

Mobilya Sanayinde Fason Üretim: Ahşap Levha Ebatlamada Optimizasyon Örneği

Abdullah İSTEK^{1,*}, Hatice OĞUZ²

^{1,2}Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 21.06.2023

Kabul: 03.01.2024

Yayın: 23.04.2024

Araştırma Makalesi



Öz – Ahşap esaslı levhaların mobilya üretiminde etkili ve verimli kullanılabilmesi ve fire oranlarının azaltılarak üretim maliyetlerinin düşürülmesi amacıyla ebatlama işleminde optimizasyon programları kullanılmaktadır. Optimizasyon işlemleri hatalı kesimleri önlemekte ve ıskarta oranlarının azalmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, mobilya imalatında fason üretim yönteminin önemi, ahşap levha ebatlama işleminde optimizasyonun verim ve maliyet üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada üretimi planlanan dolap ölçülerinin 3 farklı boyutlu düz renkli ve desenli levha kullanılarak kesim optimizasyonu tasarlanarak levha boyutlarının ve rengin ebatlamada fire oranlarına ve maliyetlere etkileri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tüm levha gruplarında düz renkli kullanımın daha ekonomik ve fire oranlarının düşük olduğu tespit edilmiştir. Düz renk 2100x2800x18 mm ebatlı levha kullanımının diğer gruplardan daha uygun olduğu, desenli gruplarda ise 1830x3660x18 mm boyutlu levhaların daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca tüm gruplarında desenli levhaların fire oranı düz renklilere göre daha fazla olduğu ve 1220x2800x18 mm levha maliyetlerinin diğer boyutlardan 1,7 katından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Mobilya üretimi, fason üretim, panel ebatlama, optimizasyon

Contract Manufacturing in the Furniture Industry: Optimization Example in Wood Board Sizing

^{1,2}Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, Bartın University, Bartın, Türkiye

Article History

Received: 21.06.2023


Accepted: 03.01.2024


Published: 24.04.2024

Research Article

Abstract – Optimization programs are used in the sizing process to use wood-based panels effectively and efficiently in furniture production and to reduce production costs by reducing waste rates. This process also prevents erroneous cuts and contributes to reducing scrap rates. This study investigated the importance of the contract manufacturing method in furniture manufacturing and the effects of optimization in the wood board sizing process on efficiency and cost. In the study, the cutting optimization of the cabinet dimensions planned to be produced by using 3 different dimensions of solid colored and patterned panels was designed, and the effects of panel sizes and color on waste rates and costs in sizing were determined. According to the results obtained, it was concluded that using solid color in all plate groups was more economical, and the waste rates were low. It was concluded that using solid color 2100x2800x18 mm size boards is more appropriate than other groups, while in patterned groups, 1830x3660x18 mm size boards are more suitable. In addition, it was found that the waste rates of patterned boards were higher than those with solid colors in all groups and that the cost of 1220x2800x18 mm boards was more than 1.7 times higher than other dimensions.

Keywords – Furniture production, contract manufacturing, panel sizing, optimization

¹  aistek@bartin.edu.tr

²  haticekuru1905@gmail.com

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1. Giriş

Gelişmişlik seviyesinin ölçümünde de kullanılan mobilya, moda uygun tasarlanan, konforlu, ergonomik endüstriyel bir üründür. Teknoloji ve tasarımı birlikte kullanarak, farklı tarz ve standartlara uygun üretilmektedir (ESA, 1997; Ateş, 2014; İstek ve Özlüsoylu 2021). Geleneksel mobilya yapım hammadde ahşap olmakla birlikte, plastik, metal vb. diğer ahşap dışı malzemeler de alternatif mobilya yapım hammaddeleridir (Ratnasingam, 2003). Kereste, yarı mamul ahşap malzeme ve ahşap panellerin ihtiyaç ve tasarıma uygun olarak plastik, metal ve montaj araçlarıyla birleştirilerek elde edilen, koruyucu, güzelleştirici üst yüzey işlemleri uygulanan ve/veya çeşitli tekstil, sentetik deri, sünger ve diğer tamamlayıcı gereçlerle döşenmesiyle üretilen, işlevsel ve estetik özelliklere sahip, sabit ya da hareketli, dayanıklı tüketim malzemelerine mobilya denir (TSE, 1985; Malkoçoğlu, 1989; Ceylan 2009). Mobilyalar konut, büro, otel, lokanta, okul gibi kullanım yerine uygun tasarımlar oluşturacak şekilde üretilmektedir; Özdemir, 1996; İstek ve Özlüsoylu 2021). Mobilya, zorunlu ve/veya lüks bir tüketim malzemeleri arasında yer almakta ve yaşam alanlarının vazgeçilmez, değiştirilebilir ürünler kategorisinde eskime, ihtiyaç, estetik kaygısı, moda eğilimi gibi nedenlerle değiştirilmektedir (Oğuz, 2021). Mobilya tasarımı ve imalatı kültürel yapı, tüketici talepleri, moda, yapım tekniği, üretim teknolojisi ve ergonomi dikkate alınarak yapılmaktadır. Mobilya kullanım, faydaları, fonksiyonelliği, beklentileri karşılama yeteneği, beğeni, yaşam biçimi, dokusu, rengi, tarzı gibi hususlar tasarım ve sanatla birleşerek ürüne dönüştürülmektedir (Engin, 2011; Oğuz, 2021; İstek ve Özlüsoylu 2021). Türkiye mobilya imalat sanayii genellikle çalışan sayısının 250 kişiden az olan mikro, küçük ve orta ölçekli (KOBİ) işletmelerde üretilmektedir. Ancak son on yıllarda kurulan orta ve büyük ölçekli işletmelerin sayısının artmasıyla birlikte ulusal çapta markalar oluşmuş iç ve dış pazarda yerini almıştır (İnal ve Toksarı, 2006; Şahin ve Serin 2018). Modüler mobilya, panel mobilya, masif mobilya, ev, ofis ve bahçe mobilyaları, okul, hastane, otel ve taşıt mobilyaları; gibi mobilya çeşitliliği yaygın olarak üretilmektedir (Serin vd., 2013; Serin vd., 2014; Oğuz 2021).

1960 yıllarında işçi grevleri mal ve hizmet üretiminin aksamasına, işin yetişmemesine, birçok işletmede üretim süreçlerinin aksamasına neden olmuştur. Ayrıca, bu dönemde ürün çeşitliliğinin artması ve takibinin zorlukları, farklı ürün istenmesi gibi nedenler kapitalist sistemde ihtiyaçları karşılanabilmesi amacıyla fason üretim modeli ortaya çıkmıştır (İstek ve Özlüsoylu 2021). Rekabetçi piyasa şartlarında bazı işletmelerin varlıklarını devam ettirmesi için üretimlerinin bir kısmını veya tümünü sipariş usulüyle yaptırmasına fason imalat (contract manufacturing) denir. Fason imalat organizasyonları işletmelerin birincil üretim yetenekleri dışında kalan, uzmanlaşmadığı üretim süreçlerini kısa sürede ve uygun maliyetle sağlaması veya hizmeti dışarıdan temin edebilmesi işlemleridir (Düren, 2000; Bolat ve Yılmaz 2006; Oğuz, 2021). Yapılacak işin niteliği açısından bir sakınca yoksa üretimin devredildiği kişiye veya şirkete “taşeron” (alt-işveren), imalat işine ise fason üretim denir (Karacaoğlu, 2001; Tutar vd., 2006). Kurulum ve/veya üretim maliyeti yüksek üretim hatlarında üretilecek ürünleri işletme dışı kaynaklarla (outsourcing) temin etmesi işlemine bağımlı üretim denir (Uzuner, 2020). Küreselleşme ve teknolojinin etkisiyle örgüt yapılarının karmaşıklaşması, artan rekabet koşulları, temel yetenek ve dış kaynak kullanımı kavramlarını ortaya çıkarmıştır (Yavaş, 2011; Kanzuk, 2017). İşletmede fason üretimin tercih nedenleri arasında maliyeti düşürmek, temel yeteneklere odaklanmak, performansı arttırmak, teknoloji kullanmak, riski azaltmak, yaymak, kaynakları etkin kullanmak, küçülmek, esneklik ve rekabet gibi faktör gösterilmektedir (Kanzuk, 2017). Ayrıca işletmenin her işe hâkim olamaması veya yetiştirememesi de fason üretimin tercih sebeplerindendir (Ataman, 2002; Bolat ve Yılmaz, 2006). Türkiye’de mobilya imalatçıları tasarım, birleştirme, kaplama, iskelet, oyma, torna, boya, döşeme gibi farklı iş kollarının fason üretim yöntemiyle iş gücü, bilgi birikimi, donanım ve tecrübelerini birleştirdikleri belirtilmektedir (Oğuz, 2021). Türkiye’de fason üretim, ihracat seferberliğinin bir parçası olarak geliştiği ve 1980 öncesinde İstanbul’daki atölye sayısı 20 - 25 bin iken, 1985 yılında bu sayının 70 binde fazla olduğu belirtilmektedir (Koç, 2001). Günümüzde mobilya işletmeleri otomatik kontrol sistemleriyle donatılmış CNC gibi makinelerle hızlı, hatasız ve düşük maliyetlerle üretim yaparak ürün kalite ve niteliğini arttırmış, bu durum

pazarda ciddi bir rekabeti ortaya çıkarmıştır. Dünya mobilya imalatında, İsveç kullandığı teknolojiyle, İtalya tasarımlarıyla, Çin ucuz iş gücüyle söz sahibi ülkelerin başında yer almaktadır (Erdoğanaras ve Öndağ, 2018).

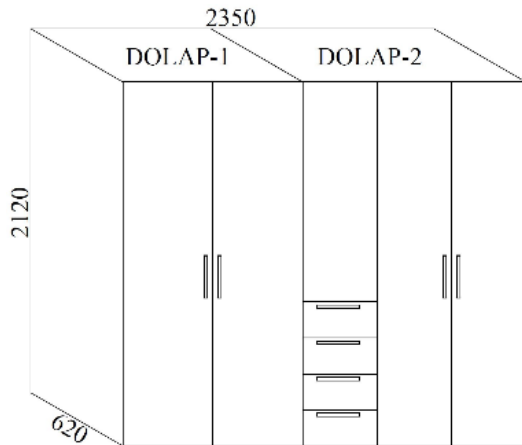
Gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerin kendi ülkesi dışında denizaşırı (offshore) veya komşu (nearshore) ülkelerde mal veya hizmet üretme işlemine uluslararası fason üretim denir (Schniederjans vd. 2005). Son yıllarda küreselleşmenin etkisiyle işçilik maliyetleri, transfer ücretleri, konum gibi faktörler Türkiye'nin uluslararası fason üretim merkezlerinden biri haline getirmiştir. İşletmelerin rekabetçi piyasa koşullarında yüklü sipariş taleplerini karşılamak için kapasite üstü üretimleri fason üretim yöntemiyle yerine getirmektedir. Büyük işletmelerin devamlı olmayan veya az miktarda ürün taleplerini karşılamak amacıyla kendi iş üretim akışını bozmadan işi fason işletmelere yaptırmasına marjinal fason üretim (Özbiçli, 2001), fason üretim yapan firmanın ucuz iş gücü, makina, mekân vs. gibi düşük maliyetli üretim imkânlarını yapılan üretime maliyetine fason üretim, ürünlerin bazı kısım veya parçalarını o işte uzmanlaşmış işletmelere yaptırmasına ise uzmanlaşmış fason üretim denir (Arslan, 1987; Özbiçli, 2001; Oğuz, 2021).

İşletmeler ürün taleplerini karşılamak amacıyla yeterli veya hattı olmayan üretimleri veya uzmanlığı dışında kalan çizim, tasarım, mühendislik, marangozluk, ustalık gibi konularda fason üretimden faydalanmaktadır (İstek ve Özlüsoylu 2021). Son on yıllarda dünyadaki ekonomik kriz tüm şirketleri ve özellikle Küçük ve Orta Ölçekli (KOBİ) işletmeleri yeni pazarlara girmeye, küresel rekabet güçlerini ve yeteneklerini artırmaya zorlamaktadır. Oteller, restoranlar ve perakende mağazaları gibi büyük ölçekli binalar için ürün ve hizmet tedarikini ifade eden sözleşmeli mobilyalar (fason üretim), gelecek vaat etmektedir (Mengoni vd. 2016). Türkiye'de mobilya imalatının ucuz işçi, ucuz hammadde, maliyet avantajı, düzensiz talebi karşılama ve ihtisaslaşma nedenleriyle, Avrupalı firmalara fason üretim yapmakta ve sektör bazında Avrupa'nın fason üretim üssü haline gelmekte olduğu vurgulanmaktadır (Ceylan, 2009; Öztürk, 2009).

Günümüz mobilya imalatında birçok mamul ve yarı mamul üretim fason olarak yapılmakta veya temin edilmektedir. Fason üretimde ahşap levhaların boyutlandırma ve kesim işlemleri optimizasyon programları yardımıyla planlanmakta ve uygulanmaktadır. Bu çalışmanın amacı mobilya üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların ebatlama işleminde optimizasyonun hammadde fire oranı üzerine etkisini araştırılmıştır. Elde edilen veriler değerlendirilerek ebatlamada optimizasyon programlarının kullanılmasının önemi belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada üretimi planlanan elbise dolabı örnek kesim planı için hammadde olarak düz ve desenli 1220x2800x18mm, 2100x2800x18 mm ve 1830x3660x18 mm boyutlarında yonga levha kullanılmıştır. Dolap çizimi "Autocad" programıyla, ebatlama işlemi CAD tabanlı "Biese Optiplanning" programıyla yapılmıştır.



Şekil 1. Optimizasyonu yapılan dolap boyutları

Üretimi planlanan 2120x2350x620 mm boyutlu 2 kısımdan oluşan dolabın (Şekil 1) parça sayısı ve ölçüleri hesaplanarak 3 farklı boyuttaki düz ve desenli levhaların kesim planı Optiplanning programıyla hazırlanmıştır.

Levhaların optimizasyon işlemi sonrası kesim işlemi CNC Router makinesiyle yapılmış, meydana gelen kayıplar dikkate alınarak kullanılan levha ebatları ve kesim maliyetlerine göre verim hesaplanmıştır. Kesimi planlanan levha boyutları ile levhaların düz ve desenli renklerde olması durumlarının verim ve maliyetler üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Deney örneği dolap 2 kısımdan oluşmakta olup parça isimleri ve boyutları Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1

Optimizasyonu ve verim değerlendirmesi yapılan dolap parça boyutları

Ürün adı	Açıklama	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Adet	Ürün adı	Açıklama	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Adet
Dolap 1	Sağ tabla	2.090	600	1	Dolap 2	Sabit raf	600	1014	2
Dolap 1	Üst tabla	1.300	620	1	Dolap 2	Arka bölme	1014	290	1
Dolap 1	Alt tabla	1264	588	1	Dolap 2	Taç	1050	200	1
Dolap 1	Orta dikme	1990	580	1	Dolap köşe	Sol tabla	2090	600	1
Dolap 1	Sabit raf	840	580	2	Dolap köşe	Sağ tabla	2090	600	1
Dolap 1	Seyyar raf	840	580	2	Dolap köşe	Alt tabla	814	814	1
Dolap 1	Çek. üst raf	406	580	1	Dolap köşe	Üst tabla	850	850	1
Dolap 1	Çek. yan	450	130	8	Dolap köşe	Üst taç	330	330	1
Dolap 1	Çek. arka	344	130	4	Dolap köşe	Arka tabla	2090	832	1
Dolap 1	Üst taç	1300	200	1	Dolap köşe	Arka tabla2	814	2090	1
Dolap 2	Sol tabla	2090	600	1	Dolap	Kapak	2090	431	4
Dolap 2	Sağ tabla	2090	600	1	Dolap	Kapak	1250	431	1
Dolap 2	Üst tabla	620	1050	1	Dolap	Çek. ön	248	431	1
Dolap 2	Alt tabla	1014	600	1	Dolap	Çek. ön	180	431	3
Toplam parça sayısı									46

Tablo 1’de gösterilen parça ölçü listesine göre veriler optimizasyon programına girildi ve program yardımıyla levha boyutu ve desenine göre desen yönünün önemli olduğu parçalar dikkate alınarak hesaplamalar yapıldı, en uygun kesim örnek planları hazırlandı. Veriler CNC Router kesme makinesine gönderilerek kesim işlemi yapıldı. Çalışmamızda, kesimi yapılan levha kenarlarının tıraşlama (trim) işlemi 5 mm olacak şekilde ayarlandı. Hammadde olarak kullanılan farklı boyut ve desende her bir levha tipinde ebatlama planına göre fire oranları ve kesim verimleri ilgili optimizasyon programı yardımıyla hesaplanarak levha boyutu ve desenin etkisi belirlendi.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızda örnek dolap üretimine uygun parça boyutları (Tablo 1) dikkate alınarak 220x2800x18 mm, 2100x2800x18 mm ve 1830x3660x18 mm boyutlarında düz (desensiz) ve desenli renkli 6 farklı yonga levha kullanılarak ebatlama işlemi ilgili optimizasyon programıyla tasarlanarak levha maliyetine bağlı olarak parça başı maliyet, toplam maliyet, verim ve toplam verim hesaplanmıştır. Hammadde levha maliyetine göre (boyut-desen) çalışmanın yapıldığı tarihteki güncel fiyatlar (1\$=6,623TL) dikkate alınarak parça başı birim maliyet (TL) ve verim (%) sonuçları hesaplanarak Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

Kesim optimizasyonunda levha boyutu, düz ve desenli renk değişiminin maliyet ve verim üzerine etkileri
1220x2800x18 mm

	Adet		Parça yüzey alanı (m ²)		Maliyet (TL)		Verim (%)	
	Düz	Desenli	Düz	Desenli	Düz	Desenli	Düz	Desenli
Levhalar	10	11	34,16	37,58	2650,00	3080,00	100	100
Parçalar	46	46	25,71	25,71	1994,83	2107,75	75,28	68,43
Tekrar kullanılacak	8	9	5,30	7,74	411	634	15,51	20,61
Talaş/toz	-	-	0,60	0,59	46,32	48,07	1,75	1,56
Düzeltilme kesimleri	-	-	0,40	0,44	31,11	36,16	1,17	1,17
Iskartaya/atık	-	-	2,15	3,09	166,70	253,36	6,29	8,23
Toplam kayıp/fire	-	-	3,15	4,12	244,12	337,58	9,21	10,9
Etkinlik			31,01	33,46	2405,88	2742,42	90,79	89,01
2100x2800x18 mm								
Levhalar	5	6	29,40	35,28	900,00	1200,00	100	100
Parçalar	46	46	25,71	25,71	787,18	874,64	87,46	72,89
Tekrar kullanılacak	1	9	1,78	6,44	54,51	219,11	6,06	18,26
Talaş/toz	-	-	0,46	0,54	14,07	18,47	1,56	1,54
Düzeltilme kesimleri	-	-	0,24	0,29	7,48	9,98	0,83	0,83
Iskartaya/atık	-	-	1,20	2,29	36,76	77,79	4,08	6,48
Toplam kayıp/fire	-	-	1,90	3,12	58,31	106,25	6,48	8,85
Kullanım Etkinliği			27,5	32,16	841,69	1093,75	93,52	91,15
1830x3660x18 mm								
Levhalar	5	5	33,49	33,49	1020,00	1135,00	100	100
Parçalar	46	46	25,71	25,71	783,21	871,51	76,78	76,78
Tekrar kullanılacak	4	5	5,76	4,81	175,32	163,11	17,19	14,37
Talaş/toz	-	-	0,50	0,51	15,36	17,15	1,51	1,51
Düzeltilme kesimleri	-	-	0,27	0,27	8,35	9,29	0,82	0,82
Iskartaya/atık	-	-	1,24	2,19	37,77	73,91	3,70	6,51
Toplam kayıp/fire	-	-	2,02	2,96	61,47	100,38	6,03	8,84
Etkinlik			31,47	30,53	958,53	1034,62	93,97	91,16

Araştırmada üretilen dolap parça sayısı kesim optimizasyon sonucuna göre tasarlanan 1220x2800x18 mm boyutlu düz renkli levha 10 adet levhaya ihtiyaç duyulurken, desenli renkli levhalarda 11 adet levhaya gerek duyulduğu, toplam kayıp oranlarının düz renkli levhalarda %9,21 desenli renkli levhalarda %10,9 olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte düz renkli tüm parça maliyetinin 1994,83 TL desenli levha kullanımında ise 2107,75 TL olarak hesaplanmış, tekrar kullanılacak parça sayısının desenli levhalarda 9 adet, düz renkli levhalarda ise 8 adet olduğu anlaşılmıştır.

2100x2800x18 mm boyutlu 5 adet düz renkli, 6 adet desenli levha kullanımının örnek dolap üretimi için yeterli olduğu, toplam kesim kayıp oranlarının düz renkli levhalarda %6,48, desenli renkli levhalarda %8,85 olarak belirlenmiştir. Bu levhaların kesim sonrası tekrar kullanılacak parça sayısının desenli levhalarda 9 adet, düz renkli levhalarda ise 1 adet olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte 2100x2800x18 mm boyutlu düz levha optimizasyonunda toplam parça maliyetinin 787,18 TL, toplam maliyet kaybının 58,31 TL, desenli renkli levhalarda ise toplam parça maliyetinin 874,64TL, toplam maliyet kaybının 106,25 TL olarak hesaplanmıştır.

1830x3660x18 mm boyutlu 5'er adet düz ve desenli levha yeterli olduğu, toplam kesim verim kayıp oranlarının düz renkli levhalarda %6,03, desenli renkli levhalarda %8,84 olarak hesaplandığı, tekrar kullanılacak parça sayısının düz renkli levhalarda 4, desenli levhalarda 5 adet olduğu görülmüştür. Bu levha boyutunda düz

levhalar için toplam parça maliyetinin 783,21 TL, toplam maliyet kaybının 67,42 TL, desenli renkli levhalarda ise toplam parça maliyetinin 871,51 TL, toplam maliyet kaybının 100,38 TL olarak hesaplanmıştır.

Tüm levha boyutlarında desenli levhalar için toplam parça maliyetinin düz renkli levha kullanımına göre daha yüksel olduğu belirlenmiştir. Bu durumun kesimde toplam verim kayıplarına da yansıdığı, dolayısıyla desenli renkli levhalarda desen önü dikkate alınarak kesim yapıldığından düz renkli levhalara göre daha yüksek verim kaybına neden olduğu belirlenmiştir. Levha boyut değişiminin düz ve desenli levha kullanımına göre parça maliyetlerini çok daha fazla arttırdığı sonucuna varılmıştır. Araştırmada karşılaştırması yapılan farklı boyut ve desen etkileri dikkate alındığında daha uygun olan kullanımın 1830x3660x18 mm boyutlu düz renkli levhalar elde edilmiştir. Bu levha gurubunda toplam parça maliyetleri, toplam verim kayıpları ve toplam maliyet kayıplarının diğer levha guruplarından daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak Tablo 2’de görüldüğü üzere desenli renkli levha gruplarında ıskarta/atık oranı ve toplam kayıp oranlarının düz renkli levhalara göre daha yüksek olduğu, parça veriminin ise daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun desenli levha kullanımlarında desen yönünün etkisinden kaynaklandığı, dolayısıyla desen yönünün parça üretim maliyetini arttırdığı sonucuna varılmıştır. Ancak desen yönünün önemli olmadığı üretimlerde aynı boyutlu levha kullanımında düz veya desenli renkli levha kesim tasarımları (similasyon) aynı olacağından kesim maliyetleri ve ıskarta oranları değişmeyecektir. Bu durumda üretim maliyetleri üzerinde düz veya desenli renkli levha maliyet farkları belirleyici etken olmayacağı, sadece desen farkı maliyetinin etkili olacağı değerlendirilmiştir. Ayrıca böyle üretimlerde levha boyutlarının değişimi maliyetler üzerinde daha etkili olacağı görülmüştür. Desenin veya levha yönünün önemli olduğu üretimlerde optimizasyon tasarımlarında maliyetlerin ve fire oranlarının arttığı görülmüştür.

4. Sonuç ve Öneriler

Mobilya imalatında ebatlamada optimizasyon programları kullanılarak hammadde zayıat azaltılarak, minimum zayıatla üretim gerçekleştirilmektedir. Fason üretimde yöntemiyle mobilya üretiminde panel boyutlandırma ve kesim işlemlerinde fire olarak tabir edilen ölçüler dışında kalan kesim parçaları başka bir üretimde kullanılmaktadır. Bu durum fason üretim maliyetlerini kısmen düşmesine katkı sağlamaktadır. Üretiminde kullanılan yonga ve lif levha panellerin ebat ve desenleri fire miktarını etkilediğinden üretilecek ürünün maliyetlerini de etkilemektedir. Genellikle işletmelerde optimizasyon programı kullanılmasına rağmen üretilecek ürün çeşidine bakılmaksızın stoklarda mevcut olan panel ebatlarına göre üretim yapılmaktadır. Oysa üretilecek parça boyutuna göre farklı boyutlardaki levhalar kullanılmasında verim değişmektedir. Bu çalışmada kullanılan dolap üretimi örneğinde bu durum verilerle ortaya konarak levha boyutunun verim ve maliyet üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Aynı ölçülerdeki parçaların 3 farklı ebatta düz ve desenli renkler için kesimde oluşan verim kaybı ve fire oranlarındaki değişimler ortaya konmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre örnek dolap üretiminde 1220x2800x18 mm boyutlu 10 adet düz renkli, 11 adet desenli levha kullanılmıştır. Bu ebatlardaki panellerin etkin kullanım verimleri düz renkliler için %90,79, desenlilerde ise %89,01 olduğu belirlenmiştir. Kesim sırasında oluşan talaş miktarının düz ve desenli levhalarda aynı oranlarda olduğu görülmüştür. Dolap üretiminde kullanılacak tüm levha parça maliyetinin diğer levha boyutlarına göre oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Toplam parça maliyetleri karşılaştırıldığında 1220x2800x18 mm boyutlu levhaların 1830x3660x18 mm boyutlu levhalara göre %171,37 ve 2100x2800x18 mm boyutlu panellere göre ise %194,44 daha yüksek olduğu hesaplanmış. Dolayısıyla hammadde olarak kullanılan levha boyutlarının azalması üretim maliyetini artırmaktadır. Bununla birlikte, 2100x2800x18 mm boyutlu levha optimizasyonunda 5 adet düz renkli, 6 adet desenli levhaya ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir. Bu boyutlarda kesim veriminin düz renklilerde %93,52 ve desenli levhalarda %91,15 olduğu hesaplanmıştır. Desenli levha kullanımında 1830x3660x18 mm boyutlu levhaların diğer boyutlu desenli levhala boyutlarına göre maliyetinin daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, çalışmada üretimi planlanan dolap örneğinin farklı boyutlardaki panellerin kullanılarak yapılan optimizasyonu ve kesim modelleri incelendiğinde 1220x2800x18mm düz renkli 10 adet, desenli 11 adet, 2100x2800x18 mm boyutlu düz renkli levhalardan 5 adet, desenli 6 adet ve 1830x3660x18 mm boyutlu düz ve desenli 5'er adet levhaya gerek duyulduğu belirlenmiştir. Levha boyutları büyüdükçe maliyetlerin arttığı, ancak kullanılan levha sayısının azalması nedeniyle birim maliyetlerin düştüğü görülmüştür. Her üç boyutta düz renkli levhaların fire oranlarının desenli levhalardan daha düşük olduğu, dolayısıyla kesim veriminin yüksek olduğu ve parça maliyetlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Desenli kesimlerde düz kesimlere göre fire oranının daha fazla olduğu, parça maliyetlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hem düz hem de desenli kesimler için 1220x2800x18 mm levha boyutunun diğer iki boyutta levha kullanımına göre daha yüksek maliyet ve fire oranları oluşturduğu bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar ışığında fire oranları dikkate alındığında düz renklerde 2100x2800x18 mm boyutlu levhaların üretim maliyetlerinin diğerlerinden daha uygun olduğu, desenli levha kullanımında ise 1830x3660x18 cm boyutlu levhaların kullanılmasının daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak elde edilen verilere göre panel desen ve boyutunun üretilecek ürünün maliyeti üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde aşağıdaki hususlar dikkate alınması önerilmektedir.

- Mobilya üretiminde levha kesim işlemlerinin optimizasyon programı ile yapılması verim kayıplarını azaltacaktır.
- Optimizasyon işlemi tüm panel ebatları için tasarlanmalı ve elde edilen sonuçlar dikkate alınarak değerlendirilmeli, düşük maliyet ve fire oranlı levha ebatları seçilmelidir.
- Optimizasyon sonuçlarıyla birlikte parça alanına üzerinde birim levha maliyetleri de hesaplanarak kesimde kullanılacak levha boyutu belirlenmesinde dikkate alınmalıdır.
- Düz renkli levha kullanımı desenli levha kullanımına göre daha düşük fire ve maliyetli olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.
- Eğer optimizasyon imkanı bulunmuyor veya farklı boyutlu levha teminin mümkün değilse daima daha büyük boyutlu levhalar tercih edilmelidir.

Yazar Katkıları

Abdullah İSTEK: Çalışma konusunun seçimi, sonuçların değerlendirilmesi ve makale yazımı

Hatice OĞUZ: Deney çalışmalarının yapımı ve yazımı

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Kaynaklar

- Arslan, M. (1987). *Dünyada ve Türkiye’de fason imalatı*. (Doktora tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Ataman, G. (2002). *İşletme Yönetimi; Temel Kavramlar ve Yeni Yaklaşımlar*. 2.Baskı, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 338s.
- Ateş, Y. (2014). *Konut iç mekân mobilyasının gelişim sürecini etkileyen faktörlerin irdelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Bolat, T. ve Yılmaz, Ö. (2006). Dış kaynaklardan yararlanma ve işletme performansı ilişkisi. *Journal of Management and Economics Research*, 4(5), 78-92. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/203544>
- Ceylan, A. (2009). *Mobilya sektöründe tedarik zinciri yönetimi ve bir uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Düren, Z. (2000). *2000’li Yıllarda Yönetim*. 2. Basım, Alfa Basım Yayım Dağıtım. İstanbul. <https://avesis.istanbul.edu.tr/yayin/1f2f4a1b-986d-41b6-ba04-16e695c3395c/2000li-yillarda-yonetim>
- Engin, D. (2011). *Günümüz mobilya tasarımının zaman içinde değişen insan gereksinimleri ışığında incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Erdoğanaras, F. ve Öndağ, T. (2018). *Yeni teknolojilere dayalı olarak Ankara mobilya sektörünün yeniden*

- yapılanması. TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, ss.424-444. Ankara, Türkiye, 3 - 06 Ekim 2018, ss.424-444
- ESA (1997). *Yapı Endüstri*. Merkezi Yayın Evi, 3.Cilt, Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi, İstanbul, 1716 s.
- İnal, M. E., & Toksarı, M. (2006). Mobilyacılık sektöründe karşılaşılan pazarlama sorunları ve bu sorunlara çözüm üretmeye yönelik bir araştırma: Kayseri örneği. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 2(4), 105-121. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1145193>
- İstek A. ve Özlüsoylu İ. (2021). Türkiye Mobilya Sanayinin Durumu ve Fason Üretim, Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler-II. Gece Kitaplığı, s:31-48. Erişim adresi: <https://www.platanuskitap.com/icerik/2021-aralik-donemi-uluslararası-kitap-bolumu>
- Kanzuk, O. (2017), *İşletmelerde dış kaynak kullanımı ve çalışanlar üzerindeki etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Karacaoğlu, K. (2001). Dış kaynaklardan yararlanma ve teknoloji ile ilgili dış kaynaklardan yararlanmanın Türkiye’de bankacılık sektöründe uygulamaları. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Koç, Y. (2001). *Taşeronluk ve fason üretim: sorunlar, çözümler*, Türk-iş eğitim yay. No 61, Ankara
- Malkoçoğlu, A. (1989). *Mobilya Endüstrisi Ders Notları (Yayınlanmamış)*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.
- Mengoni, M., Peruzzini, M., Bordegoni, M., ve Mecella, M. (2016). Toward an integrated platform to support contract furniture industry. *Computer-Aided Design and Applications*, 13(5), 662-674.
- Oğuz, H. (2021). *Mobilya sanayinde fason üretim: Ahşap levha ebatlama optimizasyon örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Özbilgi, E. (2001). *Fason üretim ve muhasebe işlemleri*. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Özdemir, T. (1996). Mutfak mobilyası üretiminde kullanılan yüzey kaplama malzemelerinin yonga levha kalitesi üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Öztürk, Z. (2009) *Kayseri imalat sanayinde fason üretim*. Seminer Çalışması. Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, <https://silo.tips/download/tc-ercdyes-ndversdtesd-sosyal-bldmler-enstdts>
- Ratnasingam, J. (2003). A matter of design in the South East Asian wooden furniture industry. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 61(2), 151-154. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00107-003-0375-8>
- Schniederjans, M. J., Schniederjans, A. M., ve Schniederjans, D. G. (2015). *Outsourcing and insourcing in an international context*. Routledge.
- Serin, H., Şahin, Y., ve Durgun, M. (2013). Küçük ölçekli mobilya işletmelerinde gürültü analizi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormanlık Dergisi*, 9(2), 1-8. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/271477>
- Serin, H., Şahin, Y., ve Durgun, M. (2014). Furniture sector of Turkey. *European Journal of Research on Education, EJRE*, 2, 149-153. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Muhammet-Durgun/publication/275308192_Furniture_Sector_of_Turkey/links/55374a4f0cf218056e955144/Furniture-Sector-of-Turkey.pdf
- Şahin, Y. ve Serin, H. (2018). Diyarbakir ili mobilya sanayisinin GZFT analizi ile değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 2(1), 83-90. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/466188>
- TSE 4521. Ağaç Mobilya, Terimler ve Tanımlar, Türk Standartları Enstitüsü Kurumu, Ankara, 1985.
- Tutar, A.E., İnaç, H., ve Güner, Ü. (2006). Dış kaynak kullanımının (outsourcing) makroekonomik etkileri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8.2: 279-296. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/19052>
- Uzuner, M. (2020). *Mobilya tasarımında ahşap malzeme kullanımının değerlendirilmesi: bursa inegöl mobilya firmaları örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>
- Yavaş, G. (2011). *İşletmelerin rekabet stratejilerinde dış kaynak kullanımı: dış kaynak kullanımını motive eden faktörler ve riskleri üzerine bir araştırma* (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>