

ULUSLARARASI SOSYAL ARAŞTIRMALAR DERGİSİ THE JOURNAL OF INTERNATIONAL SOCIAL RESEARCH

Cilt: 12 Sayı: 67 Yıl: 2019
www.sosyalarastirmalar.com
Issn: 1307-9581



Volume: 12 Issue: 67 Year: 2019
www.sosyalarastirmalar.com
Issn: 1307-9581

Doi Number:
<http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2019.3787>

AHŞAP ESASLI LEVHA SEKTÖRÜNDE KAPLI LEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILAN MAKİNELERİN VERİMLİLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE PROMETHEE YÖNTEMİ İLE ÜRETİM HATLARININ PERFORMANS SIRALAMASININ BELİRLENMESİ: ÖRNEK BİR ÇALIŞMA EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY OF THE MACHINES USED IN THE PRODUCTION OF CAPSHEET IN THE WOOD-BASED PANEL SECTOR AND DETERMINATION OF THE PERFORMANCE RANKING OF PRODUCTION LINES THROUGH PROMETHEE METHOD: A SAMPLE STUDY

Serdar YARLIKAŞ*
Cafiye ARSLANER**
Ömer Avni BARIŞ***

Öz

Bu araştırmada ahşap esaslı levhaların kaplama preslerinin verimliliğinin incelenmesi ve seçilen üç üretim hattının performans sıralamasının yapılması amaçlanmıştır. Çünkü levha ürünleri çoğunlukla seri mobilya üretiminde kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu levha ürünlerinde (yonga levha, MDF, kontraplak) malzeme yüzeyinin kaplanması ve değerinin artırılması hem estetik hem de direnç özelliklerinin iyileştirilmesi yönünden önemlidir. Araştırmada ahşap bazlı panel üretim sektörü ve kaplı levha üretiminin nasıl yapıldığı belirtilmiştir. Ayrıca kaplı levha üretim makinelerinin verimliliklerinin değerlendirilmesi sektörel bir uygulama ile açıklanmıştır. Bu makineler levha kaplama teknolojisinde sıcaklık ve basınç ana unsur olarak kullanılan kısa storklu ve sürekli presler başlıca olmak üzere emprenye edilmiş kağıtların ham levha olarak MDF, yonga levha ve HDF ürünlerine presleyerek uygulayan makinelerdir. Bu araştırmada kaplama presi (short cycle pres) olarak adlandırılan presler üzerinde çalışma gerçekleştirilmiştir. Daha sonra seçilen üç üretim hattının performans sıralaması PROMETHEE yöntemi ile yapılmıştır. Sonuç kısmında ise uygulama yapılan üretim hatlarının iyileştirme önerileri belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ahşap, Levha, Verimlilik, İyileştirme, PROMETHEE.

Abstract

In this research, it is aimed to investigate the efficiency of the coating presses of wood based boards and to perform the performance ranking of the three production lines selected. Because sheet products are mostly used in the production of serial furniture. Therefore, coating and increasing the value of the material surface in these board products (particle board, MDF, plywood) is important in terms of improving both aesthetic and resistance properties. In this research, it is stated that wood based panel production sector and coated plate production are made. In addition, the evaluation of the efficiency of coated sheet production machines is explained by a sectoral application. These machines are the machines which apply impregnated paper to MDF, particle board and HDF products as raw sheet, mainly short stork and continuous presses which are used as the main element of temperature and pressure in sheet coating technology. In this research, a study was carried out on presses called short cycle presses. Then, the performance ranking of the selected three production lines was made by PROMETHEE method. In the conclusion part, improvement suggestions of the production lines are stated.

Keywords: Wood, Sheet, Productivity, Improvement, PROMETHEE.

* Dr. Öğr. Üyesi, Kocaeli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler Ana Bilim Dalı, serdar.yarlikas@kocaeli.edu.tr

** Yüksek Lisans Öğrencisi, Kocaeli Üniversitesi Üretim Yönetimi ve Pazarlama Ana Bilim Dalı, cafiye.arslaner@gmail.com

*** Makine Mühendisi, Kocaeli Üniversitesi İşletme İkinci Öğretim Tezsiz Yüksek Lisans Mezunlu, omerbaris@hotmail.com



Giriş

Bu araştırmanın amacı ahşap esaslı levhaların kaplama preslerinin, üretimdeki izlenebilir değişkenlerinin üretim çıktıları üzerindeki etkisini belirleyip, bu değişkenlere etki eden kaynakları teknik olarak iyileştirme fırsatlarını ortaya çıkarabilmesi ve PROMETHEE yöntemi ile üretim hatlarının performans sıralamasının yapılması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda aynı özelliklere sahip 3 ayrı ahşap esaslı levha kaplama üretim hattında örnek bir çalışma yapıp, üretim hatlarının izlenebilir değişken değerleri birbiri ile karşılaştırmak ve bu üretim hatlarının değişken verilere göre daha etkin kullanılabileceği, üretim hatlarının üretim kayıplarını ve arıza oluşumunu engelleyecek gelecekte iyileştirme fırsatlarını ortaya çıkması sağlamaktır.

Bu çalışmanın birinci adımında ahşap esaslı levhalarla kaplı levha üretiminde kullanılan malzemelerin kısaca tanımı yapılmıştır. Kaplama işini gerçekleştiren pres incelemiş ve çalışma prensibi anlatılmıştır. Preslerin üretimine etki eden değişkenler belirlenmiş ve bu değişkenlerin üretime direk etki edenlerin ayıklama adımları gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak 13 adet değişken ayıklama adımında seçilmiştir.

İkinci adımda ise üç üretim hattına ait bu veriler belirli bir tarih aralığındaki ölçümü alınmıştır. Her üretim hattı için 13 değişkene ait 290'ar adet veri tespiti yapılmıştır. Toplanan bu verilerin ortalamaları hesaplanarak bir tablo oluşturulmuş ve daha sonra bu üç üretim hattının performans sıralamaları PROMETHEE yöntemi ile belirlenmiştir.

Araştırmanın son adımında ise elde edilen bulgular belirtilmiş, üretim hatlarının performans sıralaması yapıp bu hatların durumu yorumlanmıştır. Daha sonra ise üretim hatları için gelecekte yapılacak olan çalışmalar için tavsiyelerde bulunulmuştur.

1.Literatür

Ülkemizde ahşap esaslı levha üretiminde son on yıllarda önemli artışlar meydana gelmiştir. Çünkü ülkemiz orta-yüksek yoğunlukta lif levha ile yonga levha üretiminde ülkeler arasında en önemli üreticilerindedir. Ahşap esaslı levhalar genellikle mobilya sektöründe kullanılmasının yanı sıra orman ürünleri sanayi sektöründe ve daha birçok alanda kullanılmaktadır. Bunun sebebi ise diğer odun türlerine göre ucuz olması, çok sayıda ihtiyacı karşılayabilmesi, kolay işlenmesi ve tercih edilen özelliklere göre üretilebilmesi olmasıdır. Bunlara ek olarak temizlik ve bakımının basit ve kolay olması, istenilen desen ve renkte üretilebilmesi de tercih edilme sebepleri arasındadır.

Ağaç malzemeleri hem masif hem de odun kompozitleri gibi geniş alanlarda kullanılmaktadır. Masif odunun pahalı olması ve geniş yüzeylerde yetersiz kalması sebebiyle ahşap levhalar üretilmektedir. Bu ahşap levhaların içinde MDF(lif levha), yonga levha, HDF, kontrplak vb. ürünler yer almaktadır.

1.1.Kaplı Levha Üretimindeki Değişkenler

Kaplı levha üretimine etki eden ve sürekli anlık olarak veri alınabilen değişkenlerdir. Kaliteye etki eden veriler göz önüne alındığında 13 adet değişken ortaya çıkmaktadır. Bunlar:

Kalınlık Aktüel: Kaplanacak levhanın gerçekleşen kalınlık değeridir.(Akbulut ve Ayrılmış, 2001,26)

Değer aralığı: 4-30 mm

Değer aralığı dışarısında, minimum altında ise istenilen yüzey oluşmaz, levhada kırılmalar yaşanabilir ve standart dışı ürün oluşur. Maksimum üzerinde ise ürün oluşur ancak o parti için standart dışı olur.

En: Kaplanacak levhanın mm biriminden kısa kenar ölçüsüdür.(Kaya, 2018,905)

Değer aralığı: 1830-2100 mm

Değer aralığı dışında, levha eni minimum altında ise kaplanacak kağıt ve levha ölçüleri birbirini örtmez, kenardan kağıt çok fazla sarkar ürün 2. Kalite oluşur. Maksimum üzerinde ise yine kaplanan kağıt levhadan alan olarak küçük olduğundan kaplanmamış bölgeler kalır ve standart dışı ürün oluşur.

Boy: Kaplanacak levhanın mm biriminden uzun kenar ölçüsüdür.(Taş vd., 2007,7)

Değer aralığı: 2800-3660 mm

Değer aralığı dışında, levha boyu minimum altında ise kaplanacak kağıt ve levha ölçüleri birbirini örtmez, kenardan kağıt çok fazla sarkar ve ürün 2. Kalite oluşur. Maksimum üzerinde ise yine kaplanan kağıt levhadan alan olarak küçük olduğundan kaplanmamış bölgeler kalır ve standart dışı ürün oluşur.

Statik: Kaplanacak levha üzerine yüklenen elektrik yüküdür.(Kaya, 2018,905)

Değer aralığı: 50-80 V



Değer aralığı dışında, minimum altında ise kağıt levha yüzeyinden kayar ve preslemez, standart dışı ürün oluşur. Maksimum üzerinde ise kağıt kırılabilir ve standart dışı ürün oluşur.

Ana Sistem Basıncı Aktüel: Sistem basınç set değerinin gerçekleşen anlık değeridir.(Nemli vd., 2004,89)

Değer Aralığı: 50-280 bar

Değer aralığı dışında, minimum altında ise yeterli basınç oluşmayacağından kağıt levha yüzeyine kaplanamaz ve standart dışı ürün oluşur. Maksimum üzerinde ise yüksek basınçtan dolayı levha yüzeyinde çukurluklar ve kırılmalar olur. Dolayısıyla ürün standart dışı olur.

Alt Plaka Sıcaklık: presleme işlemini gerçekleştiren bloğun alt plaka sıcaklık set değeridir.

Değer aralığı: 150-210 °C

Değer aralığı dışında minimum altında ise alt yüzeyde su buharı oluşur ve ikinci kalite ürün oluşur. Maksimum üzerinde ise levha pres plakasına yapışır ve yanmış bir yüzey oluşur. Dolayısıyla standart dışı ürün oluşur.

Üst Plaka Sıcaklık: Presleme işlemini gerçekleştiren bloğun üst plaka sıcaklık set değeridir.

Değer Aralığı: 150-210 °C

Değer aralığı dışında minimum altında ise üst yüzeyde su buharı oluşur ve ikinci kalite ürün oluşur.

Presleme Zamanı Gerçekleşen: Üretilen kaplı levhanın preste basınçta kaldığı süredir(Aydın vd., 2015,593).

Değer Aralığı:3-355 saniye

Değer aralığı dışında minimum altında ise yeterli presleme zamanı olamayacağından kağıt, levha yüzeyine kaplanamaz ve standart dışı ürün oluşur. Maksimum üzerinde ise levha pres makinasına yapışır ve yanmış bir yüzey oluşur. Dolayısıyla standart dışı ürün oluşur.

Basıncısız Bekleme Zamanı: Ürünün pres içindeki basınç olmadan kaldığı süredir.

Değer Aralığı: 0,9-1,5 saniye

Değer aralığı dışında minimum altında ise; pres besleme boşaltma arabasının çıkması için yeterli zaman kalmadığından preste mekanik arıza oluşur ve ürün oluşmaz. Maksimum üzerinde ise alt yüzeyde su buharı ve erken körleşme meydana gelir ve 2. kalite ürün oluşur.

Özgül Basıncı: Üretilen ürünün pres içerisinde basınç altında 1cm²lik alanına uygulanan basıncın kg biriminden değeridir.

Değer Aralığı: 30-42 kg/cm²

Değer aralığı dışında minimum altında ise yeterli basınç oluşamayacağından kağıt, levha yüzeyine kaplanamaz ve standart dışı ürün oluşur. Maksimum üzerinde ise yüksek basınçtan dolayı levha yüzeyinde çukurluklar, kırılmalar olur ve standart dışı ürün oluşur.

Kazandan Gelen Yağın Sıcaklığı: Presleme işleminde ihtiyaç olan ısı kaynağının sağlandığı kazandan gelen kızgın yağ sıcaklığının anlık değeridir.

Değer Aralığı: 180-290 °C

Değer aralığı dışında minimum altında ise her iki yüzeyde su buharı oluşur ve ortaya 2. kalite ürün çıkar. Maksimum üzerinde ise mekanik olarak problem oluşturur ve ürün oluşmaz.

Hidrolik Yağ Sıcaklığı: Presleme işleminde gerekli olan basınç iletimini sağlayan hidrolik yağın anlık sıcaklık değeridir.(Kocabaş, 1999,319)

Değer Aralığı: 30-55 °C

Değer aralığı dışında ise hem minimum altında hem de maksimum üzerinde ise hidrolik yağ viskozitesi artar ve azalır yağ yapısı bozulur, pres çalışmaz ve ürün oluşmaz.

Piston Sıcaklığı: Basıncı silindirlere yüzeylerindeki sıcaklığın anlık değerleridir.(Kırık, 2012,12)

Değer Aralığı: 40-80 °C

Değer aralığı dışında minimum altında ise pres yeterli sıcaklığı ulaşmamış demektir ve kaplama işlemi gerçekleşemez, standart dışı ürün oluşur. Maksimum üzerinde ise piston keçeleri zarar görür, başlangıçta sorun olmayabilir ancak ilerleyen zamanda yağ kaçaqları oluşup mekanik arıza çıkar ve ürün oluşmaz. Tablo 1'de bu 13 değişkenin değer aralıkları ve değer aralığı dışındaki sonuçları yer almaktadır.



Tablo 1: Değişkenlerin Değer Aralıkları Ve Değer Aralık Dışı Durumu

| KRİTERLER | Değer Aralığı | | Birim | Değer Aralığı Dışında Sonuçlar | |
|------------------------------|---------------|------|-------|--------------------------------|--------------------|
| | Min | Max | | Minimum Altı | Maksimum Üzeri |
| Kalnlık Aktüel | 4 | 30 | mm | Standart Dışı Ürün | Standart Dışı Ürün |
| En | 1830 | 2100 | mm | 2. Kalite Ürün | Standart Dışı Ürün |
| Boy | 2800 | 3660 | mm | 2. Kalite Ürün | Standart Dışı Ürün |
| Statik | 50 | 80 | V | Standart Dışı Ürün | Standart Dışı Ürün |
| Ana Sistem Basıncı Aktüel | 50 | 280 | Bar | Standart Dışı Ürün | Standart Dışı Ürün |
| Alt Plaka Sıcaklık | 150 | 210 | °C | 2. Kalite Ürün | Standart Dışı Ürün |
| Üst Plaka Sıcaklık | 150 | 210 | °C | 2. Kalite Ürün | Standart Dışı Ürün |
| Pres Zamanı Gerçekleşen | 3 | 35 | s | Standart Dışı Ürün | Standart Dışı Ürün |
| Basıncısız bekleme zamanı | 0,9 | 1,5 | s | Ürün Oluşmaz | 2. Kalite Ürün |
| Özgül basınç | 30 | 42 | Bar | Standart Dışı Ürün | Standart Dışı Ürün |
| Kazandan gelen yağ sıcaklığı | 180 | 295 | °C | 2. Kalite Ürün | Ürün Oluşmaz |
| Hidrolik yağ sıcaklığı | 30 | 55 | °C | Ürün Oluşmaz | Ürün Oluşmaz |
| Piston sıcaklığı | 40 | 90 | °C | Standart Dışı Ürün | Ürün Oluşmaz |

2.Yöntem

Yöntem alternatiflere ilişkin tercih fonksiyonu oluşturulmasına imkân tanımakla beraber, alternatiflerin ikili kıyaslamasının yapılmasını sağlamaktadır. Alternatiflere ilişkin sıralama kısmı ve tam sıralama olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Yöntemin temel aşamaları aşağıda yer aldığı üzeredir(Dağdeviren ve Eraslan, 2008,70; Şenkayas ve Hekimoğlu, 2013,69).

1.Adım: Veri Matrisinin Oluşturulması;

İlk olarak karar seçeneklerinin ve değerlendirme faktörlerinin yani ölçütlerin belirlenmesi gerekir. Daha sonra ölçüt ağırlıkları belirlenir. Bu adımın son aşamasında karar seçeneklerinin belirlenen ölçütlere göre performansları belirlenir.

Sonuçta $w = w_1, w_2, w_3, \dots, w_k$ ölçüt ağırlıkları ile k ölçüte $c = (f_1, f_2, \dots, f_k)$ göre değerlendirilen karar seçenekleri $s = (A, B, C, \dots)$ ile veri matrisi oluşturulur.

2.Adım: Ölçütler İçin Tercih Fonksiyonların Belirlenmesi;

Karar vermede kullanılacak kriterler için bir tercih fonksiyonu belirlenir. Bu adımda olağan, U tipi, V tipi, seviyeli(kademeli), doğrusal ve Gaussian olmak üzere 6 tip tercih fonksiyonu bulunmaktadır

3.Adım: Ortak Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi;

Her bir kriter için karar seçeneklerinin ikili karşılaştırılmaları belirlenen tercih fonksiyonuna göre yapılır ve ortak tercih fonksiyonları Eşitlik (1) ile belirlenir.

$$P(a, b) = \begin{cases} 0 & , f(a) \leq f(b) \\ p(f(a) - p(f(b)), & f(a) > f(b) \end{cases} \quad (1)$$

4.Adım: Tercih İndekslerinin Belirlenmesi;

3. adımda belirlediğimiz fonksiyonlardan yola çıkarak her alternatif ikilisi için tercih indeksleri Eşitlik (2) ile hesaplanır.

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^k w_i P_i(a, b) \quad (2)$$

5.Adım: Alternatifler İçin Pozitif Φ^+ ve Negatif Φ^- Üstünlükleri Belirlemek;



Bu adımda ise tercih indeksleri belirlendikten sonra her alternatif ikilisi için pozitif Φ^+ ve negatif Φ^- üstünlük değerleri Eşitlik (3) ve Eşitlik (4) ile hesaplanır.

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum \pi(a, b) \quad (3)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum \pi(b, a) \quad (4)$$

6.Adım: PROMETHEE I İle Kısmi Önceliklerin Belirlenmesi;

Bu adımda ise alternatiflerin pozitif ve negatif üstünlük değerlerinin ikili karşılaştırmaları yapılır.

Eğer ortaya çıkan sonuç bunlardan biri ise, a ile b birbirinden farksızdır.

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \quad ve \quad \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (5)$$

Eğer ortaya çıkan sonuç bunlardan biri ise, a, b'ye tercih edilir.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \quad ve \quad \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad ya \quad da$$

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \quad ve \quad \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad ya \quad da$$

$$\Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad ve \quad \Phi^+(a) = \Phi^+(b) \quad (6)$$

Eğer ortaya çıkan sonuç bunlardan biri ise, a ile b birbiri ile karşılaştırılmaz.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \quad ve \quad \Phi^-(a) > \Phi^-(b) \quad ya \quad da$$

$$\Phi^+(a) < \Phi^+(b) \quad ve \quad \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (7)$$

7.Adım: PROMETHEE II ile Tam Sıralama

Karar seçeneklerinin tam öncelikleri Eşitlik (8) ile hesaplanır. Daha sonra ortaya çıkan değerler büyükten küçüğe doğru sıralanıp değerlendirilir.

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (8)$$

Bu eşitliğe göre a ve b alternatifleri için elde edilen tam öncelik değerlerine göre aşağıdaki kararlar alınır.

- $\Phi(a) > \Phi(b)$ ise a karar seçeneği daha üstündür,
- $\Phi(a) = \Phi(b)$ ise a ve b karar seçenekleri farksızdır.

3.Uygulama

Bu araştırmada ahşap esaslı levhaların dekor kağıdı ile kaplamasının yapıldığı kaplama preslerinin, gerçek verilere dayanarak bir işletmeye ait üç ayrı üretim hattında verimliliğinin ve etkinliğinin değerlendirilmesidir. Verimliliğe etki eden değişkenlerin belirli bir zaman aralığında, araştırmamızda 3 Nisan 2019 ve 4 Nisan 2019 tarihleri arasında endüstriyel orman ürünleri üzerine faaliyet gösteren bir firmada benzer ürünlerin kaplamasının yapıldığı üretim hatlarında yapılmıştır.

Verimliliğe etki eden değişkenler araştırmamızda, ortalama değerleri kullanarak üretim hatlarının karşılaştırılması yapılmış ve PROMETHEE yöntemi ile performans sıralaması yapıp, elde edilen sonuçlarla etkisiz ve verimsiz döneme ait yapılması gerekli olan teknik yorumlar eklenerek iyileştirme önerileri sonuç bölümünde açıklanacaktır.

Araştırmamızda veri aldığımız dönemde, üretimin olmadığı anlarda alınan veriler her ne kadar sağlıklı olmayıp kısıt oluştursa da yorumlar ve sonuçlar kısmında bu durumlara dikkat edilerek değerlendirmeler yapılmıştır.

Araştırmayı uyguladığımız firma mobilya, dekorasyon ve inşaat sektörünün ihtiyaç duyduğu ahşap levha ürünleri ile üretilen MDF, tezgah, kapı paneli, yonga levha vb. ürünler üretmektedir. Türkiye, Ağaç Bazlı Panel Endüstrisinin %32'lik pazar payına sahiptir. 10 lokasyonda 13 ayrı fabrikası bulunmaktadır. Firma her gün 1600 konutluk parke, 2400 konutun mobilyası için gerekli panel, 4000 konut için gerekli kapı panelini üreterek 77 ülkeye ihracat yapmaktadır.

Bu bölümde ele aldığımız 13 değişken 3 ayrı kaplama hattında 3 Nisan 2019 saat 00:00 ve 3 Nisan 2019 saat 24:00 tarihleri arasında her 600 saniyede bir değer alınarak incelenmiştir. Değerler her 600 saniyede bir alınarak tekrara kaçmak önlenmeye çalışılmıştır. Her bir hat için 13 değişkenin 290 adet verisi 3 Nisan 2019 00:00 dan başlamak üzere 600, saniyedeki veri değerlendirilmiştir. Daha sonra PROMETHEE yöntemine



göre bu 3 üretim hattının performans sıralamasının değerlendirilmesi için bu hatların 13 değişkene ait değerlerinin ortalaması alınmıştır.

Tablo 2: Üretim Hatları ve Değişkenlerin Ortalama Değerleri

| | Üretim Hattı 1 Ortalama | Üretim Hattı 2 Ortalama | Üretim Hattı 3 Ortalama |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Kalınlık Aktüel | 15,77 | 17,13 | 18 |
| En | 2100 | 2100 | 1830 |
| Boy | 2800 | 2800 | 3660 |
| Statik | 67,59 | 50 | 59 |
| Ana Sistem Basıncı Aktüel | 138,75 | 99,09 | 65,79 |
| Alt Plaka Sıcaklık | 204,33 | 207,65 | 207,98 |
| Üst Plaka Sıcaklık | 203,01 | 206,39 | 208,39 |
| Pres Zamanı Gerçekleşen | 4,88 | 3,26 | 3,85 |
| Basıncsız bekleme zamanı | 1,21 | 1,11 | 1,34 |
| Özgül basınç | 35,77 | 34,11 | 34,23 |
| Kazandan gelen yağ sıcaklığı | 276,37 | 267,8 | 262,87 |
| Hidrolik yağ sıcaklığı | 40,49 | 36,51 | 34,49 |
| Piston sıcaklığı | 85,951 | 68,03 | 66,09 |

1.Adım: Veri Matrisinin Oluşturulması; Öncelikle değişkenler kodlanmalıdır. Örneğin “Kriter 1” (K1) olarak;

- **K1:** Kalınlık Aktüel
- **K2:** En
- **K3:** Boy
- **K4:** Statik
- **K5:** Ana Sistem Basıncı Aktüel
- **K6:** Alt Plaka Sıcaklık
- **K7:** Üst Plaka Sıcaklık
- **K8:** Pres Zamanı Gerçekleşen
- **K9:** Basıncsız bekleme zamanı
- **K10:** Özgül basınç
- **K11:** Kazandan gelen yağ sıcaklığı
- **K12:** Hidrolik yağ sıcaklığı
- **K13:** Piston sıcaklığı

Alternatifler ise;

- **A1:** Üretim Hattı 1
- **A2:** Üretim Hattı 2
- **A3:** Üretim Hattı 3 olarak adlandırılmıştır.

Her bir kriterlerin ağırlıkları eşit olarak hesaplanmıştır. $(1/13(\text{kriter sayısı})=0,077)$

Tablo 3: Veri Matrisi

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 | K13 |
|----|------|-----|-----|------|-------|-------|-------|-----|-----|------|-------|------|------|
| A1 | 5,76 | 100 | 800 | 7,59 | 38,75 | 04,33 | 03,01 | ,87 | ,21 | 5,77 | 76,34 | 0,49 | 5,95 |
| A2 | 7,13 | 100 | 800 | 0 | 9,09 | 07,65 | 06,39 | ,26 | ,11 | 4,11 | 67,8 | 6,51 | 8,03 |



| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|-----|-----|---|------|-------|-------|-----|-----|------|-------|------|------|
| A3 | 8 | 830 | 660 | 9 | 5,79 | 07,98 | 08,39 | ,85 | ,34 | 4,23 | 62,87 | 4,49 | 6,09 |
|----|---|-----|-----|---|------|-------|-------|-----|-----|------|-------|------|------|

2. Adım: Ölçütler İçin Tercih Fonksiyonları Belirlenmesi;

Bu performans sıralama probleminde kriterin hepsi belirli bir değer aralığına sahip olduğu için her bir kriter tercih fonksiyonu 4.tip(seviyeli) tercih fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Değer aralığı dışındaki sonuçlardan yola çıkarak K9(Basıncısız Bekleme Zamanı) maksimizasyon yönlü diğer kriterler ise minimizasyon yönlü olarak düzenlenmiştir. Yani;

$$p(d) = \begin{cases} 0 & , & Idl \leq q \\ 1/2 & , & q < Idl \leq p \\ 1 & , & Idl > P \end{cases}$$

3. Adım: Ortak Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi;

2. adımda belirlenen tercih fonksiyonu ile her bir kriter için alternatiflerin ikili kıyaslamalar yapıldıktan sonra ortak tercih fonksiyonları belirlenir. Belirlenen fonksiyonların değerleri Eşitlik(1) ile hesaplanmıştır. Yani bu adımda her 13 kriter için ayrı ayrı ikili kıyaslamalar yapılmıştır. Örneğin bu kıyaslamalar K1 için (A1,A1), (A1,A2), (A1,A3), (A2,A1), (A2,A2), (A2,A3), (A3,A1), (A3,A2), (A3,A3) şeklinde yapılarak hesaplanır.

4. Adım: Tercih İndekslerinin Belirlenmesi; Her alternatif çifti için tercih fonksiyon değerleri kullanılarak tercih indeksleri belirlenmiştir. Bu işlem için ise Eşitlik (2) kullanmış ve hesaplanan değerler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Tercih İndekslerinin Hesaplanması

| | A1 | 2 | 3 |
|----|----------|---|---|
| A1 | 0 | | |
| A2 | 0 | | |
| A3 | 0,038462 | | |

Yani Tablo 4'teki değerler, her bir kritere ait olan ikili kıyaslamaların her bir kritere ait ağırlık değerleriyle çarpılıp toplanarak elde edilmiştir.

5.Adım ve 6.Adım: Alternatifler İçin Pozitif Φ^+ ve Negatif Φ^- Üstünlükleri Belirlemek ve PROMETHEE I İle Kısmi Önceliklerin Belirlenmesi; Alternatifler için pozitif Φ^+ ve negatif Φ^- Üstünlük değerleri Eşitlik (3) ve Eşitlik (4) ile hesaplanarak, büyükten küçüğe sıralanıp Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Pozitif Φ^+ , Negatif Φ^- ve PROMETHEE I Kısmı Sıralama

| | Φ^+ | Sıralama | Φ^- | Sıralama |
|----|----------|----------|----------|----------|
| A1 | 0 | 2 | 0,01923 | 1 |
| A2 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| A3 | 0,01923 | 1 | 0 | 2 |

Bu tablodaki pozitif üstünlük değerleri, tercih indekslerinin değerlerini gösteren Tablo 4'teki her bir alternatifte ait satırların toplamını alternatif sayısının bir eksiğine(3-1=2) bölünerek elde edilmiştir. Negatif üstünlükler ise yine Tablo 4'teki her bir alternatifte ait sütundaki değerlerin toplamını ikiye bölünerek elde edilip her iki değerde büyükten küçüğe sıralanmıştır.

7. Adım: PROMETHEE II ile Tam Sıralama; Tam sıralamayı PROMETHEE II ile belirlemek için Eşitlik (9) ile tam öncelik değerleri belirlenmiş ve hesaplanan değerler büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Bu değerler ve tam sıralama Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6: PROMETHEE II Tam Sıralama

| | Φ_{net} | Sıralama |
|----|--------------|----------|
| A1 | -0,0192 | 3 |
| A2 | 0,0000 | 2 |
| A3 | 0,0192 | 1 |



Tablo 6'daki değerler ise her alternatif için pozitif üstünlüklerden negatif üstünlüklerin çıkarılmasıyla elde edilip büyükten küçüğe sıralanmıştır.

Sonuç

Araştırmada hedeflenen kaplama preslerindeki izlenebilir değişkenlerden üretim çıktılarına etkisinin aynı işi yapan üç ayrı üretim hattındaki iyileştirme fırsatları ve PROMETHEE yöntemi ile bu üç hattın performans sıralaması aşağıda belirtilmiştir. Araştırma ve performans sıralaması sonucunda üretim hatlarının birbirleri üzerindeki zayıf yönleri tespit edilmiş, gelecekte yapılması gereken üretim kayıplarını ve arıza oluşumunu engelleyecek iyileştirme tavsiyelerinde bulunulmuştur.

Öncelikle PROMETHEE yöntemine göre performans sıralaması $A3 > A2 > A1$ şeklinde bulunmuştur. Yani üç üretim hattında en iyi performansa sahip olan hat A3 (Üretim Hattı 3) çıkmıştır. En düşük olan ise A1 (Üretim Hattı 1) hattıdır. Dolayısıyla Üretim Hattı 1 için iyileştirme fırsatları geliştirilmelidir.

Üretim hattı 1 için statik makinesinde mutlak iyileştirme gerekmektedir. Düşük statik değeri empreyeli presleme öncesinde levhaya tutunamamasına bunun sonucunda da üretim kayıplarına sebep olur.

Üretim hattı 1 için ana sistem basıncı gerçekleşen değer diğer üretim hatlarına oranla yüksek çıkmıştır. Aynı işi yapan bu hatlar düşük basınçta aynı işlemi gerçekleştirebiliyor. Değerin yüksek oluşum makine ömrünü azaltırken, bakım ve enerji tüketimini artırmaktadır. Aynı zamanda basınçta çalışmak beraberinde iş güvenliği risklerini de getirmektedir.

Üretim hattı 1 için pres zamanı gerçekleşen değeri diğer hatlara göre daha yüksek bir ortalama değere sahiptir. Aynı ürün için, üretim hattı 1'in diğer hatlara göre daha uzun sürede ürün çıkardığı anlamına gelir. Bir sonraki seviyede daha kısa presleme zamanı ile üretim yapılması hedeflenmelidir.

Üretim hattı 3 için basınçsız bekleme zamanı değeri yüksek çıkmıştır. Bu levhaların pres içerisinde basınç olmadan sıcaklığa maruz kalmasına ve empreyeli erken kürleşmeye başlayarak presleme sonrasında ürünün pres sacına yapışmasına sebep olabilir. Bunun önlemek için hidrolik ünitelerden pres kapama valfi üzerinden ayara yapılarak düşürülebilir. Böylece 1,5 s olan üst sınır değerinden uzaklaşmış olunur.

Üretim hattı 1 için kazandan gelen yağ sıcaklığı diğer hatlara oranla yüksek ve stabil değildir. Yağın sıcaklığının stabil olması ekipman ömrü ve iş güvenliği açısından önem arz etmektedir. Sürekli değişken sıcaklıklarda yağ kontrol etmek zordur. Bu yağ preslere gönderen pompanın devri ve yağ kontrol etmeye çalışan 3 yollu vananın tepkime hızı fazla olduğundan bu ekipmanların ömrü azalırken, bakım ve enerji maliyetleri artacaktır. Kazan yakıt besleme sistemi kontrol edilmeli sabit sıcaklıkta yağ gönderecek şekilde yeniden tasarlanmalıdır.

Benzer durum hidrolik yağ sıcaklığı içinde geçerlidir. Hidrolik yağın kimyasal yapısının bozulmasını önlemek amacıyla yağ sıcaklığının 55 °C üzerine çıkmaması istenir ve bu durumla karşılaşmamak için yağ ısı değiştiricilerle soğutulur. Hidrolik yağı düşük sıcaklıkta çalıştırmakta doğru değildir. Düşük sıcaklıktaki yağın viskozitesi yüksek olduğundan bu yağı aktaran ekipmanlar daha fazla zorlanacak ve fazladan enerji tüketecektir. Hidrolik yağ ideal çalışma sıcaklığı 40 °C dir. Üretim hattı 1 için bu değer sağlanırken üretim hattı 3 te de bu değer sınırı çok yakın seyredilmiştir. Üretim hattı 3'ün yağ soğutma sistemi kontrol edilmeli ve hidrolik yağ sıcaklığı düşürülmelidir.

Üretim 1 için piston sıcaklığı limitler içerisinde ancak üst sınıra yakın seyretmektedir. İlerleyen dönemde bu değer daha da artması piston sızdırmazlık elemanlarına zarar verecek ve hidrolik yağ kaçaqlarına sebep olabilecektir. Pistonlar ve ısıtma plakası arasındaki sıcaklığın pistonu geçmesini engelleyen izolasyon plakaları kontrol edilmeli hasarlı olanlar değişmeli ve ya bakım görmelidir.

KAYNAKÇA

- Akbulut, Turgay ve Nadir Ayrılmış (2001). MDF Üretiminde Dikkate Alınması Gereken Hususlar. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 51(2): 24-42.
- Atasoy, Melek Candan (2004). *Verimlilik İndeksleri ve Etkinlik Analizleri İle Üretim Performansının Değerlendirilmesi ve Bir İşletme Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi ve Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Aydın, İsmail ve Cenk Demirkir, Gürsel Çolakoğlu, Semra Çolak (2015). Müf Tutkalı İle Üretilen Çeşitli Ağaç Türü Kontrplaklarında Presleme Süresinin Formaldehit Emisyonuna Etkileri, *Teknik Online*, 590-600.
- Başboğa, İbrahim Halil (2018). *Melamin Emdirilmiş Kağıt Atıkların Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi*. Doktora Yeterlilik Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Çalışkan, Fatih (2018). *Dünya ve Türkiye'de Mobilya Sektörünün Uluslararası Ticaretinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi ve Dış Ticaret Üniversitesi, İstanbul.



- Dağdeviren, Metin ve Ergün Eraslan (2008). PROMETHEE Sıralama Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(1): 69-75.
- Demirci, Selçuk (2005). Türkiye Mobilya Endüstrisinin Sorunları ve Çözüm Önerileri. Politeknik Dergisi, 8(4): 369-379.
- Gürpınar, Koray (2007). Türk Mobilya Sektörünün Rekabet Gücü Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi ve Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- İstek, Abdullah ve İsmail Özoğlu, Ali Kızılkaya (2017). Türkiye Ahşap Esaslı Levha Sektör Analizi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1): 132-138
- Kaya, Nihan (2018). Investigation of mechanical and physical properties of glass fiber reinforced fiber plates (MDF) produced from agricultural wastes. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 33(3): 905-916
- Kırık, İhsan (2012). Sürtünme Kaynağı İle Birleştirilmiş AISI 1040/AISI 304L Çelik Çiftinin Elektrokimyasal Korozyon Davranışının Araştırılması. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kocabaş, Muhammet (1999). Hidrolik Sistemlerde Oransal ve Servo Valfler. 1. Ulusal Hidrolik Pnömatik Kongresi, 319-325.
- Nemli, Gökay ve Hülya Kalaycıoğlu, Turgay Akbulut (2004). Pres Çeşidinin Yonga Levha Teknik Özellikleri Üzerine Etkisi. Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1(2): 89-95.
- Nemli, Gökay ve Samet Demirel (2006). The Influences Of Moisture Content Of The Particle, Paraffin Usage And Wood Species On The Some Technological Properties Of Particleboard. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 7(2):81-93.
- Şenkayas, Hüseyin ve Haluk Hekimoğlu (2013). Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi Problemine PROMETHEE Yöntemi Uygulaması. Verimlilik Dergisi, 2: 63-80
- Taş, H. H. ve S. Kodal, M. Altunok, G. Serin, O. Çankıran, M. Fenkli (2007). Kaplamalı Orta Yoğunluklu Lif Levhada Mdf Köşe Birleştirme tipinin Ve Tutkal Çeşidinin Diyagonal Basma Ve Çekme Direncine Etkisi. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(1): 7-14.
- TOBB (2017). Türkiye Mobilya Ürünleri Sektör Meclis Raporu. Ankara, TOBB. 2018/304.
- TOBB (2014). Türkiye Orman ürünleri Sektör Meclis Raporu. Ankara, 2014/211.