Dinamik Programlama ve Örtük Numaralandırma	Minimum malzeme kaybı
Yenilmez, 2010	Bir	Tomruk üretiminde optimum boylama	Tomruk kalite sınıfı, boyu ve çapı	Ağ Analizi	Ekonomik değer artırılması

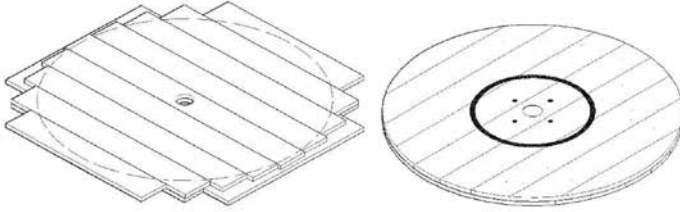
3. PROBLEMİN TANIMI (PROBLEM DESCRIPTION)

Ahşap makara üretim sürecinde, tomruklar testerele vasıtasıyla tomruk kesme işlemleri gerçekleştirildikten sonra talep edilen kalınlığa getirilmektedir. İlk olarak yan kesme işlemi gerçekleştirilir sonrasında ise kalas şeklindeki ahşap, kereste formu vermek için çoklu dilimleme işlemi geçirir (bknz. Şekil 2). Dilimlenmiş keresteler, içerisindeki zararlı mantar ve böceklerden arındırılması amacıyla ahşap malzeme ısıl işlem fırınlarında ISPM-15 standardına uygun olarak ısıl işleme tabi tutulur (ISPM 15, 2009).



Şekil 2. Tomruk Kesme İşlemleri (Sırasıyla Yan Kesme ve Çoklu Dilimleme)

Üretilen kerestelerin, makara taslağı oluşturma süreci için talep edilen ahşap makara boyutlarına uygun olarak boyutlanması gerekmektedir. Oluşturan makara taslağı ise sırasıyla çivileme, ebat kesim, kanal açma, delik delme ve frezeleme gibi işlemler sonrası ahşap makara tekerleği haline getirilmektedir. Ahşap makara taslağı ve nihai ürün Şekil 3'te verilmiştir.

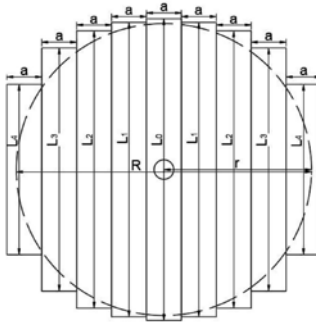


Şekil 3. Ahşap Makara Tekerlek Taslağı (Yarı Mamul) ve Nihai Ürün

Şekil 3'teki makara taslağından kesikli çizgiler ile temsil edilen kısımların dairesel şeklin elde edilmesi için tıraşlanması ahşap hammadde kaybının yaşandığı kısımdır, nitekim kayıpların en aza indirilmesi için taslak oluşturulurken uygun boyuttaki kerestelerin tercih edilmesi gerekmektedir.

4. MATEMATİKSEL MODEL (MATHEMATICAL MODEL)

Problemin çözümü için Öklid Uzaklığını temel alan doğrusal olmayan bir programlama modeli geliştirilmiştir. Bu modelde N tahtalar kümesini, $|N|$ ise tahta sayısını belirtmektedir. Her bir $i \in N = \{1, \dots, |N|\}$ tahtasına ait ölçüler santimetre (cm) cinsinden olmak üzere; R makara çapı, r makara yarıçapı, a tahtaların en ölçüleri ve ∂ kesim payı bilinen parametrelerdir. L_0 : Merkez tahta uzunluğu, $L_{i \in N}$: Tahtaların uzunluğu ve karar değişkenlerini temsil etmektedir (bknz. Şekil 4).



a : Tahtaların en ölçüleri; L_1, L_2, L_3 ve L_4 : Temsili 4 tahtadan her birinin uzunluğu;
 R : Makara çapı; r : Makara yarıçapı

Şekil 4. Ahşap Makara Taslağı Üst Görünümü

Önerilen modele ilişkin matematiksel formülasyon aşağıdaki gibidir:

$$\begin{array}{ll} \text{Amaç} & \min \sum_{i \in N \cup \{0\}} L_i \\ \text{Fonksiyonu:} & \end{array} \quad (1)$$

$$\begin{array}{ll} \text{Kısıtlar:} & L_0 \geq R + \delta \\ & \end{array} \quad (2)$$

$$L_i \geq 2\sqrt{r^2 - a^2(i-0.5)^2} + \delta \quad \forall i \in N \quad (3)$$

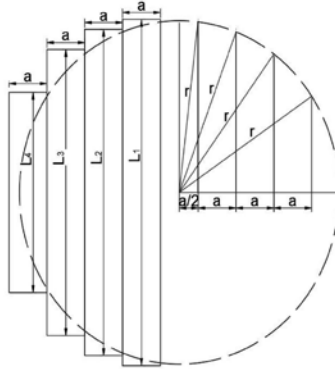
$$r = R/2 \quad (4)$$

$$a = (R + \delta)/(2|N| + 1) \quad (5)$$

$$L_i \geq 0 \quad \forall i \in N \cup \{0\} \quad (6)$$

Amaç (1) toplam uzunluğun minimizasyonudur. Kısıt (2) merkez tahtanın uzunluğunu (L_0) çap ölçüsüne makara kenarlarında oluşabilecek kesim hatalarının önlenmesi amacıyla kesim payını ekleyerek hesaplamaktadır. Kısıt (3) ise merkez tahta haricindeki tahtaların uzunluklarını ($L_1, L_2, L_3, \dots, L_{|N|}$) Öklid Uzaklığını baz alarak hesaplamaktadır (bkz. Şekil 5).

Şekil 5'te merkezden yarıçapa olan uzaklık ile bu uzaklığın yatay eksen izdüşümüne olan tahta en boyutlarının toplamı (a) bilindiğinde oluşan üçgenin yüksekliği Öklid Bağıntısı ile tespit edilebilmektedir. Kısıt (4) çapı kullanarak yarı çapı, kısıt (5) çap ve tahta sayısını kullanarak tahta genişliğini hesaplamaktadır. Kısıt (6) tahta uzunluklarının pozitif reel sayılar olmasını garanti eder.



Şekil 5. Merkez Tahta Haricindeki Tahtaların Öklid Uzaklıkları

5. VAKA ANALİZİ VE SONUÇLAR (CASE STUDY AND RESULTS)

Orman ürünleri sektöründe faaliyet gösteren, ara ürün kereste ve nihai ürün ahşap makara üretimi gerçekleştiren bir tesis temel alınarak bir Vaka Analizi gerçekleştirilmiştir. 4000 m² kapalı, 8000 m² açık alana sahip tesiste yaklaşık

150 kişi istihdam edilmektedir. Tesiste, çapı 80 cm ila 300 cm arasında, kalınlığı 2 cm ila 7 cm arasında değişen ahşap makaralar üretilmektedir. Üretimde yoğun olarak 2 m, 2,5 m ve 3 m boylarında, stok durumundan dolayı daha az miktarda ise 4 m ve 5 m boylarında ve çoğunlukla 15-25 cm çaplarında tomruklar kullanılmaktadır. Kesim payı 2 cm'dir. Tesiste, biri küçük ve orta ölçekteki çap ölçülerinde (80-150 cm), diğeri büyük ölçekteki çap ölçülerinde (160-300 cm) makara üretimi için kullanılan iki adet üretim hattı bulunmaktadır. Vaka çalışması, her iki hatta gerçekleştirilen üretimler göz önüne alınarak gerçekleştirilmiştir.

Matematiksel Model, IBM ILOG CPLEX optimization studio 12.6.2'de CP çözücüsü kullanılarak varsayılan ayarlar ile oluşturulmuştur. Vaka Analizi, Intel Pentium Dual CPU T3400 @ 2.16 GHz işlemciye ve 4 GB Ram'e sahip bir bilgisayar ile gerçekleştirilmiştir ve optimal sonuçlar bir dakikadan kısa bir CPU zamanında elde edilmiştir.

Çizelge 2'de 4 cm kalınlığında ve 80-300 cm çaplarında 100'er adet ahşap makara tekerleği üretimi için önerilen yöntem ve mevcut yöntemde tomruk kullanımı (m^3) hesaplanmıştır ve bir kesim planı oluşturulmuştur. Hesaplamaların detayında, her bir ahşap makara tekerleği üretimi için L_0 'dan iki ve L_1 'den dört adet kullanılmaktadır. Buna göre 100 adet ahşap makara tekerleği üretimi için kesim planında 200 adet L_0 ve 400 adet L_1 kullanılmıştır.

Çizelge 2'de ilk bütünlük sütunda, oluşturulan Karar Destek Modeline ilişkin önerilen matematiksel yöntemle tespit edilen tahta uzunlukları, bu tahtaları üretmek için biçilmesi gereken tomruk sayıları ile toplam tomruk kullanımı (m^3) verilmiştir. İkinci bütünlük sütunda ise mevcut yöntemde tomruk sayıları ile toplam tomruk kullanımı (m^3) verilmiştir. Böylelikle iki yöntem arasındaki farklar (m^3 ve % cinsinden) hesaplanmıştır. 170 cm çapındaki makara üretimi incelendiğinde mevcut yöntemde $17,66 m^3$ tomruk kullanılırken önerilen yöntemde ise $15,51 m^3$ tomruk kullanıldığı, bu sebeple $2,15 m^3$ fark ile % 12,17'lik bir hammadde tasarrufu sağlandığı görülmektedir. Öne çıkan bu örneği % 9,73 ve % 8,78 hammadde tasarrufuyla 190 cm ve 200 cm çapındaki makara üretimleri takip etmektedir. Üretim miktarı diğer makara çaplarına oranla daha az olan 260 cm ve 270 cm çapındaki ahşap makara üretiminde dahi asgari % 1,37 ile % 1,41 hammadde tasarrufu sağlanmıştır. Sonuç olarak, mevcut yöntemde tahta uzunlukları hesaplanmaksızın tecrübeye dayalı bir tomruk kesim planı uygulandığı için önerilen yöntem belirgin şekilde üstün geldiği görülmektedir.

Çizelge 2. 4 cm Kalınlığında 100 Adet Ahşap Makara Tekerleği Üretimi İçin Önerilen Yöntem ve Mevcut Yöntemde Tomruk Kullanımı (m³) Örnek Hesaplamaları

Makara Çapı (cm)	Önerilen Yöntem														Mevcut Durum					Fark (m ³)**	Yüzde (%)**					
	za	L ₀ (cm)	L ₁ (cm)	L ₂ (cm)	L ₃ (cm)	L ₄ (cm)	L ₅ (cm)	L ₆ (cm)	L ₇ (cm)	L ₈ (cm)	L ₉ (cm)	Kullanılan Tomruk Sayısı (Adet)					Toplam (m ³)									
												2 m'lik Tomruk	2,5 m'lik Tomruk	3 m'lik Tomruk	4 m'lik Tomruk	5 m'lik Tomruk		2 m'lik Tomruk	2,5 m'lik Tomruk			3 m'lik Tomruk	4 m'lik Tomruk	5 m'lik Tomruk		
80	11,7	82	82	74	57	0	0	0	0	0	0	8	2	50	0	0	0	4,85	0	30	30	0	0	5,18	6,47	0,34
90	13,1	92	92	83	64	0	0	0	0	0	0	17	67	0	0	0	0	5,71	0	72	0	0	0	6,23	8,36	0,52
100	14,6	102	101	92	71	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	5,84	0	0	64	0	0	0	6,03	3,13	0,19
110	16	112	111	101	78	0	0	0	0	0	0	0	0	54	4	0	6,77	0	8	60	0	0	0	6,93	2,32	0,16
120	13,6	122	122	115	102	76	0	0	0	0	0	43	57	0	0	8,75	0	8,75	0	38	49	0	0	9,20	4,89	0,45
130	14,7	132	132	125	110	82	0	0	0	0	0	57	28	0	29	0	9,42	0	87	29	0	0	0	9,57	1,48	0,14
140	15,8	142	142	134	118	89	0	0	0	0	0	13	29	0	57	0	11,31	0	86	0	29	0	0	11,46	1,36	0,16
150	16,9	152	152	144	126	95	0	0	0	0	0	0	75	38	0	11,46	0	11,46	0	29	90	0	0	11,86	3,39	0,40
160	14,7	162	162	156	145	125	92	0	0	0	0	14	29	11,4	0	13,90	0	13,90	0	58	96	0	0	15,00	7,31	1,10
170	15,6	172	172	166	153	133	98	0	0	0	0	19	12	50	0	15,51	25	0	125	0	125	0	0	17,66	12,17	2,15
180	16,5	182	182	176	162	140	104	0	0	0	0	75	0	100	0	17,11	75	0	100	0	100	0	0	18,70	8,51	1,59
190	14,8	192	192	187	178	161	138	101	0	0	0	143	0	115	0	19,82	143	0	116	0	116	0	0	21,96	9,73	2,14
200	15,5	202	202	197	187	170	145	106	0	0	0	143	0	86	0	22,13	187	43	73	0	0	0	0	24,26	8,78	2,13
210	16,3	212	212	207	196	179	153	112	0	0	0	0	13	13	100	25	22,67	0	14	13	125	0	0	23,85	4,92	1,17
220	17,1	222	222	216	205	187	160	117	0	0	0	50	0	100	0	25,97	50	75	50	50	50	0	0	26,49	1,96	0,52
230	15,5	232	232	228	219	205	186	157	114	0	0	57	125	0	114	0	30,57	50	125	50	50	0	0	31,68	3,52	1,11
240	16,1	242	242	238	229	214	194	164	119	0	0	0	172	0	114	0	30,69	0	170	0	114	0	0	33,49	8,37	2,80
250	16,8	252	252	247	238	223	202	171	124	0	0	50	200	0	50	0	33,24	50	200	0	50	0	0	36,19	8,16	2,95
260	15,4	262	262	258	251	239	222	200	168	121	0	57	57	29	114	57	37,56	57	86	86	57	57	57	38,10	1,41	0,54
270	16	272	272	268	260	248	231	207	175	126	0	0	29	114	114	38,55	0	29	86	57	114	114	114	39,09	1,37	0,54
280	16,6	282	282	278	270	257	239	215	181	131	0	0	0	125	100	42,59	50	50	125	50	125	50	50	43,62	2,38	1,04
290	17,2	292	292	288	279	266	248	223	188	136	0	50	50	125	50	43,62	100	0	125	0	125	0	100	44,66	2,33	1,04
300	15,9	302	302	299	292	281	266	246	220	185	133	57	57	200	57	47,43	57	58	200	0	114	114	114	49,49	4,16	2,06

* Yüzde: 100 x Fark / Mevcut Yöntemde Kullanılan Toplam m³ ** Fark: Mevcut Yöntemde Kullanılan Toplam m³ - Önerilen Yöntemde Kullanılan Toplam m³

Not: Önerilen yönteme ilişkin kesim planında aynı renk ve dolgu desenine sahip hücreler aynı boyutlardaki tomruklardan kesilerek üretilmiştir.

6. TARTIŞMA (DISCUSSION)

Ahşap dayanıklılığı ve basit aletler/makineler ile kolaylıkla işlenebilir olması sebebiyle geniş bir endüstriyel kullanım alanına sahiptir. Endüstrilerde ahşap esaslı hammaddeler kullanılırken bilimsel tekniklerden faydalanılarak doğal kaynaklarda tasarruf mümkün olmaktadır. Bu çalışmada ahşap makara üretiminde kullanılan hammadde miktarından tasarruf sağlamak ve darboğazların önüne geçmek amacıyla Öklid Uzaklığı formülünü temel alan bir Matematiksel Model geliştirilmiştir. Bu model küçük ve orta ölçekteki bir işletmede ahşap makara kesim planlarını oluştururken kullanılmıştır. Modelin kullanımının kayda değer ölçüde hammadde tasarrufu sağladığı ve darboğazları engellediği belirlenmiştir.

Ahşap makara üretim sürecinde üretilmesi planlanan makara özelliklerine göre farklı çaplarındaki tomruklar tomruk kesme, yan kesme ve çoklu dilme işlemleri sonrası imalat için talep edilen kalınlığa göre kereste haline getirilmektedir. Makarada kullanılacak kerestelerin uygun boyutlardaki tomruklardan seçilmesi ele alınan problemin başka bir boyutudur. Ayrıca bu seçimler sebebiyle kereste eni ölçüsü farklılaşabilmektedir. Dolayısıyla, talep edilen makara çapına göre üretimde kullanılacak kerestelerin boyutları belirlenerek biçilmesi ve gereken tomruk ebatlarının optimizasyonu gelecek çalışmalarda ele alınacak potansiyel vadeden konulardır.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- DONG, Y. & TANG, J., (2009), **Integrated profile selecting and cutting problem in SMEs environment, In Control and Decision Conference, CCDC'09**, Chinese (pp. 137-142), IEEE.
- ERDOĞAN, Y. A., (2010), **İki Boyutlu Kesme Problemi İçin Sezgisel Yaklaşım İle Bir Uygulama** (Doktora Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- GHODSI, R. & SASSANI, F., (2005), **Online cutting stock optimization with prioritized orders**, *Assembly Automation*, 25 (1), 66-72.
- HIFI, M., (2004), **Exact algorithms for unconstrained three-dimensional cutting problems: a comparative study**, *Computers & Operations Research*, 31(5), 657-674.
- HINXMAN, A. I., (1980), **The trim-loss and assortment problems: A survey**, *European Journal of Operational Research*, 5(1), 8-18.
- IDE, J., TIEDEMANN, M., WESTPHAL, S. & HAIDUK, F., (2015), **An application of deterministic and robust optimization in the wood cutting industry**, *4OR*, 13(1), 35-57.
- INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONVENTION (IPPC), (2009), **International standards for phytosanitary measures: Revision of, ISPM No. 15**, regulation of wood packaging material in international trade.
- KOCH, S., KONIG, S. & WÄSCHER, G., (2009), **Integer linear programming for a cutting problem in the wood-processing industry: A case study**, *International Transactions in Operational Research*, 16 (6), 715-726.
- LEE, S. J., CHEW, E. P., LEE, L. H. & THIO, J., (2015), **A study on crate sizing problems**, *International Journal of Production Research*, 53 (11), 3341-3353.
- MATSYSHYN, Y., MAYEVSKYY, V., MYSYK, M. & ALECHANDRO, D. E. L., (2014), **Genetic Learning of Fuzzy Expert Systems for Decision Support in the Automated Process of Wooden Boards Cutting**, *Pro Ligno*, 10 (1), 10-21.
- MORABITO, R. & GARCIA, V., (1998), **The cutting stock problem in a hardboard industry: A case study**, *Computers & Operations Research*, 25 (6), 469-485.
- ONURSAL, F. S., (2015), **Kesme ve paketleme problemleri üzerine bir inceleme**, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14 (28), 165.
- SAYAR, Z., GÜLTEKİN, A. B. & DİKMEN, Ç. B., (2009), **Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Ahşap ve PVC Doğramaların Değerlendirilmesi**, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, IATS'09, Türkiye.
- TANIR, D., UĞURLU, O., KAPAR, M. & NURİYEV, U., (2018), **Birleşik Stok Kesme ve Patern Sıralama Problemi İçin Bir Sezgisel Algoritma**, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (1), 300-305.
- YANASSE, H. H. & LAMOSA, M. J. P., (2007), **An integrated cutting stock and sequencing problem**, *European Journal of Operational Research*, 183 (3), 1353-1370.
- YENİLMEZ, N., (2010), **Tomruk Üretiminde Optimum Boylama Metodunun Tek Ağaç Düzeyinde Uygulanması**, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş.