

**ejovoc**

**ELECTRONIC  
JOURNAL OF  
VOCATIONAL  
SCHOOLS**

**ejovoc**



**CİLT/VOLUME 13**

**SAYI/NUMBER 2**

**ARALIK/DECEMBER 2023**

**ISSN 2146-7684**

**Yayın Sahibi/Publisher**

**Ümit Gülyüz**

**Editörler/Editors**

**Ümit Gülyüz**

**İffet Kesimli**

**Kapak Tasarım/Cover Page**

**İffet Kesimli**

**ejovoc**

**ELECTRONIC  
JOURNAL OF  
VOCATIONAL  
SCHOOLS**

**Yayın İdare Merkezi**

**Headquarters**

*Kirklareli Üniversitesi*

*Lüleburgaz Meslek*

*Yüksekokulu*

*Lüleburgaz Kirklareli*

**Tel&Faks: +90 288 417 49 96**

**ejovoc.dergi@gmail.com**

**ejovoc**

**Yılda İki Kez Yayınlanır**

**ARALIK/DECEMBER 2023**

**CİLT/VOLUME 13**

**SAYI/NUMBER 2**

**ISSN 2146-7684**



## **YAYIN DANIřMA KURULU / ADVISORY BOARD**

Doç. Dr. Ümit GÜLYÜZ,  
Kırklareli Üniversitesi

Doç. Dr. İffet KESİMLİ,  
Kırklareli Üniversitesi

Prof. Dr. Alin STANCU,  
Bükreş Üniversitesi  
(PhD Professor of Corporate Social Responsibility and Public Relations Bucharest University of Economic Studies)

Dr. Abu NASER,  
Londra Metropolitan Üniversitesi (London Metropolitan University)



**ARALIK 2023 SAYISI BİLİM HAKEM LİSTESİ / LIST OF REVIEWERS FOR DECEMBER 2023 ISSUE**

Adem UĞURLU

Ahmet Özgür AĞIRGAN

Ali GÖRENLER

Berkay BARIŞ

Funda YILDIRIM BAŞ

Hüseyin YEŞİL

Mehtap AĞIRGAN

Merve ERMiŞ

Recep Taha AĞAOĞLU

Tayfun ACARER



## **İÇİNDEKİLER / CONTENT**

### **AHŞAP MALZEMENİN KULLANILMASINDA KENDİNE ÖZGÜ EYLEMSSEL YANSIMASIYLA ÖNE ÇIKAN TEMEL BİR ETMEN OLARAK LİF DOYGUNLUĞU NOKTASI**

THE FIBER SATURATION POINT AS A KEY FACTOR IN THE USE OF WOOD MATERIAL WITH ITS UNIQUE OPERATIONAL REFLECTION

**İlker USTA**

.....1-10

### **TOPLAM VERİMLİ BAKIM (TPM) KAPSAMINDA TOPLAM EKİPMAN ETKİNLİĞİ (OEE) ANALİZİ İÇİN BİR BİLGİ SİSTEMİ ÖNERİSİ**

A KNOWLEDGE SYSTEM PROPOSAL FOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) ANALYSIS IN THE SCOPE OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

**Diyar MERİÇ, Ebru CİNKILIÇ, Şafak KIRIŞ**

.....11-30

### **RETURN TO NATURAL CHILDBIRTH: ARE OUR MIDWIVES READY FOR THIS?**

#### **A CROSS-SECTIONAL STUDY FROM WESTERN TÜRKİYE**

DOĞAL DOĞUMA DÖNÜŞ: EBELER BUNA HAZIR MI? TÜRKİYE'NİN BATISINDAN KESİTSEL BİR ÇALIŞMA

**Nevin Akdolun BALKAYA, Keziban AMANAK, Hale UYAR HAZAR**

.....31-50

### **OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE KOMPOZİT MALZEME KULLANIMI**

USE OF COMPOSITE MATERIALS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

**Mehtap AĞIRGAN**

.....51-64

## AHŞAP MALZEMENİN KULLANILMASINDA KENDİNE ÖZGÜ EYLEMSSEL YANSIMASIYLA ÖNE ÇIKAN TEMEL BİR ETMEN OLARAK LİF DOYGUNLUĞU NOKTASI

İlker USTA<sup>1</sup>

### ÖZ

Ağaç malzemenin anatomik yapısı ve kimyasal bileşimi itibarıyla misellerden müteşekkil hücre çeperinin doğal kurgusu zemininde kendini gösteren rutubet alışverişinin tipik bir yansıması olan lif doygunluğu noktası, ahşabın fiziksel ve mekanik özelliklerine olan doğrudan veya dolaylı etkisi sebebiyle, ahşap eşyalar ile araç-gereçlerin ve uygulamaların tasarımı dahil tüm imalat sürecinde başlı başına bir gösterge olarak ele alınabilir. Böyle bakıldığında, lif doygunluğu noktası, ahşabın kullanılmasında kendine özgü eylemsel yansımasıyla öne çıkan temel bir etmen olduğu için, kapsamlı araştırmalarla değerlendirilerek neden-sonuç ilişkisiyle takdim edilmesi gerekir. Bu çalışmada, içeriği ve diğer özellikler üzerindeki etkiselliği bakımından lif doygunluğu noktasının, hücre çeperi ve rutubet düzeyi çerçevesinde gerçekleşen oluşum mekanizması açıklanmış ve hacimsel genişleme ile yoğunluk değeri ve azami rutubet miktarı gibi çok bileşenli bir problemle olası etkisel alanı için örneklendirme yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ahşap malzeme, lif doygunluğu noktası, hücre çeperi, rutubet miktarı

### THE FIBER SATURATION POINT AS A KEY FACTOR IN THE USE OF WOOD MATERIAL WITH ITS UNIQUE OPERATIONAL REFLECTION ABSTRACT

The fiber saturation point, which is a typical reflection of the moisture exchange that manifests itself on the ground of the natural structure of the cell wall, which is composed of micelles, can be considered as a stand-alone indicator in the entire manufacturing process, including the design of wooden items and tools and applications, because of its direct or indirect effect on the physical and mechanical properties of wood material. From this perspective, since the fiber saturation point is a key factor in the use of wood with its unique operational reflection, it should be evaluated with extensive research and presented with a cause-effect relationship. In this study, the formation mechanism of the fiber saturation point, which takes place within the framework of cell wall and moisture level, is explained in terms of its content and effectiveness on other properties, and an example is made for its possible impact area with a multi-component problem such as volumetric swelling, density value and maximum moisture content.

**Key Words:** Wood material, fiber saturation point, cell wall, moisture content

### 1. GİRİŞ

Ağaçlardan temin edilen doğal ve organik bir malzeme olan ahşaptan ürün veya araç-gereç ya da uygulama tiplmesiyle geniş bir yelpazede istifade etmek amacıyla gerçekleştirilen imalata yönelik kurgulamalarda hem tasarımda hem de üretim öncesi hazırlık işlemlerinde etraflıca dikkate alınması gereken önemli bir husus olan lif doygunluğu noktası, hücre çeperindeki miseller arası boşlukların tamamının su ile dolmasıyla ortaya çıkan rutubetliliğin nihai sınır seviyesini gösterir ve ahşabın çevresel unsurlardan etkilenmeksizin öngörülen tüm alanlarda güvenli bir malzeme hüviyetiyle kullanılabilmesine dayanak teşkil eden uyarıcı ve yönlendirici kilit bir role sahiptir. Bu bağlamda, ağaç malzemenin fiziksel

<sup>1</sup> Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği, iusta@hacettepe.edu.tr

ve mekanik özelliklerine doğrudan veya dolaylı etkileri bulunan lif doygunluğu noktası, ahşap bilimi ve teknolojisi literatüründe geniş kapsamlı çalışmalarla derinlemesine incelenen bir olgu olarak öne çıkmaktadır. Ahşabın öngörülen kullanım amacı ve kullanılma yeri odağında neden-sonuç ilişkilendirmelerine ışık tutacak içselliğe sahip farklı tematik konular çerçevesinde çok yönlü bakış açısıyla ele alınıp değerlendirilebilen lif doygunluğu noktası konusu hakkında pek çok kaynaktan bilgi temin edilebilir. Bu kapsamda, Kollmann ve Cote (1968), Bozkurt ve Göker (1987), Skaar (1988), Tsoumis (1991), Desch ve Dinwoodie (1996), Hoadley (2000), FPL (2010), Stokke ve diğerleri (2014), Shmulsky ve Jones (2019) bunlardan bazılarıdır.

Bu çalışmada, ahşabın kullanılmasında (bazı fiziksel ve mekanik özellikleri doğrudan veya dolaylı şekilde etkileyen mevcudiyetiyle) kendine özgü eylemsel yansımasıyla öne çıkan temel bir etmen olarak değerlendirilen lif doygunluğu noktası (LDN), içeriği ve diğer özellikler üzerindeki etkiselliği itibarıyla, oluşum mekanizması ve etki alanı çerçevesinde (sayısal veriler eşliğinde bir örneklendirme yapılarak) takdim edilmiştir. Literatürde LDN odaklı çalışmalarda böylesine bütüncül bir bakış açısıyla gerçekleştirilen bir irdelemenin yapılmamış olduğu göz önüne alındığında, bu çalışmanın ahşap bilimi ve teknolojisi alanı önceliğinde ahşapla ilgili araştırmalar yapacak olan araştırmacılara ışık tutacağı ve lif doygunluğu noktası ekseninde gerçekleştirilmesi öngörülen bütünlüklü değerlendirmelerin neden-sonuç ilişkilendirmesiyle yapılarak açıklanmasında kolaylıklar sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. LİF DOYGUNLUĞU NOKTASI

Ahşabın lif doygunluğu noktası hakkında (oluşum mekanizması ve malzeme özelliklerine etkisi odağında) “hücre çeperi kurgusu”, “doygunluk olgusu” ve “kullanışlılık ve etkililik durumu” başlıkları altında aşağıda yapılan açıklamalar, Usta (2016)’nın çalışmasından geniş ölçüde yararlanılarak hazırlanmış olup metinsel anlatı (lif doygunluğu noktası kavramının derinlikli bir şekilde açıklanmasına odaklanmış kapsayıcı bakış açısıyla yorumlanarak) elverdiğince yeniden kurgulanıp kaleme alınmıştır.

### 2.1. Hücre Çeperi Kurgusu

Muazzam güzelliklere sahip doğanın eşsiz bir yansıması olarak ağaçlardan elde edilen doğal ve organik bir malzeme olan ahşap, lümenli ve çeperli odun hücrelerinden müteşekkil olması sebebiyle kendini gösteren lifli ve gözenekli içselliğiyle, konuştandığı ortamdan bünyesine su çekmeye meyilli higroskopik bir özelliğe sahiptir. Bu çerçevede, ahşabın diğer malzemelere kıyasla bünyesine su almaya yönelik ayırt edici bir davranış göstermesinde hücre çeperinin büyük rolü vardır.

Ahşabın temin edildiği ağaç türünün odunsu muhteviyatının (ibreli veya geniş yapraklı olması fark etmeksizin) olağan gelişim süreci incelendiğinde, bir boru geometrisinde gelişim gösteren hücre çeperi, kendine özgü doğasıyla ahşap malzemeyi biricik kılan özelliklerin biçimlendiricisi hüviyetiyle; ince bir zara sahip hücrelerarası orta lamel kuşağına tutunarak oluşan birincil çeperin akabinde, lümen (hücre

boşluğu) ortasında kalacak şekilde, S1-S2-S3 isimlendirmesiyle üç farklı tabaka halinde sarmalsal bir yapıya sahip ikincil çeperin oluşumuyla gerçekleşir. Bu çerçevede, hücre çeperinin nüvesini oluşturan ikincil çeperin tabakalanış sürecinde, ilk (S1) ve son (S3) tabakalar, nispeten daha kalın olan orta (S2) tabakayla zıt yönlerde olmak üzere, birbirleriyle benzeşik bir eğimle verevine konumlanarak tabakalanırken, selüloz ( $C_6H_{10}O_5$ ) moleküllerinin bir araya gelmesiyle gerçekleşen selüloz zincirlerinin değişik uzunluklarda birleşmesiyle miseller (odunsu saçaklar veya iplikçikler) ortaya çıkar, misellerin uç uca ve yan yana eklenmesi neticesinde mikrofibriller (lifçik demetleri) meydana gelir ve mikrofibril demetlerinin bir araya gelmesiyle odun lifleri (makrofibril kümeleri) oluşur. Söz konusu oluşumda, hücre çeperindeki mikrofibrillerin yönü (genetik varyasyona istinaden ağaç türlerine göre farklılaşarak) S1 ve S3 tabakalarında 50 ile 90 derece arasında değişen açılarla eksene dik vaziyette konumlanırken, S2 tabakasındaki mikrofibriller ise (S1 ve S3 tabakalarıyla zıt yönlü açı oluşturacak biçimde konuşlanmış halde) 10 ile 30 derecelik bir eğikliğe sahiptir.

## 2.2. Doygunluk Olgusu

Misellerle birlikte miseller arası boşlukları da ihtiva eden kurgusu ile lümenle bütünleşik vaziyette lifli ve gözenekli bir içsellikte gelişen hücre çeperi, dikili haldeki bir ağacın gövdesi boyunca köklerden dallara (ve devamında yapraklara) kadar gerçekleşen su ve minerallerin iletilmesinde üstlendiği asli görevini, ağaç kesilip ahşaba dönüştürüldüğü zaman da aynen böyle yürütecekmiş gibi şartlanarak mevcut ortamdan bünyesine su veya nem alarak (lümenin yanı sıra) miseller arası boşluklarda tutmaya yönelik bir tavır sergiler. Buna göre, hücre çeperinin temel maddesini oluşturan selülozun suyu çeken hidrofil karakterine istinaden bünyesine su alabilme yetisini gösteren higroskopisite düzeyi dahilinde, su moleküllerinin (selüloz ile ayrılmaz bir bütünlük halinde bulunan) hidroksil grupları tarafından hücre çeperine çekilmesiyle ahşapta nemlenme (veya başka bir ifadeyle rutubetlenme) gerçekleşirken, hücre çeperindeki miseller arası boşlukların tamamen suyla dolu olması durumu “lif doygunluğu noktası” terimiyle tanımlanır ve çeperde bulunan suyun net odun miktarına oranı olarak değerlendirilir. Bu perspektifte, ahşap bilimi ve teknolojisi alanında LDN kısaltmasıyla takdim edilen lif doygunluğu noktasındaki rutubet miktarı, bütün ağaç türleri itibariye bakıldığında (genetik karakterizasyona dayalı anatomik yapı ve kimyasal bileşim farklılığı nedeniyle alt ve üst sınırlarla) farklı değerlerde ortaya çıkar ve % 25 ile % 35 arasında değişir.

Yukarıda bahsedildiği gibi, hücre çeperindeki miseller arası boşlukların tamamı su ile dolduğunda, ahşap malzeme tarafından içermeye devam eden su lümenine dolmaya başlar ve lümenin (sahip olduğu boşluk



kapasitesi kadar) dolmasıyla ahşabın rutubeti en yüksek seviyeye ulaşır. Buna göre, LDN nezdinde, hücre çeperinde miseller arası boşluklarda bulunan su, mevcut boşluk hacmi itibarıyla misellere bağlanmış olarak çeperde yer bulduğu için “bağlı su” terimiyle adlandırılırken, lümeninde yer alan su ise, bağımsız şekilde hücre boşluğunda konuşlanmasından ötürü “serbest su” olarak adlandırılır. Bu kapsamda, yeni kesilmiş taze haldeki bir ağaçta bariz bir biçimde görülen ıslaklık, hücre çeperindeki miseller arası boşluklarda bulunan bağlı su ile lümeninde yer alan serbest suyun toplamından ibarettir ve LDN zemininde belirlenen azami rutubetlilik düzeyinin tipik bir göstergesidir.

### 2.3. Kullanışlılık ve Etkililik Durumu

Ahşabın (miseller arası boşlukların tamamen su ile dolmadığı) lif doygunluğu noktası altında ve (miseller arası boşlukların suya doygun hale geldiği) lif doygunluğu noktası üstünde rutubetlenmesi, kullanılabilirlik ve hizmet verebilme süresi bakımından malzeme performansını etkilediği için, ahşap malzemenin mevcut lif doygunluğu noktası değerinden daha az bir seviyede olmak kaydıyla makul bir rutubet miktarına kadar kurutulmak suretiyle hazırlanarak hedeflendiği şekilde kullanılabilmesi amaçlanır. Bu perspektifte, ahşabın ideal bir malzeme hüviyetiyle etkili bir biçimde kullanılabilmesi için, rutubet miktarının % 10 ile % 15 arasında olması güvenli rutubetlilik seviyesi olarak görülür.

Ahşap, hücre çeperindeki miseller arası boşlukların su tutma potansiyeli sebebiyle, her zaman belli bir miktarda rutubet içerirken, esasen bu rutubet miktarı; günlük hayatın olağan akışı içinde ihtiyaçların karşılanmasında ve gereksinimlerin giderilmesinde envaiçeşit ürün yelpazesine çok yönlü ve işlevsel bir malzeme olarak addedilen ahşabın fiziksel ve mekanik özelliklerine doğrudan veya dolaylı şekilde tesir eder. Zira, doğal ve organik bir malzeme olan ahşabın (teknik özellikleri mahiyetinde) ortaya koyacağı performansı, lifli ve gözenekli yapısına atfen sahip olduğu rutubet miktarı ile ilişkilidir. Bu çerçevede, hücre çeperinde konuşlanan su, ahşabın hem liflere paralel (boyuna) hem liflere dik (teğet ve radyal) yönlerde genişlemesi veya daralması suretiyle boyutsal kararlılığını hem de kullanım yerindeki olası çevresel etmenlere karşı dayanıklılığını etkiler.

Bu bağlamda, ahşap malzemenin lif doygunluğu noktasına kadar bünyesine su alarak rutubetlenmesi halinde, geçmişten günümüze yaşam deneyimleri ile oluşan bilgilerle pekiştirilmiş bir husus olarak; ahşabın boyutlarında bir genişleme meydana gelebilir, çürüklük yapan bazı mantarlar ahşabı çürümeye maruz bırakabilir ve kemirerek veya oyuk açarak oduna musallat olan zararlı böcekler ahşapta bir tahribata sebebiyet verebilir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, ahşabın hem boyutsal çalışmasının bütünüyle engellenmesi veya boyutlarındaki değişimin makul bir aralıkta olmasının sağlanması hem de belirli mantar ve böcek türleri için beslenme ortamı veya barınma yeri olarak kullanılmasının önüne geçilmesi suretiyle güvenle kullanılabilen ideal bir malzeme haline getirilmesi

maksadıyla, lif doygunluğu noktası altında, ortalama % 12 olmak üzere, hava kurusu rutubet miktarına kadar kurutulması gerektiği tarih boyunca genel kabul görmüş bir yaklaşımdır.

Son tahlilde, lifli ve gözenekli oluşluluğuyla bütünleşen higroskopik içselliğiyle doğal ve organik bir malzeme olan ahşabın bir eşya veya bir araç-gereç ya da bir uygulama tiplmesiyle tasarlandığı amaç uyarınca kullanılması öncesinde, öngörülen kullanım yerindeki çevresel koşullara uygun düşecek şekilde (% 10 ile % 15 arasındaki bir rutubet miktarına sahip olacak biçimde) kurutulması hazırlanması durumunda, ahşapta hem higroskopisite potansiyelinin sınırlandığı ve boyutsal stabilizasyon performansının arttığı hem de biotik (canlı) ve abiotik (cansız) zararlılara karşı mukavemet gösterme yetisinin sağlandığı, dünden bugüne bilimsel çalışmalarla ortaya konulmuş evrensel bir gerçekliktir.

### 3. ÖRNEKLENDİRME

Ahşabın lif doygunluğu noktası ile diğer özellikler arasındaki ilişkilendirmenin etkisellik zemininde nasıl olduğu konusu, (aralarında doğrusal ilişki bulunan genişleme, yoğunluk ve azami rutubet miktarı odağında) Usta ve Hale (2004) ile Usta (2015)'nin açıkladığı şematik rehberdeki formüller eşliğinde, Usta (2017; 2020)'nin açıklamalarıyla aşağıdaki gibi örneklenmiştir.

#### 3.1. İlişkili Kavramlar

**Genişleme:** LDN (lif doygunluğu noktasındaki rutubet miktarı) değeri, hacimsel genişleme ( $\alpha_v$ ) miktarı ile tam kuru haldeki yoğunluk ( $D_o$ ) değerinin bir fonksiyonu olmak üzere,

$$LDN = (\alpha_v / D_o)$$

eşitliğiyle % olarak hesaplandığı için, ahşap malzemenin hacimsel genişleme miktarı, lif doygunluğu noktasındaki rutubet miktarı ile tam kuru haldeki yoğunluk değerine bağlı yüzdesel bir gösterge olarak

$$\alpha_v = (LDN \times D_o)$$

eşitliğiyle belirlenir. Bu çerçevede, hücre çeperindeki miseller arası boşlukların tamamen suyla dolması halinde gerçekleşen bir durum olan hacimsel genişleme ( $\alpha_v$ ), daralmaya maruz kalmak suretiyle nihai çekme sınırına kadar büzüşebilen hücre çeperinin genişlemeye yönelik şişme sınırının (çekmeye göre) daha yüksek bir seviyede bulunması ve hacimsel genişleme miktarının (hacimsel daralma ( $\beta_v$ ) ile kıyaslandığında) daha uzun bir sürede gerçekleşmesi sebebiyle, hacimsel daralmanın bir yansıması olarak

$$\alpha_v = (\beta_v / (100 - \beta_v)) \times 100$$

eşitliği ile tespit edilebilmektedir.

**Yoğunluk:** Ahşap malzemenin belli bir rutubet miktarındaki yoğunluğu ( $D_{RM}$ ), lif doygunluğu noktası (LDN) ve tam kuru haldeki yoğunluk ( $D_o$ ) değerleriyle ilişkilendirilerek belirlenir. Buna göre, ahşabın belirli bir rutubet miktarındaki yoğunluğu ( $D_{RM}$ ), tüm ağaç türleri için LDN başlangıcının % 25 olduğu göz önüne alınarak;

a) mevcut rutubet miktarının (RM) % 25 ve bunun altındaki herhangi bir düzeyde bulunması halinde (RM  $\leq$  % 25 olduğunda),

$$D_{RM} = [D_o (1 + (RM / 100)) / 1 + (0.84 \times D_o (RM / 100))]$$

eşitliği ile hesaplanırken,

b) rutubet miktarının % 25'in üzerindeki bir seviyede olması durumunda ise ( $RM > \% 25$  iken), tam kuru haldeki yoğunluk ( $D_0$ ) ile lif doygunluğu noktası (LDN) kapsamında,

$$D_{RM} = [D_0 (1 + (RM / 100)) / 1 + (D_0 (LDN / 100))]$$

eşitliğiyle belirlenir veya  $D_0$  ile LDN bütünlüğündeki hacimsel genişleme ( $\alpha_v$ ) dahilinde,

$$D_{RM} = [D_0 (1 + (RM / 100)) / 1 + (\alpha_v / 100)]$$

eşitliği ile tespit edilir.

**Azami Rutubet Miktarı:** Ahşap malzemenin lifli ve gözenekli yapısının temel bir göstergesi olan azami rutubet miktarı (Azami RM), tam kuru haldeki yoğunluk ( $D_0$ ) ile lif doygunluğu noktası (LDN) eşliğinde değerlendirilen bir olgu olarak, lümenin boşluğu ve hücre çeperindeki miseller arası boşlukların tamamen suyla dolu hale gelmesine istinaden, ahşabın azami seviyede bünyesine alabileceği en yüksek düzeydeki rutubet miktarını gösterir ve

$$\text{Azami RM} = [(LDN / 100) + ((1.5 - D_0) / (1.5 \times D_0))] \times 100$$

eşitliği kullanılarak hesaplanır.

### 3.2. Tematik Yaklaşım

Yukarıdaki açıklamalarla takdim edilen lif doygunluğu noktası ile “genişleme”, “yoğunluk” ve “azami rutubet miktarı” ilişkilendirmesine sayısal verilerle ışık tutmak üzere, aşağıdaki bütüncül örneklendirme yapılmıştır:

- Bir ahşap malzemenin hacimsel daralma ( $\beta_v$ ) miktarının % 11,2 ve tam kuru haldeki yoğunluk ( $D_0$ ) değerinin  $0,429 \text{ gr/cm}^3$  olması durumunda, lif doygunluğu noktası ile azami rutubet miktarının ne kadar olduğunun tespit edilmesi ve rutubet miktarının % 10 ve % 50 olması halinde yoğunluğun ne kadar olacağını belirlenmesinin istenildiği varsayılın.

Buna göre, adı geçen fiziksel özelliklerin bu örnekte verilen imgelenebilir sayısal değerlere göre nasıl bir durumda olduklarının belirlenmesi ve ahşap malzemeye olan yansımalarının neden-sonuç bağlamıyla ortaya koyulması maksadıyla gerçekleştirilecek çözümleme için LDN ekseninde hesaplamalar yapılır.

### 3.3. Çözümsel Anlatım

Burada örneklenen girişik problemin tüm bileşenlerinin sıralı bir süreç nezdinde çözümlenebilmesi için izlenecek olan işlem basamakları şöyledir;

- lif doygunluğu noktasının tespit edilmesi,
- azami rutubet miktarının hesaplanması,
- yoğunluk değerinin % 10 ve % 50 rutubetlilik seviyelerine göre ayrı ayrı hesaplanması.

Örneklendirme yapılan problemde iç içe girmiş bir şekilde belirtilen malzeme özellikleri, ahşabın lif doygunluğu noktasını merkeze alan söz konusu işlemsel süreç ile aşağıdaki gibi belirlenir.

### ***Lif Doygunluğu Noktasının Tespit Edilmesi:***

LDN (lif doygunluğu noktasındaki rutubet miktarı) değerinin, hacimsel genişleme ( $\alpha_v$ ) miktarı ile tam kuru haldeki yoğunluk ( $D_0$ ) değerlerinin bir fonksiyonu olarak  $LDN = (\alpha_v / D_0)$  eşitliğiyle hesaplandığı göz önünde bulundurulduğunda, bu örnek problemde  $D_0$  değerinin verildiği halde,  $\alpha_v$  miktarının ise gizlendiği görülmektedir. Bu çerçevede, hacimsel genişleme ( $\alpha_v$ ) miktarı, ahşap bilimi ve teknolojisi alanında neden-sonuç örgüsüyle bezenmiş deneysel edinim tabanlı bir ölçme-değerlendirme yaklaşımı olmasından ötürü, hacimsel daralma ( $\beta_v$ ) miktarının tersinir yansıması olarak  $\alpha_v = [(\beta_v / (100 - \beta_v)) \times 100]$  eşitliğiyle hesaplanabildiği için, önce  $\alpha_v$  miktarının tespit edilerek LDN değerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Hacimsel genişleme miktarı,  $\alpha_v = [(\beta_v / (100 - \beta_v)) \times 100]$  eşitliği kullanılarak,

$\alpha_v = [(11,2 / (100 - 11,2)) \times 100]$  işlemiyle,

$\alpha_v = \% 12,6$  olarak belirlenirken,

Lif doygunluğu noktası (LDN) ise,  $LDN = (\alpha_v / D_0)$  eşitliği kullanılarak,

$LDN = (12,6 / 0,429)$  işlemiyle,

$LDN = \% 29,4$  olarak hesaplanır.

### ***Azami Rutubet Miktarının Hesaplanması:***

LDN değeri, tam kuru haldeki yoğunluk ( $D_0$ ) değeriyle bütünleşik içselliğiyle, ahşap malzemenin suyla ıslanması halinde bünyesine alabileceği azami rutubet miktarı (Azami RM) için de temel teşkil edecek bir gösterge olarak değerlendirilmektedir.

Azami rutubet miktarı, Azami RM =  $[(LDN/100) + ((1,5 - D_0) / (1,5 \times D_0))] \times 100$  eşitliğiyle,

Azami RM =  $[(29,4 / 100) + ((1,5 - 0,429) / (1,5 \times 0,429))] \times 100$  işlemine göre,

Azami RM =  $\% 195,8$  olarak hesaplanır.

Böylece, lif doygunluğu noktasındaki rutubet miktarı ve tam kuru haldeki yoğunluk değeri uyarınca belirlenen azami rutubet miktarı, hücre çeperindeki miseller arası boşluklarla birlikte lümen boşluğuna konuşlanabilecek en yüksek rutubetlilik seviyesini göstermektedir.

Örneklenen problemde, tam kuru haldeki yoğunluğu  $0,429 \text{ gr/cm}^3$  olan ahşap malzemenin lif doygunluğu noktasındaki rutubet miktarının  $\% 29,4$  olması sebebiyle, mevcut gözenekliliği itibarıyla bünyesine alabileceği rutubet miktarının en çok  $\% 195,8$  olabileceği görülmektedir.

### **Yoğunluk Değerinin % 10 ve % 50 Rutubetlilik Seviyesine Göre Hesaplanması:**

Esasen, “özümlü ağırlık” terimi ile eşanlamlı bir ölçü olarak, birim hacimdeki odun miktarını gösteren yoğunluk değeri, hücre çeperindeki miseller arası boşluklar ile lümen boşluğu nezdinde ağaç malzemenin bünyesinde yer alan bütün gözeneklerin tamamen kuru olduğu durumdaki hacim içerisinde bulunan odun miktarını gösteren tam kuru haldeki yoğunluk ( $D_o$ ) ve mevcut gözeneklerde belli bir seviyede su bulunmasına dayalı olarak gerçekleşen rutubet miktarı sebebiyle iç yüzeyleri ıslanmış haldeki hacmin içerisinde suyla bütünleşik halde bulunan odun miktarını gösteren herhangi bir rutubet miktarındaki yoğunluk ( $D_{RM}$ ) tanımlamalarıyla farklı biçimde değerlendirilir.

Bu kapsamda, bir ahşap malzemenin herhangi bir rutubet miktarındaki yoğunluk ( $D_{RM}$ ) değeri, söz konusu ahşap malzemenin temin edildiği ağaç türünün halihazırdaki lif doygunluğu noktasındaki rutubet miktarı (LDN) değeri odağında belirlenir. Buna göre, bütün ağaç türleri için alt ve üst sınırları % 25 ile % 35 arasında değişen LDN değeri uyarınca, ahşabın mevcut rutubet miktarı (RM) değerinin % 25’den küçük ya da % 25’e eşit veya % 25’den büyük olması durumuna göre  $D_{RM}$  hesaplanır.

RM ≤ % 25 iken,  $D_{RM} = (D_o \times (1 + (RM / 100))) / (1 + (0,84 \times D_o \times (RM / 100)))$  eşitliğiyle,

RM > % 25 olduğunda ise,  $D_{RM} = (D_o \times (1 + (RM / 100))) / (1 + (D_o \times (LDN / 100)))$  eşitliği veya

$D_{RM} = (D_o (1 + (RM / 100))) / (1 + (\alpha_v / 100))$  eşitliğiyle hesaplamalar yapılır.

Örneklenen problemde % 10 rutubetlilik seviyesi olan RM % 10 için, RM ≤ % 25 kuralına göre;

$D_{RM} = (D_o \times (1 + (RM / 100))) / (1 + (0,84 \times D_o \times (RM / 100)))$  eşitliği uyarınca,

$D_{RM} = (0,429 \times (1 + (10 / 100))) / (1 + (0,84 \times 0,429 \times (10 / 100)))$  işlemiyle,

$D_{10} = 0,455 \text{ gr/cm}^3$  olarak hesaplanır.

Mevcut problemde % 50 rutubetlilik seviyesi olarak belirtilen RM % 50 için, RM > % 25 kuralına göre;

$D_{RM} = (D_o \times (1 + (RM / 100))) / (1 + (D_o \times (LDN / 100)))$  eşitliği kullanılarak,

$D_{RM} = (0,429 \times (1 + (50 / 100))) / (1 + (0,429 \times (29,4 / 100)))$  işlemiyle,

$D_{50} = 0,571 \text{ gr/cm}^3$  olarak hesaplanır.

Ayrıca, RM > % 25 iken,  $D_{RM} = (D_o (1 + (RM / 100))) / (1 + (\alpha_v / 100))$  eşitliği de kullanılabildiği için,  $D_{50}$  değerinin LDN ile yapılan tespitinin yanı sıra  $\alpha_v$  değeriyle de belirlenerek kontrol edilmesi istenirse;

$D_{RM} = (D_o (1 + (RM / 100))) / (1 + (\alpha_v / 100))$  eşitliği kullanılarak,

$D_{RM} = (0,429 (1 + (50 / 100))) / (1 + (12,6 / 100))$  işlemiyle,

$D_{50} = 0,571 \text{ gr/cm}^3$  olarak hesaplanır.

Elde edilen  $D_{RM}$  sonuçlarına göre, tam kuru haldeki yoğunluğu  $0,429 \text{ gr/cm}^3$  olan ahşap numunenin rutubetlenmesi halinde yoğunluğunun görece olarak arttığı görülmektedir, öyle ki rutubet miktarı % 10 iken  $0,455 \text{ gr/cm}^3$  olan yoğunluk, % 50 rutubet miktarında ise  $0,571 \text{ gr/cm}^3$  değerine yükselmektedir.

Böyle bakıldığında, ahşap malzemenin (gözeneklerinde bulunan su miktarı itibariyle) LDN alt sınırı altında rutubetlenmesinde yoğunluğun biraz artmasına karşılık, LDN üst sınırı üzerinde rutubetlilikte gerçekleşen artışın ise bariz bir yoğunluk artışına neden olduğu söylenebilir.

#### 4. SONUÇ

Özde, deneme ve gözlemlere dayalı bilimsel araştırmalarla tanımlanarak literatürde takdim edilmiş olan lif doygunluğu noktası hakkında yapılan saptamalar aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- Ağaçlardan temin edilen ahşap malzemenin rutubetlenmesi, lifli ve gözenekli doğasıyla doğal ve organik bir malzeme olan ahşabın anatomik yapısı ve kimyasal bileşimi bağlamında olağan bir durumdur. Ahşabın rutubetliliği, hücre çeperinde (miseller arası boşluklarda) ve lümeninde (hücre boşluğunda) suyun varlığıyla ortaya çıkan bir durum olmakla birlikte, hücre çeperinin suyla doymuş hale geldiğinde sahip olduğu rutubet miktarı olan lif doygunluğu noktası, ahşabın fiziksel ve mekanik özellikleri için temel belirleyici bir kriter olarak değerlendirilir. Zira, miseller arası boşlukların tamamına su yerleşince, hücre çeperinin suya doymasıyla gerçekleşen lif doygunluğu noktası, ahşabın doğal ve organik içselliğiyle sınanabilir bir malzeme olarak envaiçeşit ürünün yapımında kullanılabilirliğinin bütüncül bir göstergesidir.
- Lif doygunluğu noktasındaki rutubet miktarı ağaç türleri itibariye farklı değerlerde olup alt ve üst sınırları % 25 ile % 35 arasında değişiklik gösterir. Bu bağlamda, herhangi bir ayırım yapılmaksızın tüm ağaç türlerini kapsayan bir değerlendirme yapıldığında, lif doygunluğu noktası alt sınırına kadar olan rutubet miktarı güvenli kullanım eşiği olarak görülürken, metodik yaklaşımlara bakıldığında, ahşap malzemenin (optimum fiziksel ve mekanik özellikleri itibariyle) güvenle kullanılacak bir malzeme olarak değerlendirilebilmesi için (hücre çeperindeki miseller arası boşlukların toplam hacmine tekabül etmek üzere) bünyesinde içerebileceği rutubet miktarının (% 10 ile % 15 rutubetlilik aralığı esas alınarak) ortalama % 12 civarında olması güvenli bir durum olarak kabul edilmektedir.
- Hayatın olağan akışı içinde ortaya çıkan ihtiyaçların karşılanması ve gereksinimlerin giderilmesi amacıyla tasarlanan eşyalar ile araç-gereçlerin imalatında ve uygulamaların gerçekleştirilmesinde ahşap malzemenin güvenle kullanılabilmesi bakımından üzerinde önemle durulması gereken bir olgu olan lif doygunluğu noktası, ahşabın fiziksel ve mekanik özelliklerine doğrudan veya dolaylı şekilde yansıyan bir gösterge olarak addedilir.

“Ahşap malzemenin kullanılmasında kendine özgü eylemsel yansımasıyla öne çıkan temel bir etmen olarak lif doygunluğu noktası” başlığıyla sunulan bu çalışmada, neden-sonuç ilişkileri kurmak suretiyle ayrı bir konu olarak incelenecek kadar geniş kapsamlı bir konu olan lif doygunluğu noktası, oluşum mekanizması ve malzeme özelliklerine etkisi çerçevesinde açıklanmış ve (genişleme, yoğunluk ve azami rutubet miktarı değerleri üzerindeki etkiselliği) bütünlük bir problemle örneklenmiştir. Nihayetinde,

imgelem yapılarak ortaya koyulan sayısal veriler, lif doygunluğu noktası değerinin; ahşabın hacimsel genişlemesinde, belli bir rutubet miktarındaki yoğunluğunda ve erişebileceği en yüksek rutubetlilik seviyesinde katıksız ve yalın bir gerçeklikle var olduğunu göstermiştir.

Bu perspektifte, lif doygunluğu noktası kavramının, doğrudan veya dolaylı bir biçimde ahşabın malzeme özelliklerini etkileyebileceği değerlendirilerek, ileri düzey teknik özelliklerin keşfedilmesine yönelik irdelemelerde önemli bir etmen olarak özenle göz önünde tutulması gerektiği aşıkardır.

## KAYNAKLAR

- Bozkurt, A.Y., Göker, Y. (1987). Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3445/388.
- Desch, H.E., Dinwoodie, J.M. (1996). Timber: structure, properties, conversion and use. London: MacMillan Press Ltd.
- FPL. Forest Products Laboratory. (2010). Wood handbook: Wood as an engineering material. General Technical Report FPL–GTR–190. Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest service.
- Hoadley, R.B. (2000). Understanding Wood: A craftsman’s guide to wood technology. Newtown, CT: The Taunton Press, Inc.
- Kollmann, F.F.P., Cote, W.A. (1968). Principles of Wood Science and Technology I: Solid Wood. Berlin: Springer-Verlag.
- Shmulsky, R., Jones, P.D. (2019). Forest Products and Wood Science: An introduction. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Skaar, C. (1988). Wood-Water Relations. Berlin: Springer-Verlag.
- Stokke D.D., Wu Q., Han G. (2014). Introduction to Wood and Natural Fiber Composites. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Inc.
- Tsoumis, G. (1991). Science and technology of wood: structure, properties, utilisation. New York: Van Nostrand Reinhold
- Usta, I., Hale, M.D (2004). A novel guide for determination of the physical properties of wood including kiln drying and full-cell preservative treatment. The International Research Group on Wood Preservation, Document No: IRG/WP 04-20298.
- Usta, İ. (2015). Ağaç malzeme fiziksel özelliklerinin tespitinde ve ahşap koruma performans değerlendirmesinde örnek bir kılavuz olarak Şematik Rehber kullanımı. *Selçuk Üniversitesi Teknik Online Dergisi*, Özel Sayı (UMK-2015): 407-420.
- Usta, İ. (2016). Ahşap Üzerine Betimlemeler: Kültürlerarası etkileşim aracı olan ahşabın “Değerli bir Nesne” olarak kabul edilip özümsemesi (Lifli ve Gözenekli Yapısıyla Ahşap Mükemmeldir). *Yapı Dünyası*, Temmuz/Ağustos 2016 (244-245): 8-16.
- Usta, İ. (2017). Ahşap: Fiziksel Özellikler. *Yapı Dünyası*, Temmuz/Ağustos 2017 (256-257): 8-13.
- Usta, İ. (2020). Örnek sorular ve çözümleriyle ağaç malzeme fiziksel özellikleri. 6. Uluslararası Mobilya Kongresi, 02-05 Kasım 2020, Trabzon, Türkiye. *Bildiri Kitabı*: 456-471.

## TOPLAM VERİMLİ BAKIM (TPM) KAPSAMINDA TOPLAM EKİPMAN ETKİNLİĞİ (OEE) ANALİZİ İÇİN BİR BİLGİ SİSTEMİ ÖNERİSİ

Diyar Meriç<sup>1</sup>, Ebru Cinkılıç<sup>2</sup>, Şafak Kırış<sup>3</sup>

### ÖZ

Bu çalışma, işletmelerdeki üretim sürecinde Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) hesaplanması üzerine yapılan bir araştırmayı kapsamaktadır. Araştırmanın amacı, OEE analizi yapılarak mevcut performansı olumsuz etkileyen kök sebeplerin belirlenmesi ve iyileştirmelerin yapılmasıdır. OEE, bir TPM (Toplam Verimli Bakım) yöntemi olan ve üretim sürecinin etkinlik ölçümü için kullanılan bir analizdir. Bu çalışmada, OEE analizi kullanılarak işletmenin üretim sürecindeki etkinliği ölçülmüş ve bir bilgi sistemi önerilmiştir. Önerilen sistem plastik sanayi ve inşaat sektöründe uygulanmış ve OEE değeri %80,34 olarak hesaplanmıştır. Analiz sonucunda, verimliliği düşüren başlıca faktörlerin plansız duruşlar ve hatalı ürün sayısının fazlalığı olduğu tespit edilmiştir. Önerilen bilgi sistemi sayesinde OEE analizi sürekli olarak takip edilebilecek ve verimlilik düşüşleri hızlı bir şekilde tespit edilip önlemler alınabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Toplam Verimli Bakım, Toplam Ekipman Etkinliği, Bilgi Sistemi

**Jel Kodları:** D20, D24, L86

## A KNOWLEDGE SYSTEM PROPOSAL FOR OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) ANALYSIS IN THE SCOPE OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

### ABSTRACT

This study covers a research on the calculation of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in the production process in firms. The purpose of the research is to determine the root causes that negatively affect the current performance by performing OEE analysis and to make improvements. OEE is an analysis that is a TPM (Total Productive Maintenance) method and is used to measure the efficiency of the manufacturing process. In this study, the efficiency of the enterprise in the production process was measured using OEE analysis and a knowledge system was proposed. The proposed system was applied in the plastic industry and construction sector and the OEE value was calculated as 80.34%. As a result of the analysis, it was determined that the main factors that reduce productivity were unplanned downtimes and the high number of faulty products. OEE analysis can be continuously monitored and productivity decreases can be quickly detected and precautions can be taken by the proposed knowledge system.

**Keywords:** Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Knowledge System

**JEL Codes:** D20, D24, L86

<sup>1</sup> Lisans Öğrencisi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye, [diyarmericc@gmail.com](mailto:diyarmericc@gmail.com), ORCID: 0009-0006-2579-6975

<sup>2</sup> Lisans Öğrencisi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye, [ebrucnkic.07@gmail.com](mailto:ebrucnkic.07@gmail.com), ORCID: 0009-0000-2731-5246

<sup>3</sup> Prof., Dr., Şafak Kırış, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye, [safak.kiris@dpu.edu.tr](mailto:safak.kiris@dpu.edu.tr), ORCID: 0000-0002-7041-4722



## 1. GİRİŞ

Günümüz rekabet koşullarında hızla değişmekte teknoloji sayesinde işletmelerin rekabet ortamında daha iyi yer edinebilmelerinin en önemli yollarından biri doğru yerde ve zamanda makine ve ekipman verimliliğini ve etkinliğini en yüksek düzeyde kullanılabilmekten geçmektedir. Bu koşullar altında işletmelerin istediği hedefe ulaşabilmesi için makine ve ekipman verimliliğini arttırabilmek için çeşitli çalışmalar yapması gerekmektedir. Bu nedenle makine ve ekipmanların verimli veya etkin kullanılıp kullanılmadığını tespit etmek, kayba yol açan etkenleri bulabilmek ve mevcut durumun analizini yapabilmek amacıyla Toplam Verimli Bakım (TPM) faaliyetleri kapsamında ekipman etkinliği analizleri kullanılabilmektedir. Toplam ekipman etkinliği makine ve ekipman kullanılabilirliğini, performansını ve bu makine ve ekipmanlardan çıkan çıktılarının kalite oranlarını ele alarak hesaplanmaktadır.

İşletmeler yaptıkları Toplam Ekipman Etkinliği analizleriyle makine ve ekipmanlarının etkinliklerini hesaplayabilmektedirler. Bu hesaplamaları yaptıktan sonra sonucu toplam ekipman etkinliğinin dünya standart değeriyle karşılaştırılıp verimliliği düşüren kök sebepleri bulup iyileştirmeler yapabilirler.

Bu çalışmada, ilk olarak Toplam Verimli Bakım ve Toplam Ekipman Etkinliği kavramlarıyla ilgili literatür taraması yapılmış, ardından Toplam Verimli Bakım ve Toplam Ekipman Etkinliği kavramları açıklanmış, uygulama aşamasında ise bir bilgi sistemi önerilerek plastik ve inşaat sanayi sektöründe çalışan bir işletme için etkinlik hesaplamaları yapılarak sonuçlar yorumlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, Toplam Verimli Bakım (TPM) ve Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) ile ilgili son dönemlerde (2014-2023) gerçekleşen bazı çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalar Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1. TPM ve OEE ile İlgili Literatür Özeti**

YAZAR	YIL	AMAÇ VE YÖNTEM
Polat	2014	Toplam ekipman etkinliği (OEE) kullanımı ile elektrik enerji tasarrufu üzerine bir tez çalışması yapmış ve üretim verimliliği, uygulanan işletmede %30 artmıştır.
Daçe	2015	Toplam Verimli Bakım kapsamında Toplam Ekipman Etkinliği uygulamasını yapmış ve %57,45 OEE değeri ekipmanların etkin olarak kullanılabildiğini göstermiştir.
Özveri, Kabak ve Keleş	2016	İki farklı OEE yaklaşımlarının matbaa sektöründe uygulanabilirliği analizini yapmışlar ve çalışma sonucunda iki farklı OEE yaklaşımın matbaa sektöründe uygulanabilirliğine ilişkin değerlendirme yapmışlardır.
Jugderragchaa	2017	TPM anlayışı kapsamında gerçekleştirilen OEE analizlerini depolama tank üretimi yapan bir imalat işletmesinde uygulamıştır.
Yaşın ve Daş	2017	KOBİ’ler iyileştirme çalışmalarına zaman ve kaynak ayıramadıkları için ve OEE analizinin değişiklik göstermesi nedeniyle toplam ekipman etkinliği tabanlı yeni bir yöntemi KOBİ olan bir ahşap işleme kuruluşuna önermişlerdir.

**Tablo 1. Devamı**

Acar ve Çakırkaya	2018	Bir üretim yapan işletmede Toplam Ekipman Etkinliği değerini hesaplamışlar. Yapılan çalışma da sonuç olarak makine duruş sürelerinin yeteri kadar düşük olmadığı sonucuna varmışlardır ve iyileştirme çalışmaları yapmışlardır.
Ersöz, Öztürk ve Gürel	2018	TPM uygulaması ile etkinliğinin ve verimliliğinin artırılması için OEE analizi yöntemini kullanmışlar. Ayrıca OEE değerlerini hesaplayan bir takip sistemi kurmuşlardır.
Çelik	2019	Ayar sürelerinin iyileştirilmesi için 5S ve SMED metodolojileri birlikte uygulamış ve 5S uygulamasının ekipman etkinliğine olan etkisini değerlendirmiştir.
Gür	2019	Toplam ekipman etkinliği kullanılarak hat verimliliklerini belirlemiştir. Daha sonra, mevcut ve iyileştirilmiş kapasiteleri dikkate alan bir matematik programlama modeli önermiştir.
Sarı	2019	Makinelerin performanslarının Tercih Seçim Endeksi yöntemi ile ölçülmesi ve OEE değeri ile karşılaştırıp makine performansı değerlendirmesini OEE'den farklı kriterleri de göz önünde bulunduran modelleri uygulamanın faydalı olacağı sonucuna varmıştır.
Özkan, Ada ve Genlik	2019	Yapılan çalışmada bir işletmede belirli bir dönem aralığındaki ortalama toplam ekipman etkinliği hesaplanmıştır. Sonuçlar dünya standartları ile karşılaştırılmış ve değerler dünya standartlarına yaklaşması için TRIZ yöntemi kullanılmıştır.
Çelik	2020	Toplam ekipman etkinliği hesaplanmasında planlı duruş süresinin önemli olduğunu belirterek toplam ekipman etkinliği hesaplanmasında farklı bir yaklaşım belirlemiştir. Bu yaklaşımı OOE (Genel Operasyon Etkinliği) olarak tanımlamıştır. Her iki yaklaşımı karşılaştırarak Genel Operasyon Etkinliğini % 6,17 daha düşük hesaplamıştır.
Yenice	2021	Bir firmada kâğıt formlarla veri toplama ile makinelerin PLC sistemlerine bağlanarak otomatik veri toplama imkânı sağlayan yazılımla veri toplama işlemlerinin, OEE değeriyle alt bileşenlerini hesaplamada farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi ve hangi yöntemin daha iyi olduğunun tespit edilmesi yönünde bir çalışma yapmıştır.
Sarı	2021	TPM ile önerilen uygulamalar, pillar faaliyetler başlığı altında gerçekleştirilmektedir. TPM ayağı olan Güvenlik (S) ayağı TPM uygulamaları sırasında iş kazaları ve olası durumları ele almaktadır. Entropi ağırlıklı bulanık tabanlı FMEA yöntemi kullanılmıştır.
Dobra ve Jósvai	2021	Makalede, hibrit analizini kullanarak göstergeyi artırmanın bir yolunu sunmuş.
Hatipoğlu ve Akar	2022	Çalışmada, bir işletmede yeni ve kullanılabilir genel ekipman verimliliği önerilmiş ve genel ekipman verimliliği, toplam efektif ekipman performansı ve önerilen genel ekipman verimliliği uygulayıp sonuçları karşılaştırmışlardır.
Ingaldi ve Tatar	2022	Bu makalede, OEE katsayı analizi (Genel Ekipman Etkinliği) tarafından desteklenen değer akışı eşleme analizinin sonuçlarını sunmaktadır. Yapılan araştırma sonucunda KOBİ'lerde tek üretim operasyonunun kısmen dijitalleşmesinin sürecin seyrine olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Ginste, Aghezzaf ve Cottyn	2022	Amacı Genel Ekipman Verimliliği (OEE) odaklı süreç iyileştirmede ekipman esnekliğinin rolüdür. Bu makale kitlesel özelleştirme paradigmasını kolaylaştırmak ve dayanıklı bir imalat sistemine doğru sürekli gelişmeye çalışmak için ekipman etkinliğinin ölçümünde esnekliğin önemini vurgulamıştır.
Mendonça, Francisco ve Rabelo	2022	Bu çalışma, Özel Tasarım Ürünler için Esnek ve Otonom Üretim Sistemleri - FASTEN projesinde uygulanmıştır. Üretim birimlerinde yapılan işlerin sonuçlarını izlemek ve analiz etmek için endüstri 4.0 ile ilgili teknolojilerin ve OEE gibi metodolojilerin kullanılması, kuruluşların stratejik, taktik ve operasyonel açıdan kararlar almasına yardımcı olmuştur.
Kök ve Yıldız	2023	Toplam ekipman etkinliği analizini otomotiv yan sanayi sektöründe sızdırmazlık elemanları üretimini yapan bir işletmeye uygulamışlar. Çalışmanın amacı darboğaz oluşumuna sebep olan sorunları bulabilmektir.

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Toplam Verimli Bakım

TPM, tüm üretim ve bakım süreçlerinin içerisinde, çalışanların tamamının aktif olması gereken, otonom bakımı benimseyen, ekipman etkinliğini optimum düzeye getirmeyi hedefleyen, arızaları onarmaya değil de önlemeye yönelik bir bakım yaklaşımıdır (Anonim 2022a). İşletmede bulunan üretim ve bakım süreçlerini içeren departmanlar tarafından uygulanır.

Japon endüstriyel üretimin kalkınmasında araç olarak kullanılan bu sistem daha da geliştirilmiş ve 1990'lı yıllardan sonra "Toplam Üretken Yönetim" (Total Productive Management) adını almıştır. Japonya'da TPM'yi ilk uygulayan ve tanıtan Nippon Denso firmasıdır. Yaptıkları çalışmalar sonucunda "PM Excelent Plant Award" ödülünü almıştır. Japonya'dan tüm dünyaya yayılan bu sistem özellikle Toyota grubunda başarıyla uygulanmıştır (Görener 2012).

##### 3.1.1. TPM'nin Ana Hedefleri

TPM yöntemi "kurumlarda misyon ve vizyon" yaratma görüşü; verimliliğin, bakım kalitesinin, küçük grup çalışmalarının, iyileştirilme önerilerinin, teknik eğitiminin ve ürün kalitesinin maksimize edilmesi; hatasız, kayıpsız, stoksuz, arızasız, sıfır ıskarta, sıfır iş kazasıyla kurumlarda misyon ve vizyon sağlanmasıdır (Anonim 2022b).

Bu kültüre ulaşım sağlanması için konulan hedefleri oluşturan başlıkların bazıları Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2. Ana Hedef Tablosu**

	<i>Tanım</i>	<i>Birim</i>
<i>P- Verimlilik (Productivity)</i>	1-Verimlilik 2-OEE 3-Üretim kapasitesi 4-Üretim adedi 5-Kişi başına düşen üretim adedi	Adam * Saat/Üretim Ad. Ad. % Birim* 1000 Adet Üretim Ad./Kişi
<i>Q- Kalite (Quality)</i>	1-Satış sonrası arıza oranı 2-Rework 3-Hurda	% % %
<i>C- Maliyet (Cost)</i>	1-İmalat maliyeti 2-Enerji maliyeti (elektrik, su, doğal gaz, motorin) 3-Bakım Maliyeti	% Kwh, M3/Üretim Ad. Euro/Üretim Ad.
<i>D- Dağıtım (Delivery)</i>	1-Pazara sunma süresi 2-Ürün stok süresi 3-Yarı mamul stok süresi 4-Hammadde stok süresi	Hafta Gün Gün Gün
<i>SHE- İş Güvenliği ve Çevre</i>	1-İş kazası adedi 2-Ürün başına bertaraf edilen atık miktarı 3-Atık maliyeti (Euro/ürün)	Kaza ad /Milyon saat Kg/Üretim Ad. Euro/Üretim Ad.
<i>Moral (Morale)</i>	1-Öneri adedi 2-Kaizen adedi 3-Nokta dersi adedi 4-Eğitim saati (kişi başına düşen) 5-Eğitmen oranı (mavi yaka)	Adet Adet Adet Saat %

Kaynak: (Anonim, 2022b)

### 3.1.2. TPM 8 Sütunları

TPM amaçları doğrultusunda belirlemesi gereken 8 sütun aktivitesi vardır.

- 1. Otonom Bakım:** Otonom bakım, birçok sanayi dalında uygulanan bir bakım türüdür. Bu bakım türü, makinelerin doğru ve zamanında bakımı ile makinelerin performansı artırılırken, arıza ve duruş süreleri de minimize edilir. Bu da üretim süreçlerinin daha verimli hale getirilmesine olanak sağlar.
- 2. Kobetsu Kaizen:** Kobetsu Kaizen, işletmelerde sürekli iyileştirmeyi hedefler. Ekip üyeleri, belirli bir problemi tanımlar ve ardından adım adım çözüm için planlar yaparlar. Bu planlama sürecinde, veriler analiz edilir, kök nedenler belirlenir ve çözüm önerileri geliştirilir. Sonrasında, bu öneriler uygulanır ve sonuçların izlenmesi sağlanır.

- 3. Planlı Bakım:** Planlı Bakım, bakım departmanının etkin bakım yönetimini sağlamak amacıyla önleyici bakım (periyodik-kestirimci bakım-revizyon), düzeltici bakım ve bakım önleme çalışmalarını içeren bir sistemdir. Bakım ekipleri, planlı bakım çerçevesinde, ekipmanların sürekli olarak çalışmasını ve performansını iyileştirmek için önceden belirlenmiş periyotlarda bakım faaliyetlerini gerçekleştirirler.
- 4. Kalite Bakım:** Kalite Bakımı, iç ve dış kalite kayıplarını en aza indirmeyi hedefleyen bir dizi faaliyeti içerir. Bu faaliyetler, ürünlerde oluşabilecek hataların kusur haline dönüşmeden önce anormallik seviyesinde tespit edilmesini ve çözüm bulunmasını amaçlar. Kalite Bakımı, üretim sürecindeki her aşamada kalite standartlarının karşılanmasını sağlamak için titizlikle uygulanan bir yaklaşımdır.
- 5. Eğitim:** Eğitim, fabrikanın başarılı bir şekilde faaliyet gösterebilmesi ve TPM (Toplam Üretken Bakım) uygulamalarına katkıda bulunabilmesi için oldukça önemli bir unsurdur. Fabrikada, temel eğitim politikası belirlenir ve çalışanların becerilerini artırmak amacıyla iş başı eğitimleri ve dışarıdan alınan eğitimler sağlanır. Bu şekilde, tüm çalışanlar gerekli bilgi ve becerilere sahip olurlar ve TPM'nin başarılı bir şekilde uygulanmasına katkıda bulunurlar.
- 6. Ofis TPM:** Ofis TPM (Toplam Verimli Bakım), endirekt (dolaylı) iş süreçlerindeki israfı ortadan kaldırmayı ve akışın sağlanmasını hedefleyen bir yaklaşımdır. Ofis ortamında, otonom bakım uygulamalarıyla iş süreçlerinin devamlılığı ve verimliliği sağlanırken, kobetsu kaizenler ile süreçlerde iyileştirmeler gerçekleştirilir.
- 7. Güvenlik ve Çevre:** Güvenlik ve Çevre, TPM'nin en önemli hedeflerinden biri olan "sıfır iş kazası"na ulaşmayı amaçlar. İşletmeler, çalışanların güvenliğini sağlamak için çeşitli önlemler alır ve iş kazalarının önlenmesi için sürekli iyileştirmeler yapar. Bu kapsamda, risk analizleri yapılır, güvenlik eğitimleri düzenlenir ve güvenlik prosedürleri uygulanır. Güvenlik ve Çevre aynı zamanda fabrika atıklarının çevreye zarar vermesini engellemeyi hedefler.
- 8. Erken Ekipman/Ürün Yönetimi:** Erken Ekipman/Ürün Yönetimi, bakım gerektirmeyen makinelerin kullanılmasını sağlayarak işletmelere avantajlar sunar. Geçmiş deneyimlerin bir araya getirildiği ortak bir bilgi bankası, yeni makine satın alımlarında önemli bir kaynak haline gelir. Bu bilgiler, olumlu ve olumsuz tecrübeleri içerir ve gelecekteki seçimlerde rehberlik eder. Aynı konsept, yeni ürün geliştirmede de kullanılır. Bu sayede, bakım yönetimi gelecekte çok daha kolay bir hale gelir ve işletmelerin verimliliği artar (Anonim 2022c).

### 3.1.3. Üretimde Kayıplar

TPM, işletmelerdeki verimsizlikleri ve kayıpları azaltarak, Toplam Ekipman Etkinliğini artırmayı amaçlayan bir yönetim yaklaşımıdır. Bu kapsamda fabrikalarda, belirlenmiş ve gruplandırılmış kayıpları ölçmek, çözüm üretmek, uygulamak ve çözümleri gerçekleştiren çalışanları bilerek ödüllendirmek oldukça önemlidir. Bu sayede, işletmeler daha verimli bir üretim süreci elde ederken, çalışanların motivasyonu ve performansı da artmaktadır.

Kayıplarla etkin bir şekilde mücadele etmek için öncelikle hangi alanlarda ve kayıpların neden oluştuğunu belirlemek önemlidir. Bu tespiti yapabilmek için TPM içerisinde belirli sınıflandırmalar ve gruplamalar oluşturulmuştur. TPM, kayıpları "16 Muda" olarak adlandırılan 16 farklı grup altında tanımlar. Bu gruplar içinde yer alan kayıplar, ardışık olarak gerçekleştirilebilecek bir dizi küçük iyileştirmeler (Kaizen'ler) ile bilinçli bir şekilde yönetilebilirse, önemli ölçüde iyileşme, üretkenlik artışı ve maliyet düşüşleri elde etmek mümkün olur. İşletmelerin kendi sistemine bağlı olarak bu sayı değişebilmektedir.

**Tablo 3. TPM Felsefesinin Temelindeki 16 Büyük Kayıp**

<i>TPM 16 Büyük Kayıp</i>	
1. Arıza 2. Set-Up Ayan (Model Değişimi) 3. Takım /Bıçak Değişimi 4. Başlangıç-Bitiş 5. Küçük Duruş ve Boşta Bekleme 6. Hız 7. Hatalı Üretim ve Rework 8. Kapatma	<i>EKİPMAN ETKİNLİĞİNİ ETKİLEYEN 8 KAYIP</i>
1. Yönetim 2. Üretim hareket 3. Hat organizasyon 4. Lojistik 5. Ölçme ve ayar	<i>İŞ GÜCÜ ETKİNLİĞİNİ ETKİLEYEN 5 KAYIP</i>
1. Enerji 2. Ürün/Malzeme 3. Ekipman (jig, kalp, el aleti vb.)	<i>MADDE VE ENERJİNİN AKTİFLİĞİNİ ETKİLEYEN 3 KAYIP</i>
1.Hatalı Kontrol Noktası 2.Bakım Gideri Fazlalığı 3.Tertip-Düzen Temizlik Yetersizliği 4.Çevre-İş Güvenliği Yetersizliği	<i>DİĞER KAYIPLAR</i>

İşletmeler, üretkenliklerini artırmak ve süreçlerini sıfır hata ile tamamlamak için 16 kaybı tamamen ortadan kaldırmalıdır.

### 3.2. Toplam Ekipman Etkinliği

Toplam Ekipman Etkinliği, İngilizcede “Overall Equipment Effectiveness” olarak geçmektedir ve kısaltılması OEE’dir. Türkçeye “Toplam Ekipman Etkinliği” olarak çevrilmiştir. TPM uygulamalarının başarılı olması için kilit rolde olan Toplam Ekipman Etkinliği, makine ve ekipman kullanım verimliliğini ölçen çok önemli bir parametredir (Temiz vd. 2010). OEE işletmedeki kayıplara odaklanır ve işletmelerin verimlilik oranlarının yükseltmeyi amaçlamaktadır.

OEE, Seiichi Nkajima tarafından 1970’lerde geliştirilmiştir. Makinelerin ve ekipmanların ne kadar etkin kullanıldığını gösterir ve etkinlik kaybına yol açan sorunların neyden kaynaklandığını göstererek hangi kök sebebe odaklanması gerektiğini de göstermektedir. İşletmelerden toplanan veriler ile OEE analizi yapıp hesaplandığında ve bu hesaplamalar detaylı olarak incelendiğinde ise hangi kök sebebe odaklanması gereken iyileştirme konularının belirlenmesi daha kolay olmaktadır.

Toplam ekipman verimliliğinin dikkate aldığı etkinliği yüksek üretim için gerekli olanlar; ekipmanın planlanan üretim süresi boyunca çalışması, ekipmanın beklenen hızda üretmesi, spesifikasyonlara göre parçaların üretilmesi (Becker vd. 2015). Eğer üretim bu şartlar altında değilse makine ve ekipmanlarda altı büyük kayıp olarak bilinen sorunlar vardır. Bu sorunlar direkt olarak üretime etki etmektedir ve verimliliğin düşmesine sebep olmaktadır (Acar ve Çakırkaya 2018).

#### 3.2.1. Altı Büyük Kayıp

TPM’nin amacı OEE analizleri yaparak altı büyük kaybı azaltmaya çalışarak veya ortadan kaldırarak makine ve ekipman verimliliklerinin arttırılmasını sağlamaktır. Bu kayıplar üretim esnasında verimliliğin düşmesine sebep olur. Tablo 4’de 6 büyük kaybın OEE için hangi kayıpları ifade edildiği gösterilmiştir.

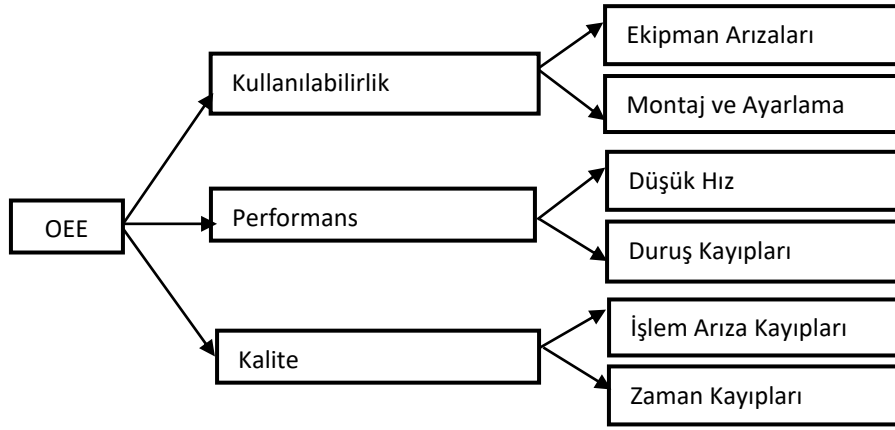
**Tablo 4. 6 Büyük Kayıp OEE İçin Kayıp**

<i>6 Büyük Kayıp</i>	<i>OEE için Kayıp</i>
Arıza	Duruş Kaybı
Hazırlık ve düzeltmeler	
Küçük Duruş	Hız Kaybı
Yavaş Çalışma	
Ayar, Hazırlanma firesi	Kalite Kaybı
Üretim Firesi	

Kaynak: (Alkan 2015,6)

TPM uygulamalarında kilit nokta Toplam Ekipman Etkinliğidir. Toplam Ekipman Etkinliği makine ve ekipmanların ne kadar verimli kullanıldığını ve oluşan kayıpların nereden kaynaklandığını gösterir ve bunun sonucunda da iyileştirme olacak noktalar belirlenir.

Şekil 1’de OEE’nin altı büyük kayıp ile ilişkisi gösterilmiştir. Ekipman arızası, montaj ve ayarlardan oluşan kayıplar toplam ekipman etkinliğinde kullanılabilirlik oranını etkilemektedir. Düşük hız ve duruş kayıpları toplam ekipman etkinliğinde performans oranını etkilemektedir. İşlem arıza kayıpları ve zaman kaybı ise toplam ekipman etkinliğinde kalite oranını etkilemektedir.



**Şekil 1. Altı Büyük Kayıp ile İlişkisi**

Kaynak: (Acar ve Çakırkaya 2018)

### 3.2.2. OEE Hesaplaması

OEE'nin 3 tane bileşeni vardır. Bunlar kullanılabilirlik, performans ve kalitedir. Bu üç bileşenin birbiriyle çarpılması sonucunda OEE hesaplanmaktadır ve OEE yüzde olarak ifade edilmektedir.

OEE hesaplaması formülü içerisindeki verilerin sonuçlarını bulabilmek için kullanılan farklı veriler vardır.

#### **Kullanılabilirlik oranı hesaplanması için gereken veriler;**

**İşletme çalışma süresi:** Bir iş günündeki makine veya ekipmanın aralıksız toplam çalıştığı süreyi ifade eder.

**Planlı Duruşlar:** Molalar ve planlanan bakım çalışmalarını ifade eder.

**Net çalışma süresi:** Brüt kullanılabilir süresinden planlı duruşların çıkartılmasıyla elde edilir.

**Duruş Kayıpları:** Çalışma süresi içindeki zaman kayıplarıdır. Plansız duruşlar da denilebilir.

**Toplam çalışma Süresi:** Net çalışma süresinden gerçekleşen duruş kayıpları çıkartılarak hesaplanır.

**Kullanılabilirlik Oranı:** Makine veya ekipmanın çalışma süresinin, planlanan üretim süresine oranıdır.

Kullanılabilirlik= Toplam çalışma süresi/Net çalışma süresi



### Performans oranı hesaplanması için gereken veriler;

**Toplam üretim miktarı:** Fire, yeniden üretim ve sağlam üretilen ürün miktarlarının tamamını kapsar.

**Çevrim Süresi:** Bir ürünün işlenmek üzere girdiği bir makinada geçirdiği zamanı ifade eder.

Toplam çalışma süresi performans oranı hesaplanmasında da kullanılır.

Performans= (çevrim süresi x toplam üretim miktarı)/toplam çalışma süresi

### Kalite oranı hesaplaması için gereken veriler;

**Hatalı ürün miktarı:** Üretilen parçalar arasında sağlam olmayan ürünlerdir.

Toplam üretim miktarı kalite oranı hesaplanmasında da kullanılır.

Kalite= (Toplam üretim miktarı – Hatalı ürün miktarı)/Toplam üretim miktarı

## 4. BULGULAR

### 4.1. Bilgi Sistemi Önerisi

Toplam ekipman verimliliği hesaplamasını yapabilmek için C# programlama dilinde bir bilgi sistemi tasarlanmıştır. Bu sistem ile OEE hesaplamaları kolaylıkla yapılabilmektedir. Önerilen sistem ile dönemsel değişikliklerle birlikte güncellemeler yapılarak mevcut durum sürekli takip edilebilmektedir.

Önerilen sistem dört bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler kullanılabilirlik oranı, performans oranı, kalite oranı ve OEE'nin hesaplanması olarak ayrılmıştır.

Kullanılabilirlik oranı hesaplamasında işletme çalışma süresi ve planlı duruş süreleri girildikten sonra net çalışma süresi hesaplanmaktadır. Plansız duruş süresi de girildikten sonra işleme süresi hesaplanabilmektedir. Kullanılabilirlik oranını hesapla butonu kullanılarak kullanılabilirlik oranı hesaplanmaktadır. Performans oranı hesaplamasında ise toplam üretim miktarı, ideal çevrim süresi ve işleme süresi verileri girildikten sonra performans oranı kolaylıkla hesaplanabilmektedir. Kalite oranı hesaplamasında hatasız üretim miktarı ve toplam üretim miktarı verileri girildikten sonra kalite oranı hesapla butonu ile hesaplanabilmektedir. OEE hesaplamasında kullanılan bu üç çarpanın oranları hesaplanınca OEE hesaplanabilir ve grafik oluşturulabilir. Önerilen sistem ile performans oranı, kullanılabilirlik oranı, kalite oranı ve toplam ekipman etkinliğinin yüzdeleri de sütun grafik olarak oluşturulup karşılaştırılmaları kolaylıkla yapılabilmektedir. Şekil 2'de Plastik sanayi ve inşaat sektöründeki bir işletmenin OEE analizinin kullanılabilirlik oranı hesaplaması, Şekil 3'te performans oranı hesaplaması, Şekil 4'te kalite oranı hesaplaması ve Şekil 5'te OEE değeri hesaplanmış ve grafik oluşturulmuştur.

Diyar Meriç  
Ebru Cinkılıç  
Prof. Dr. Şafak Kırış  
Araştırma Makalesi/Research Article

Makale Gönderim Tarihi (Date of Submission): 20 Eylül 2023  
Makale Kabul Tarihi (Date of Acceptance): 17 Aralık 2023

DOI: 10.17339/ejovoc.1363082



**Kullanılabilirlik Oranı Hesaplama**

İşletme Çalışma Süresi : 13440

Planlı Duruş Süresi : 0

Net Çalışma Süresi : 13440

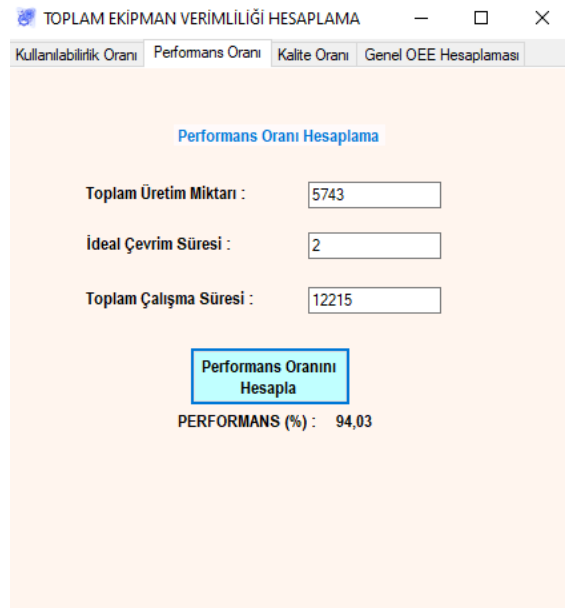
Plansız Duruşlar Süresi : 1225

Toplam Çalışma Süresi : 12215

**Kullanılabilirlik Oranını Hesapla**

KULLANILABİLİRLİK (%) : 90,89

Şekil 2: Kullanılabilirlik Oranı Hesaplama Ara Yüzü



**Performans Oranı Hesaplama**

Toplam Üretim Miktarı : 5743

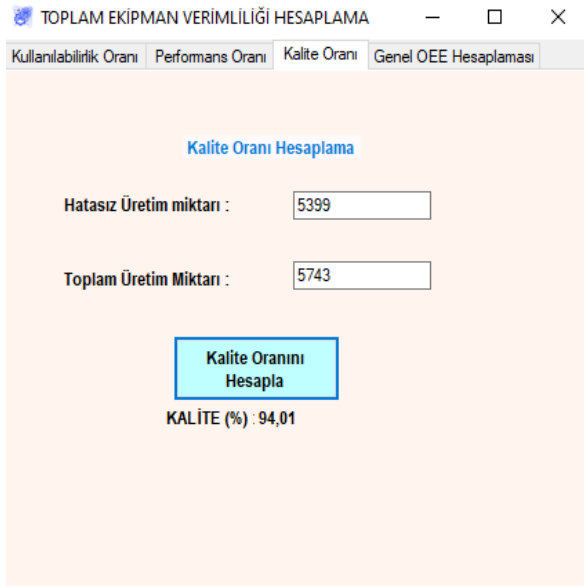
İdeal Çevrim Süresi : 2

Toplam Çalışma Süresi : 12215

**Performans Oranını Hesapla**

PERFORMANS (%) : 94,03

Şekil 3: Performans Oranı Hesaplama Ara Yüzü



**Kalite Oranı Hesaplama**

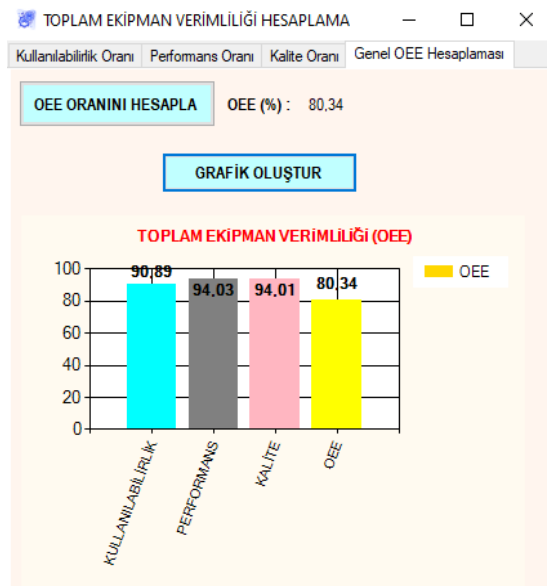
Hatasız Üretim miktarı : 5399

Toplam Üretim Miktarı : 5743

**Kalite Oranını Hesapla**

KALİTE (%) : 94,01

Şekil 4: Kalite Oranı Hesaplama Ara Yüzü



Şekil 5: OEE Hesaplama Ara Yüzü

#### 4.2. Plastik Sanayi ve İnşaat Sektöründeki bir İşletmede OEE'nin Hesaplanması

OEE hesaplanması için işletmeden alınan bir aylık yaklaşık veriler kullanılmıştır. Veriler bir ay boyunca gündüz vardiyasından alınmış olup, üretim süreci için gerçekleşen OEE değerleri tespit edilmiştir.

Verilerin üretimden toplanması için öncelikle Excel aracıyla form hazırlanmıştır. Form içerisinde tarih, planlı ve plansız duruşlar, plansız duruşların sebepleri ve süreleri, vardiya bazındaki üretim miktarı, vardiya bazındaki hatalı üretim miktarları, işletmenin hangi günler üretim yaptığı, vardiya sayıları ve saatleri, işletmedeki plansız duruşlar ve ideal çevrim süresi yer almaktadır.

İşletmenin üretim süresi sabah 08.00'den 16.00'ya kadar 1 vardiyalık faaliyet göstermektedir. Haftanın her günü üretim yapılmaktadır. Hesaplama yapılırken planlı duruşlar sıfır olarak ele alınmıştır. Brüt kullanılabilir süreler ve net çalışma süreleri ise 480 dk olarak ele alınmıştır Plansız duruşlar olarak, dozaj montajı arızası, üretime geç başlama, kalite sorunları yer almaktadır. Tablo 5'de üretim sürecinden alınan bir aylık veri ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

**Tablo 5. İşletmedeki Bir Aylık Planlı ve Plansız Duruş Süreleri**

<i>Tarih</i>	<i>Plansız Duruşlar (dk)</i>	<i>Toplam Çalışma Süresi (dk)</i>	<i>Tarih</i>	<i>Plansız Duruşlar (dk)</i>	<i>Toplam Çalışma Süresi (dk)</i>
1.02.2023	0	480	15.02.2023	0	480
2.02.2023	60	420	16.02.2023	360	120
3.02.2023	0	480	17.02.2023	0	480
4.02.2023	0	480	18.02.2023	0	480
5.02.2023	0	480	19.02.2023	0	480
6.02.2023	340	140	20.02.2023	0	480
7.02.2023	0	480	21.02.2023	0	480
8.02.2023	0	480	22.02.2023	0	480
9.02.2023	0	480	23.02.2023	0	480
10.02.2023	0	480	24.02.2023	0	480
11.02.2023	0	480	25.02.2023	345	135
12.02.2023	120	360	26.02.2023	0	480
13.02.2023	0	480	27.02.2023	0	480
14.02.2023	0	480	28.02.2023	0	480

Üretimde toplam çalışma süresi günde 480 dk'dır. İşletmenin planlı duruşu olarak sadece makine bakımı vardır. Bir aylık süre içerisinde makine bakımı yapılmadığı için planlı duruşlar sıfır olarak ele alınmıştır. Tablo 5'den işletmenin planlı ve plansız duruş sürelerine bakılarak toplam çalışma süreleri bulunmuştur.

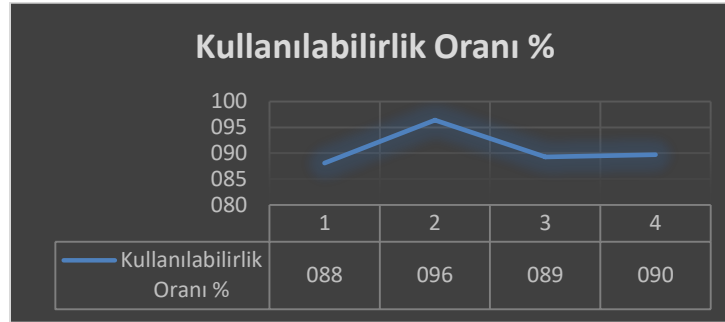
#### 4.2.1. Kullanılabilirlik Oranı Verileri

Bir aylık verilerin kullanılabilirlik oranları haftalık olarak Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6. Üretim Süreci Kullanılabilirlik Oranı Haftalık Hesaplaması**

Hesaplama	Kullanılabilirlik Oranı Verileri	1.Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
<i>a</i>	<i>İşletme çalışma süresi (dk)</i>	3360	3360	3360	3360
<i>b</i>	<i>Planlı Duruşlar (dk)</i>	0	0	0	0
<i>c=a-b</i>	<i>Net Çalışma Süresi (dk)</i>	3360	3360	3360	3360
<i>d</i>	<i>Duruş Kayıpları (dk)</i>	400	120	360	345
<i>e=c-d</i>	<i>Toplam çalışma süresi (dk)</i>	2960	3240	3000	3015
<i>f=e/c</i>	<i>Kullanılabilirlik Oranı %</i>	88,10	96,43	89,29	89,73

Kullanılabilirlik oranı değişim grafiği Şekil 6'da verilmiştir.



**Şekil 6: Üretim Süreci Kullanılabilirlik Oranı Verilerinin Karşılaştırılması**

Şekil 6 incelendiğinde kullanılabilirlik oranının 2. hafta yüksek olduğu ve değerinin de %96 olduğu görülmektedir. Diğer haftalarda kalite oranı daha düşüktür Bunun sebebi ise 1., 3. ve 4. haftalarda duruş kayıplarının çok olması ve toplam çalışma sürelerinin fazla olmasıdır. Bu durum kullanılabilirlik oranını etkilemiştir.

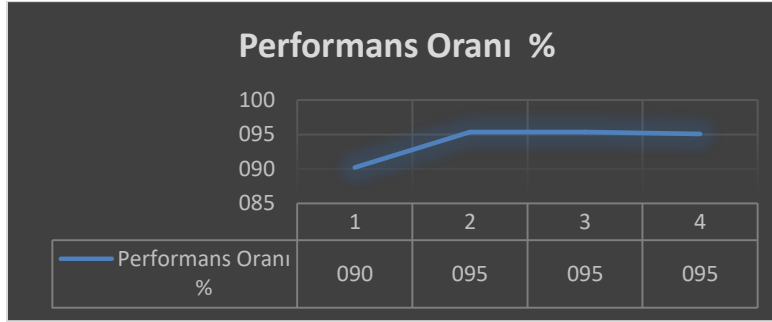
#### 4.2.2. Performans Oranı Verileri

Bir aylık verilerin performans oranları haftalık olarak Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7. Üretim Süreci Performans Oranı Haftalık Hesaplama**

Hesaplama	Kalite Oranı Verileri	1.Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
<i>g</i>	<i>Toplam üretim miktarı (adet)</i>	1335	1545	1430	1433
<i>h</i>	<i>İdeal çevrim süresi (dk)</i>	2	2	2	2
<i>e</i>	<i>Toplam çalışma süresi (dk)</i>	2960	3240	3000	3015
<i>l=(hxg)/e</i>	<i>Performans Oranı %</i>	90,20	95,37	95,33	95,06

Performans oranı değişim grafiği Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7: Üretim Süreci Performans Oranı Verilerinin Haftalık Karşılaştırılması

Şekil 7 incelendiğinde performans oranının 2., 3. ve 4. haftalarda yüksek olduğu ve %95 değerine kadar çıktığı görülmektedir. İlk haftada ise diğer haftalara göre kalite oranı daha düşüktür. Bunun sebebi ise ilk haftanın toplam üretim miktarının ve toplam çalışma süresinin düşük olmasıdır. Bu durum performans oranını etkilemiştir.

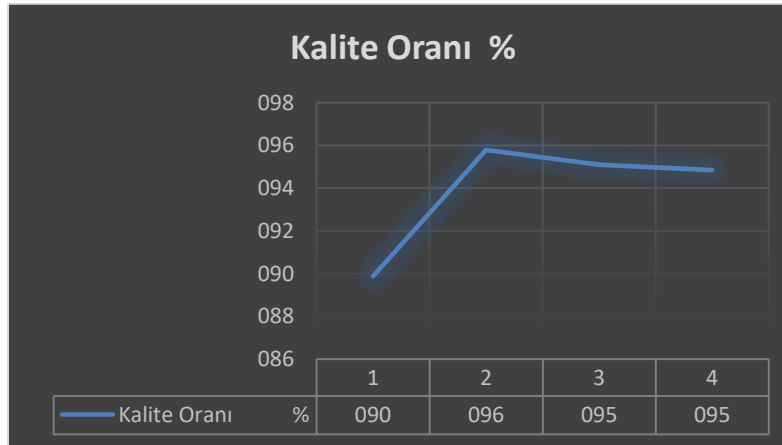
#### 4.2.3. Kalite Oranı Verileri

Bir aylık verilerin kalite oranları haftalık olarak Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Üretim Süreci Kalite Oranı Haftalık Hesaplaması

Hesaplama	Kalite Oranı Verileri	1.Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
$j$	Hatalı Ürün miktarı (adet)	135	65	70	74
$g$	Toplam üretim miktarı(adet)	1335	1545	1430	1433
$K = (g - j) / g$	Kalite Oranı %	89,89	95,79	95,10	94,84

Kalite oranı değişim grafiği Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8: Üretim Süreci Kalite Oranı Verilerinin Haftalık Karşılaştırılması

Şekil 8 incelendiğinde kalite oranının 2., 3. ve 4. haftalarda yüksek olduğu ve %95 değerine kadar çıktığı görülmektedir. 1. haftada diğer haftalara göre kalite oranı daha düşüktür. Bunun sebebi ise hatalı ürün miktarının ilk haftada fazla olmasıdır. Ayrıca ilk haftanın toplam üretim miktarı da diğer haftalara göre daha az olduğu için bu durum kalite oranlarını etkilemiştir.

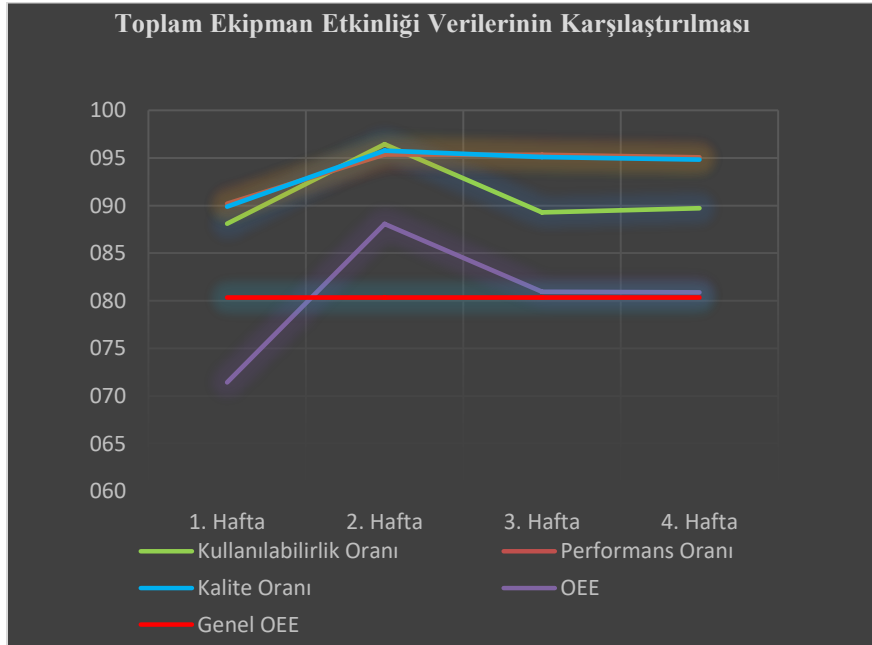
#### 4.2.4. Genel OEE Hesaplanması

Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) hesaplaması için bir aylık veriler haftalık bazında analiz edilmiştir. Çıkan sonuca göre her haftanın toplam ekipman etkinliği hesaplanmıştır. Bunun sonucunda üretim hattının bir aylık genel OEE'si elde edilmiştir. Hesaplamalar Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9. Üretim Süreci Toplam Ekipman Etkinliği Haftalık Hesaplaması**

	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
<i>Kullanılabilirlik Oranı</i>	<b>88,10</b>	<b>96,43</b>	<b>89,29</b>	<b>89,73</b>
<i>Performans Oranı</i>	<b>90,20</b>	<b>95,37</b>	<b>95,33</b>	<b>95,06</b>
<i>Kalite Oranı</i>	<b>89,89</b>	<b>95,79</b>	<b>95,10</b>	<b>94,84</b>
<i>OEE</i>	<b>71,43</b>	<b>88,09</b>	<b>80,95</b>	<b>80,87</b>
<i>Genel OEE</i>	<b>80,34</b>			

Toplam Ekipman Etkinliği verilerinin karşılaştırılması Şekil 9'da verilmiştir.



**Şekil 9: Üretim Süreci Toplam Ekipman Etkinliği Verilerinin Karşılaştırılması**

Şekil 9 incelediğinde kullanılabilirlikte harici ve hazırlık gibi plansız duruşlar 1. haftada fazlayken 2. haftada düşmüştür, 3. ve 4. haftada ise yine bir miktar artarak 1. haftaya yakın bir değere doğru durağan

bir hale gelmiştir. Performans oranı 1. haftadan 2. haftaya %90'dan 95'e çıkmış ve hız kayıpları azalmıştır. Bu durum da hız kayıplarında iyileştirmeye gidildiğini ve 3. ve 4. haftada durağan hale geldiğini göstermektedir. Kalite kayıplarında da 1. hafta kalite kayıpları fazlayken iyileştirme ile diğer haftalarda durağan hale gelmiştir.

OEE'yi burada en çok etkileyen parametre yani değişkenliğinin sebebi, 2. haftada yüksek olmasının 3. ve 4. haftada daha düşük olmasının sebebi kullanılabilirliktir. Genel olarak kullanılabilirliğin düşük olması 1. haftadaki OEE oranını da düşürmüş olup 2. haftada yapılan çalışmalarla arttırılmış ve 3. ve 4. haftalarda sabit tutulmuştur.

#### 4.2.5. OEE ve Dünya Standartları

Dünya çapında yapılan araştırmalar, üretim tesislerinde ortalama OEE oranının %60 olduğunu gösteriyor. Dünya standartlarında OEE'nin %85 veya daha iyi olduğu kabul edilmektedir (Gupta ve Garg 2012). OEE'de dünya standartını hedefleyen işletmelerin TPM anlayışını işletmede uygulayarak OEE değerini %85'in üzerine çıkarmaları beklenmektedir. Tablo 10'da gösterildiği gibi OEE'nin dünya standart değerlerinde olması için; Kullanılabilirlik oranının %90, performans oranının %95 ve kalite oranının %99,9 olması gerekmektedir. OEE bu değerlerin çarpımı sonucu elde edildiğinden dolayı genel OEE değeri ise %85,41 olmaktadır. (Temiz vd. 2010). OEE değerinin dünya standart değerleri Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10. OEE Değerinin Dünya Standart Değerleri**

<i>OEE FONKSİYONLARI</i>	<i>STANDART DEĞER</i>
Kullanılabilirlik Oranı	90%
Performans Oranı	95%
Kalite Oranı	99,9%
Genel OEE	85,41%

Kaynak: (Daçe 2015, 24)

#### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, artan rekabet koşullarında firmaların sektörlerinde daha iyi bir yer edinebilmeleri, makine ve ekipmanlarını etkin bir şekilde kullanabilmeleri için üretim hatlarında, TPM anlayışı kapsamında gerçekleştirilen ekipman etkinliği analizlerini irdelenmiştir. TPM uygulaması, üretim ortamındaki kayıplara odaklanır ve bunları 6 büyük kayıp altında değerlendirir. Ayrıca makinelerin kullanılabilirliğini artırmak, maliyetleri düşürmek ve verimliliği artırmak için iyileştirme faaliyetlerini yürütür. TPM uygulamaları kapsamında hem kayıpların hem de verimliliklerin kontrolü OEE analizi tarafından sağlanır. Yapılan OEE hesaplamaları sonucunda ulaşılan kullanılabilirlik, performans ve kalite oranları incelendiğinde, OEE oranını etkileyen fonksiyonun kullanılabilirlik oranı olduğu tespit edilmiştir.

Kullanılabilirlik oranından sonra performans oranı düşük olmuştur. Bu faktörlerin düşük olmasının sebebinin plansız duruşlardan kaynaklandığını görülmektedir.

OEE oranı ilk hafta %71,43, ikinci hafta %88,09, üçüncü hafta %80,95 ve dördüncü hafta %80,87 olarak tespit edilmiştir. Genel OEE değeri ise %80,34 olmuştur. Dünya klasmanında ideal OEE değerinin %85 oranında olmasını istenir. Ortaya çıkan değer, ideal değer ile karşılaştırılınca işletmenin OEE değeri ideal değerden düşük ancak yakın bir değerdir. Nedenler incelendiğinde ise ilk haftanın OEE değerinin düşük olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Birinci haftada diğer haftalara göre plansız duruşların fazla olması, üretim miktarının daha az olması ve hatalı ürün sayısının daha fazla olması OEE değerinin düşük çıkmasına sebep olmuştur.

OEE değerinin düşük çıkma sebeplerinden birisi olan plansız duruşlar konusunda iyileştirme çalışmalarının yapılması önerilmektedir. Şubat ayı verilerinde de görüleceği üzere üretime geç başlama, dozaj motoru arızası ve kalibre vakum arızası plansız duruşları hesaplamada değeri aşağı çekmektedir. Bunun üzerine yapılan çalışma ve hesaplama sonuçlarına göre plansız duruş sebeplerini etkileyen kök sebepler belirlenmiştir. Bu incelemeler sonrasında mart ayı verileri de alınarak karşılaştırma yapılmış, sapmaya sebep olan duruşlar tekrar incelenmiştir. Bu yapılan çalışmalar ile sonuçlarda gözle görülür şekilde iyileşmeler olmuştur. Öncelikle plansız duruşların sıfır duruşa yönelmiş olması etkin bir çalışma elde edildiğine işarettir. Bunun üzerine değişkenlik gösterip sapmalara sebep olan bu duruşlara da bağlı olan verimliliği güncel tutmak adına ve her ay hesaplamayı kolaylaştırmak adına Toplam Ekipman Etkinliği hesaplaması için bir bilgi sistemi önerilmiştir. Farklı sektörlerde de benzer sistemlerin kullanılabileceği düşünülmektedir. Farklı gereksinimlere de cevap verebilecek bir şekilde bilgi sisteminin geliştirilebileceği ve diğer faaliyetlerle bütünleştirilebileceği düşünülmektedir.

Sonraki çalışmalarda önerilen bilgi sistemi ile OEE değeri düzenli olarak ölçülebilir ve OEE değerinin dünya standartları altında kalması durumunda değerinin düşük çıkma sebepleri araştırılabilir. Buna bağlı olarak iyileştirme çalışmaları sürekli hale getirilebilir.

#### **KAYNAKÇA**

Acar Ö.E. ve Çakırkaya M. 2018. Bir Üretim Hattında Toplam Ekipman Etkinliğinin Ölçülmesi ve Geliştirilmesi Üzerine Bir Uygulama. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(24), 218-228.

Alkan E. (2015). Mikronize Maden Öğütme Tesisinde Toplam Ekipman Etkinliğinin Araştırılması. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.



---

Diyar Meriç  
Ebru Cinkılıç  
Prof. Dr. Şafak Kırış  
Araştırma Makalesi/Research Article

---

---

Makale Gönderim Tarihi (Date of Submission): 20 Eylül 2023  
Makale Kabul Tarihi (Date of Acceptance): 17 Aralık 2023  
DOI: 10.17339/ejovoc.1363082

---

Anonim (2022)a. TPM Nedir. [https://mmorize.org/tpm/tpm\\_nedir\\_1\\_.pdf](https://mmorize.org/tpm/tpm_nedir_1_.pdf), (Erişim Tarihi: 29.12.2022).

Anonim, (2022)b. TPM'in Ana Hedefleri. [https://mmorize.org/tpm/tpm\\_in\\_ana\\_hedefleri\\_p.pdf](https://mmorize.org/tpm/tpm_in_ana_hedefleri_p.pdf), (Erişim Tarihi:29.12.2022).

Anonim (2022)c. Toplam Üretken Bakım. <https://progimyalin.com.tr/tpm-toplam-uretken-bakim>, (Erişim Tarihi:30.12.2022).

Becker J.M.J., Borst J. ve Van Der Veen A., (2015). Improving the Overall Equipment Effectiveness in HighMix-Low-Volume Manufacturing Environments. CIRP Annals – Manufacturing Technology, 64(1): 419- 422.

Çelik H. (2019). 5S Uygulamalarının Ayar Süreleri ve Toplam Ekipman Etkinliğine Etkisi. Yorum Yönetim Yöntem Uluslararası Yönetim Ekonomi ve Felsefe Dergisi, 7 (2), 95-110.

Çelik H. (2020). Ekipman Etkinliğine Farklı Bir Yaklaşım: Genel Operasyon Etkinliği. Verimlilik Dergisi, (4), 25-40.

Daçe O. (2015). Susuz Boraks Tesisinde Toplam Verimli Bakım Kapsamında Toplam Ekipman Etkinliği Uygulaması. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Daş G. S. ve Yaşın M. F. (2017). Kobi'lerde Ekipman Etkinliğinin İyileştirilmesinde Yeni Bir Yaklaşım: Bir Ahşap İşleme Tesisinde Uygulama. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32 (1), 0-0.

Dobra P. ve Jósvei J. (2021). Enhance of OEE by Hybrid Analysis At The Automotive Semi-Automatic Assembly Lines. Procedia Manufacturing, Volume 54, 184-190.

Ersöz T., Öztürk E. ve Gürel E. (2018). Demir Çelik Sektöründe Toplam Verimli Bakım Uygulaması. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 18. EYİ Özel Sayısı, 447-458.

Ginste L. V. D., Aghezzaf E. H. ve Cottyn J. (2022). The Role of Equipment Flexibility in Overall Equipment Effectiveness (OEE)-Driven Process Improvement. Procedia CIRP, Volume 107, 289-294.

Görener A. (2012). Toplam Verimli Bakım ve Ekipman Etkinliği: Bir İmalat İşletmesinde Uygulama. Electronic Journal of Vocational Colleges, May:15-20

Gupta A. K. ve Garg R. K. (2012). OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study. International Journal of IT, 1(1), 115-124

Gür T. (2019). Atölye Tipi Üretim Sistemlerinin Toplam Ekipman Etkinliği, Değer Akış Haritalama ve Matematik Programlama Modeli Kullanılarak Çizelgelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Hatipoğlu S. ve Akar C. (2022). A New Scoring Approach to Calculate Overall Equipment Efficiency: A Case Study, Verimlilik Dergisi, (3), 499-510.

Ingaldi M. ve Tatar D. K. (2022). Digitization of The Service Provision Process - Requirements and Readiness of the Small and Medium-Sized Enterprise Sector. Procedia Computer Science, Volume 200, 237-246.

Jugderragchaa U. (2017). TPM Anlayışı Kapsamında Gerçekleştirilen OEE Analizleri ve Bir İmalat İşletmesinde Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, s1-99.

Kök N. ve Yıldız M. S. (2023). Toplam Etkinliği (OEE) Analizi ve İyileştirmesi: Otomotiv Sektörü Sızdırmazlık Elemanları İşletmesine Uygulama. Business Economics and Management Research Journal, 6 (1), 69-82.

Mendonça P. A., Francisco R. P. ve Rabelo D. S. (2022). OEE Approach Applied to Additive Manufacturing Systems in Distributed Manufacturing Networks. Computers & Industrial Engineering, Volume 171, 108-359,

Özkan N. F., Ada E. C. ve Genlik S. (2019). Toplam Ekipman Etkinliğinin İyileştirilmesinde Triz Kullanımı: Bir Uygulama. Verimlilik Dergisi, (2), 169-184.

Özveri O., Kabak M. ve Keleş, Ç. (2016). Farklı OEE Yaklaşımlarının Matbaa Sektöründe Uygulanabilirliğinin Analizi. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (25), 264-271.

Polat İ. (2014). İşletmelerde Toplam Ekipman Etkinliği (OEE) Kullanımı ile Elektrik Enerji Tasarrufu. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sarı E. B. (2019). Measuring the Performances of the Machines Via Preference Selection Index (PSI) Method and Comparing Them with Values of Overall Equipment Efficiency (OEE). İzmir İktisat Dergisi, 34(4), 573-581.

Sarı E. B. (2021). Fuzzy Based Failure Mode and Effect Analysis Towards to Risks of Autonomous Maintenance Activities: As a TPM Implementation. Ege Academic Review, 21 (1), 17-27.

---

Diyar Meriç  
Ebru Cinkılıç  
Prof. Dr. Şafak Kırış  
Araştırma Makalesi/Research Article

---

---

Makale Gönderim Tarihi (Date of Submission): 20 Eylül 2023  
Makale Kabul Tarihi (Date of Acceptance): 17 Aralık 2023  
DOI: 10.17339/ejovoc.1363082

---

Temiz İ., Atasoy E. ve Sucu A. (2010). Toplam Ekipman Etkinliği ve Bir Uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12(4): 49-60.

Yenice S. E. (2021). Ulus Metal Firmasında Toplam Ekipman Etkinliği Uygulamaları ve İyileştirmeler. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 1-47.

## RETURN TO NATURAL CHILDBIRTH: ARE OUR MIDWIVES READY FOR THIS? A CROSS-SECTIONAL STUDY FROM WESTERN TÜRKİYE

Nevin Akdolun BALKAYA<sup>1</sup>, Keziban AMANAK<sup>2</sup>, Hale UYAR HAZAR<sup>3</sup>

### ABSTRACT

This study aimed to report current knowledge and opinions of midwives regarding natural birth. Cross-sectional data were collected from 213 midwives. Data were analyzed using descriptive statistics and Chi-square test. Midwives' mean age and work experience were 37.85±5.81 and 18.36±6.49 years, respectively. Midwives assisted in normal births (65.3%), C-sections (33.3%) and natural births (1.6%), and indicated that the C-section is the riskiest birth (72.3%). Only 35% of midwives had received childbirth *preparation classes* training. Many midwives did not know about natural birth at all (21.2%) or about preparations for natural birth (41.7%). The midwives supported normal and natural births and believed such births to be healthy, but were not knowledgeable regarding natural birth and preparations for natural birth, and continued conventional birth practices.

**Keywords:** Midwives, Natural Childbirth, Knowledge, Opinion.

### DOĞAL DOĞUMA DÖNÜŞ: EBELER BUNA HAZIR MI? TÜRKİYE'NİN BATISINDAN KESİTSEL BİR ÇALIŞMA

#### ÖZ

Bu çalışmanın amacı ebelerin doğal doğuma ilişkin bilgi ve düşüncelerini belirlemektir. Kesitsel özellikteki çalışma 213 ebeden toplanmıştır. Veriler, tanımlayıcı istatistikler ve Ki-Kare analizi ile değerlendirilmiştir. Ebeler ortalama 37.85±5.81 yaşındadır ve 18.36±6.49 yıldır çalışmaktadır. Ebelerin %65,3'ü normal, %33,3'ü sezaryen, %1,6'sı doğal doğum yapmıştır. Ebeler göre en riskli doğum şekli sezaryendir (%72,3). Ebelerin %35'i doğuma hazırlık eğitimi almıştır. Ebelerin %21,2'si doğal doğumu ve %41,7'si doğal doğum için yapılacak hazırlıkları bilmemektedir. Ebeler normal ve doğal doğumu sağlıklı bulmakta ve desteklemekte, ancak doğal doğumu ve hazırlığını yeterince bilmemekte ve geleneksel doğum yaklaşımlarını devam ettirmektedirler.

**Anahtar Kelimeler:** Ebe, Doğal Doğum, Bilgi, Düşünce.

<sup>1</sup> [nakdolunbalkaya@mu.edu.tr](mailto:nakdolunbalkaya@mu.edu.tr) 0000-0003-2374-1541 MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

<sup>2</sup> [keziban.amanak@adu.edu.tr](mailto:keziban.amanak@adu.edu.tr) 05062812633 0000-0001-8824-084X Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümü

<sup>3</sup> [hzar@adu.edu.tr](mailto:hzar@adu.edu.tr) 0000-0002-1236-6929 BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ

## 1. INTRODUCTION

Birth is a natural physiological process and external interventions affect the normal course of labor. In the natural process, the human body is programmed for normal spontaneous vaginal delivery (Fabbri et al., 2016). Since normal delivery is a term that ignores maternal outcomes (Ely et al., 2020) and atraumatic normal delivery occurs in only 33-40% of women who intend to have a vaginal delivery (Caudwell-Hall et al., 2018), this concept can be misleading. The concept of "normality" in birth is not universal or standardized. Although normal birth and natural birth are used interchangeably, natural birth often refers to the birth without medical intervention in which the mother is actively involved in the birth according to her own instincts (Queensland Clinical Guidelines, 2017). Many births can proceed without unnecessary medical interventions (WHO, 2018). Today, many interventions that are routinely applied by the healthcare team without evidence interfere with the natural progression of childbirth (Barol Kurtoğlu & Kaya, 2019). So, in many parts of the world women cannot receive quality intrapartum care by being exposed to unnecessary medical interventions such as labor induction, oxytocin supplementation, cesarean delivery, operative vaginal delivery, episiotomy enema, perineal shaving, IV fluids and amniotomy. These intrusive approaches and practices are not sensitive to women's preferences, values and needs, and they also limit women's capacity to give birth, resulting in negative birth experiences (WHO, 2018).

While birth is a universal experience, the perceived severity of pain varies with women and can be associated with women's opinions regarding childbirth. Additionally, negative birth experiences, rumors about childbirth experiences and scenes of painful births in the media create a negative image of childbirth, which leads women to prefer caesarean section (C-section) (Suwanrath et al., 2021). World Health Organization (WHO) recommends that the C-section rates should be 10%-15% (WHO, 2018). The American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) emphasizes that a caesarean is a surgical intervention, likely to create many risks, and should not be performed upon request before 39 weeks of gestation (ACOG, 2019b). International Federation of Gynecologists and Obstetricians (FIGO) supports also baby- and mother-friendly birth care (Lalonde et al., 2019, 2021). However, C-section rates are much higher in low-, middle- and upper-income countries ranging from 1.4%-56.4%. Its rate is 40.5% in Latin America and the Caribbean, 32.3% in North America, 31.1% in Oceania, 25% in Europe, 19.2% in Asia and 7.3% in Africa (WHO, 2018). Despite attempts to increase normal births in Türkiye

(Erbaydar, 2021; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2017, 2022), C-section rates increased from 36.7% in 2008 to 54.4% in 2021 (Akadlı Ergöçmen et al., 2009; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022). Türkiye ranks second after Mexico in cesarean deliveries in OECD countries (OECD, 2019; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022). The increase of C-sections is generally attributed to social pressure and fear of malpractice suits among physicians, the inability to perform painless birth at all centers, performing C-sections upon request, the extension of caesarean indications and deficiencies in monitoring and conducting birth by midwives, birth anxiety and fear, social factors such as under health insurance coverage, first time mothers, childbirth in the private health institutions, those staying in the Western region and urban areas, and having the highest level of wealth (Antoniou et al., 2022; Erbaydar, 2021; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022). Various interventions, including induction, amniotomy, episiotomy, enema and vaginal examination, are also performed more frequently than necessary in normal vaginal births. In addition, fluid intake, nutrition and mobility are restricted, and birth frequently occurs in the lithotomy position. These interventions carried out at high rates had a negative impact on women's childbirth experience (Dasikan et al., 2020; Erbaydar, 2021; WHO 2018). Today's conscious women want to manage and be at the center of the birth, use non-medical methods for birth pain, have a pleasant birth experience and share the experience with their spouses (Karlström et al., 2015; WHO, 2018). Therefore, health professionals should observe, provide guidance and avoid all unnecessary interventions during a birth process.

The WHO and Lamaze International published a guide to six evidence-based practices for health professionals to increase natural births (NBs). The guide states that birth can occur with minimum intervention. Moreover, women should start labor spontaneously, move freely, receive emotional and physical support, move in positions other than the supine and keep their babies with them after birth (Lamaze International, 2007; WHO, 2018). The Coalition for Improving Maternity Services (CIMS) also published a ten-step mother-friendly care guide (CIMS, 2015). Similarly, International Childbirth Initiative (ICI) published a *12 steps to safe and respectful mother-baby-family maternity care*, and draw attention to NBs (Davis-Floyd 2022; Lalonde et al., 2019, 2021).

In Türkiye, The Ministry of Health initiated the mother-friendly hospital program in 2010. National mother-friendly hospital standards, guidelines and evaluation tools were developed. Implementation began in 2015. 455 health care workers were trained in January 2020 and 73 hospitals have been certified as mother-friendly hospitals (Erbaydar, 2021). The Ministry of Health recently indicated also

that health centers should make appropriate arrangements for women to have normal and natural births without interventions, offer appropriate education to health staff and increase birth preparation courses (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022). The most important aspects of this issue are providing prenatal education programs regarding NB, childbirth preparation courses and encouraging women. Prenatal education offers information regarding birth and the postpartum period to women and their spouses and thus helps couples make effective decisions, develop coping strategies and have positive birth experiences (Erbaydar, 2021; Lamaze International, 2007). Childbirth preparation classes and continuous support during childbirth decrease the need for analgesia and interventions; increase natural, spontaneous births; reduce pain, fear and anxiety; and contribute to adaptation to childbirth and positive birth experiences, perceptions and satisfaction (ACOG, 2019a; Sak et al., 2022).

It is important for health professionals, particularly for midwives, to provide guidance for NB to increase knowledge regarding the issue. The International Confederation of Midwives (ICM) emphasizes that midwives should enhance women's self-confidence and prevent complications to improve NBs (ICM, 2014b, 2014c, 2017). It is crucial for midwives to adopt an individualized approach, be sensitive, involve women in decisions and encourage mothers to cooperate. NB depends on midwives' knowledge, therapeutic communication skills, autonomy, philosophy, clinical experience and midwifery care models (Bagheri et al., 2021; ICM, 2017, 2019, 2021; Onchonga et al., 2020).

In this context determining the current status of midwives' knowledge, opinions, attitudes, skills, etc., regarding NB is an inevitable first step in changing their role by recognizing their educational needs, revising educational programs and developing midwifery care models for NB (Hildingsson et al., 2021; Liu et al., 2021; Nilsson et al., 2019; Onchonga et al., 2020). This study seeks to determine midwives' levels of knowledge and opinions regarding NB.

## 2. METHOD

There were 384 midwives in the primary, secondary and tertiary health care centers in Aydın in southwestern Türkiye: 100 midwives at Family Health Care Centers I to IX and Mother and Child Health and Family Planning Center, 275 midwives at Aydın Maternity Hospital and nine midwives in the Maternity and Obstetrics Clinic of Adnan Menderes University Research and Practice Hospital. The samples represented 55.5% of the study population and included 213 midwives who agreed to

participate and were available at the time of the study. These midwives were actively working at primary (n=84), secondary (n=120) and tertiary (n=9) health care centers.

Data were collected *via* a self-rated questionnaire based on the literature. The questionnaire was piloted by 15 midwives at the Aydın Government Hospital and revised as necessary. The questionnaire included 10 questions regarding midwives' socio-demographics and nine questions regarding their knowledge of NB, five of which were open-ended and four closed-ended. Responses to questions about NB were considered to be either correct or incorrect based on the literature. The questionnaire also included two open-ended and two closed-ended questions and 27 statements (three of which were negative statements) regarding midwives' opinions of NB. The midwives marked their responses to the statements on a five-point scale (completely agree, agree, cannot decide, disagree and completely disagree).

In the study, the principles of the Declaration of Helsinki and the rules of research and publication ethics were followed and necessary permissions were obtained. Questionnaires were completed by midwives under the supervision of a researcher within 10-15 minutes. Data were analyzed with descriptive statistics and Chi-square test;  $P<0:05$  was considered as significant.

### 3. RESULTS

#### 3.1. Descriptive Features of Midwives

The mean age of the midwives was  $37.85\pm 5.81$  years (range: 23-52), 64.3% had an income equal to their expenses, and 88.7% were married and had children ( $1.90\pm 0.55$ ). Participants were two-year (70.0%) and four-year (16.0%) university or nursing high-school graduates (14%). The mean work experience was  $18.36\pm 6.49$  years. The midwives were working in primary (39.4%), secondary (56.3%) or tertiary (4.2%) health care centers.

The midwives themselves had experienced normal births (65.3%), C-sections (33.3%) or NBs (1.6%). The time from the last birth was 1-5 years in 25.5% and 6-10 years in 36.7% of midwives. Midwives experiencing normal birth considered the birth healthy and without risk (75%), and midwives experiencing C-sections preferred the caesarean to avoid birth-related complications (57.1%).



Only 5% of midwives had childbirth preparation classes training. Of those who had training, 33.3% received the training at the school and 26.2% through prenatal courses.

### 3.2. Knowledge of Midwives Regarding NB

Most midwives had heard the term NB (75.5%). The midwives hearing about NB were aged 22-34 years ( $X^2=6.152$ ,  $P= 0.046$ ) and had received childbirth preparation classes training ( $P=0.001$ ). Other variables had no effect on this issue ( $P>0.05$ ).

Participants defined NB as giving birth without any intervention (57.9%), giving birth without receiving any help (11.8%) and labor beginning spontaneously and occurring without induction (11.2%). NB was defined accurately by 34.8% of nursing high school graduates, 58.1% of two-year university graduates and 76.9% of four-year university graduates ( $X^2=8.903$ ,  $P= 0.012$ ). NB was also defined correctly by 67.5% and 34.7% of midwives wanting or not wanting to receive NB education, respectively ( $P=0.000$ ). No other variables affected the knowledge of NB ( $P>0.05$ ).

Most participants (67.9%) believed NB to be beneficial; however, 21.2% of the midwives were not familiar with its benefits (Table 1). Of the former group, 33.3% noted that NB is the healthiest with the fewest complications. A significantly high rate of midwives receiving prenatal education (80%) believed NB to be beneficial compared with those not receiving education (61.1%) ( $X^2= 10.554$ ,  $P=0.005$ ). In addition, compared with the midwives experiencing their last birth  $\geq 11$  years ago (54%), a significantly high rate of those midwives giving birth 1-10 years ago (72.6%) believed NB to be useful ( $X^2=6.113$ ,  $P= 0.047$ ). Other variables were not significant ( $P>0.05$ ).

The midwives believed that health professionals and women (pregnant or non-pregnant) require education in NB (21.7%). The attendants themselves (70%) also wanted to receive NB education (Table 1). Of the midwives desiring education, 84.6% were four-year university graduates although education did not make a significant difference ( $P>0.05$ ). However, age and work experience were important. A significantly high percentage of midwives aged 23-34 years (84.8%) and those aged 35-44 years (66.1%) desired NB education compared with midwives aged 45-52 years (59.1%) ( $X^2=6.857$ ,  $P= 0.032$ ). Of midwives with 1-10 years' work experience, 95.7% wanted to receive education, as did 65.2% of those

midwives with 11-20 years' work experience and 67.7% of midwives with  $\geq 21$  years' work experience ( $X^2=8.374$ ,  $P= 0.015$ ). All other variables were not significant ( $P>0.05$ ).

Some midwives mentioned requiring educational and emotional support (57.7%), prenatal care (38.9%) and childbirth preparation classes training in addition to therapy (30.1%) to assist at NBs; however, 41.7% did not know what to do, and 78.2% emphasized the need for additional education to increase NBs (Table 1).

**Table 1. Knowledge of Midwives Regarding Natural Birth (n=213)**

<b>Knowledge Regarding Natural Birth</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Does natural birth have benefits? (n=184)</b>		
Yes	125	67.9
No	20	10.9
Don't know	39	21.2
<b>What preparations are necessary to give birth naturally? (n=136)</b>		
Exercise and going for a walk	9	6.6
Childbirth preparation classes courses training and therapy	41	30.1
Emotional preparation	10	8.4
No preparations are needed.	2	1.5
I don't know.	15	41.7
Prenatal and postnatal monitoring and care	14	38.9
Going for a walk, nutrition, everything	3	2.2
Good mood and going for walks	6	16.7
Education and exercise	29	21.3
<b>What should be done to increase the number of natural births? (n=133)</b>		
Education should be offered.	104	78.2
Public awareness regarding the benefits of natural birth should be raised by educational programs and mass media.	8	6.0
Physicians, midwives and nurses should be educated.	6	4.6
Pregnant women and health professionals should be educated, and hospital policies should be developed (Family-friendly hospitals).	4	3.0
Education programs and systems should be adjusted for natural birth.	4	3.0
Conscious attempts should be made.	2	1.5
C-section rates should be reduced.	1	0.7
Natural birth centers should be established.	1	0.7
I don't know.	3	2.3

### 3.3.Opinions of Midwives Regarding NB

The midwives were in favor of normal (70.7%) or natural birth (18%); 38.6% of the former believed a normal birth to be healthy and less risky. Of the midwives who favored natural birth, 61.3% believed natural birth to be the best choice without interventions. Childbirth preparation classes training had no effect on midwives' views regarding types of birth ( $p>0.05$ ).

The C-section was identified as the riskiest birth for complications (83.8%) because a caesarean is a surgical intervention (24.5%) and is associated with postpartum complications (21.8%); surgery, anesthesia and labor-related complications (19.1%); and bleeding and anesthesia complications (19.1%). Only 4.3% of participants believed NB to be risky because NB is not assisted by health professionals (4 midwives), its complications are not well known and intervening in NB is difficult (2 midwives).

The midwives considered birth to be a natural, healthy function of the body (99.5%) and a process with two dimensions, psychosocial and life (90.9%). Additionally, NB was considered spontaneous (89.5%), births with the fewest possible interventions were considered healthier (85.6%), and postpartum mother-baby bonding was considered important (98.1%) (Table 2). For 98.5% of midwives, prenatal information and support influenced preference of birth-type, 74% believed that NB could occur in a hospital, 68.4% stated women not at risk could stay at home during the painful portion of labor, and 88.9% recommended hospitalization when the water breaks.

According to participants, women should not maintain a constant position during NB (75.9%), and women should move freely during labor (65.3%) (Table 2). Midwives who were familiar with NB and midwives who were not agreed with these ideas (59.7% and 75.8%, respectively [ $X^2=5.749$ ,  $P=0.056$ ]). The midwives believed that standing up, walking, sitting upright, squatting, kneeling, crawling and lying on the lateral side facilitate the downward movement of the baby and the birth (65.9%) (Table 2). These positions were agreed upon by 54.8% and 76% of midwives familiar or not familiar with NB, respectively ( $X^2=6.610$ ,  $P=0.014$ ). Of midwives, 35.8% thought that women could spontaneously give birth either standing or in any position whereas 42.6% disagreed. These positions were also supported by 66.7% of the midwives with 1-10 years' work experience, 30.9% of midwives with 11-20 years' work experience and 31.3% with  $\geq 21$ -years' work experience ( $X^2=13.202$ ,  $P=0.010$ ). Moreover, 65.2% of single midwives and 32.2% of married midwives agreed with this view ( $X^2=10.275$ ,  $P=0.006$ ).

Most midwives (96.5%) reported that emotional support could decrease stress and facilitate the birth (Table 2). Midwives believe that breathing exercises and relaxation techniques facilitate the birth (97.1%); music, bathing and massage render the birth easier (91.5%); enemas, rupturing the amniotic sac, administering analgesics and applying pressure to the abdomen should be avoided (67.2%); women should make their own decisions and choices regarding NB (56.8%); and women may eat and drink in the absence of risk (49.2%). Additionally, some midwives thought birthing in the supine position increases the risk of tears and episiotomy (38.9%) and renders women passive (43.9%).

Although only 17.1% of midwives believed that an episiotomy should be performed in all births; 83.4% believed an episiotomy could enlarge the canal and prevent severe tears. The use of episiotomy was supported by 75.4% and 87.7% of midwives who had received or not received childbirth preparation classes training, respectively ( $X^2=6.705$ ,  $P=0.035$ ). Additionally, 73% of midwives believed the umbilical cord should be dissected soon after birth.

**Table 2. Opinions of the Midwives Regarding Natural Birth**

Opinions Regarding Natural Birth	Agree		Cannot decide		Disagree	
	n	%	n	%	n	%
Mothers and their babies should be together after birth. (n=207)	203	98.1	1	0.5	3	1.4
Emotional support during birth decreases stress and facilitates the birth. (n=201)	194	96.5	2	1.0	5	2.5
Spontaneously beginning labor is natural childbirth. (n=200)	179	89.5	14	7.0	7	3.5
Women should move freely during childbirth. (n=196)	128	65.3	29	14.8	39	19.9
Positions such as standing, walking, sitting upright, squatting, kneeling and lying on one side facilitate the downward movement of the baby and the birth. (n=205)	135	65.9	28	13.7	42	20.5
Births with the fewest possible interventions are healthier. (n=202)	173	85.6	14	6.9	15	7.4

#### 4. DISCUSSION

The present study is the first study identifying possible problems (information needs and opinions) of the midwives, who are responsible for normal and NBs, regarding to NB. However, the study was conducted in Aydın and does not reflect the entire population, which is an important limitation. Additionally, collection of data utilizing a self-rated questionnaire did not allow an in-depth analysis of midwives' opinions.

Because pregnancy and birth are natural and healthy functions of the body, women can and should give birth naturally and spontaneously without unnecessary interventions. Health professionals should only observe and intervene when necessary. In Türkiye, normal and at-risk births are generally attended by midwives under the supervision of gynecologists in secondary health care centers and by gynecologists in tertiary health care centers. Mother-friendly hospitals, recently becoming popular and piloted by the Ministry of Health in some cities, have drawn attention to NB (Erbaydar, 2021). Midwives, having the most important responsibility in managing the preparation stage, should have appropriate knowledge and background and adopt the philosophy of NB (Bagheri et al., 2021; Edmonds et al., 2020; ICM, 2014a,b,c, 2021; WHO, 2018). Midwives believe birth is normal and natural, in general (ICM, 2014b, 2014c, 2017). However, there is very limited information about their knowledge, skills and practices regarding natural birth. A preliminary study indicated that 38.5% of midwifery students had heard of NB, 34.9% defined NB correctly and 96.4% of these students wanted to receive education in NB (Amanak & Akdolun Balkaya, 2013). Subsequent studies show a significant increase in NB awareness. It was found that 68% of nurses and midwives working in obstetrics clinics had heard of the concept of natural birth before, 61.3% had insufficient knowledge on natural birth, and 70.8% wanted to receive training on this subject (Güleç Şatır et al., 2018). In the study of Olgaç and Karaçam (2017), in which the views of nurses, midwives and obstetricians were examined, the majority (75.2%) correctly defined the concept of natural birth. This studies indicates that midwives have heard about NB but do not know much about NB. In addition, midwives frequently confused NB with normal birth. Compared with midwifery students examined by Amanak and Akdolun Balkaya (2013), a higher proportion of midwives had heard about NB (approximately 2/3) and knew about NB (57.9%) in this study. Also, young midwives had a higher rate of hearing NB because they had received birth preparation courses. Those midwives who had heard about NB defined this type of birth as spontaneous and without interventions. The fact that young midwives

and those who graduated from four-year university programs know more about NB can be attributed to the recent inclusion of NB in midwifery curricula. However, midwives' paradoxical approach to NB and wanting to receive more education regarding NB highlights that this topic has not taught effectively. There is no evidence that all current childbirth preparation classes trainings also do include NB, because there is no clear connection between receiving childbirth preparation classes training and correctly defining NB.

NB occurs with as little interventions as possible (Darra, 2009; Lothian, 2014). Women should be involved in decisions regarding the birth of their children and arrange the environment for their comfort. Expectant mothers should get ready for childbirth by childbirth preparation courses. These courses should offer adequate information regarding NB and coping strategies and help mothers develop self-confidence, which engender positive birth experiences (Camlibel & Mete, 2020; Lothian, 2014). Many studies have shown that women receiving high-quality prenatal education and attending birth preparation courses prefer more frequently a normal birth (Masoumi et al., 2016; Mousavi et al., 2022; Pinar et al., 2018). Births performed in natural environments and managed by midwives are reported to obviate interventions, allow women to make personal arrangements and provide positive outcomes for women and babies (ICM, 2017, 2021; Stark et al., 2016). However, only 57.7% of midwives were of the opinion that woman need education and support to experience a normal birth in this study. Although NB is common in some countries such as Norway and Netherland (Logsdon et al., 2017; Preis et al., 2018), it is a new concept in Türkiye (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022), and women give birth in Türkiye on conventional obstetric chairs. One study revealed that 47.3% of midwifery students were unfamiliar with preparations for NB (Amanak & Akdolun Balkaya 2013). Similarly, this study showed that 41.7% of midwives were unfamiliar with preparations for NB. Therefore, both pregnant women and midwives should be offered education for NB.

Amanak and Akdolun Balkaya observed that midwifery students were familiar with not only the benefits (67.3%) but also the harm (59.6%) caused by NB (Amanak & Akdolun Balkaya 2013). Similarly, a high percentage of midwives in this study knew the benefits of NB (67.9%). However, only 33.3% of all midwives could explain NB's benefits, and there was no significant correlation between education and knowledge of the benefits of NB. The reasons may be that NB has only recently been incorporated into the midwifery curricula in certain schools; midwives have different levels of education, and because of

the use of conventional obstetric chairs. The higher percentage (80%) among midwives receiving childbirth preparation classes training also emphasizes the importance of education. Most midwives who gave birth in the last 10 years believed NB beneficial (72.6%), possibly because of recent attempts by the Ministry of Health to reduce C-section rates (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022).

Regardless of their educational background, 70% of the sample and younger midwives with 1-10 years of experience wanted more education regarding NB, and more than 2/3 of the midwives emphasized the need for this education in this study. The duration of prenatal birth education and the time from the last birth were not correlated with the desire to receive education in NB. These findings suggest that contents of available prenatal education were not satisfactory. Midwives appeared to be sensitive to NB; however, it is clear that appropriate standardized education programs should be initiated immediately (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022).

Although fear of birth pain, the possibility of harm to babies, increased educational levels and various socio-cultural factors cause the selection of C-section (ACOG, 2019b; Antoniou et al., 2022; Fabbri et al., 2016; Suwanrath et al., 2021; WHO, 2018), there are increasing attempts to decrease C-section rates. The WHO, Lamaze International, CIMS, ICM and the Turkish Ministry of Health support mother-friendly practices (CIMS, 2015; ICM, 2017, 2021; Lamaze International 2007; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022; WHO, 2018;). Significantly, supportive attitudes and health professionals functioning as knowledge providers encourage normal and natural births (ACOG, 2019a; Bagheri et al., 2021; ICM, 2021; Lothian, 2014). The questions are whether midwives are adequately prepared for this role and whether midwives understand their responsibilities in these areas. Only one-third of midwifery students in Aydın (Amanak & Akdolun Balkaya 2013) and approximately 75% of midwives in this study had heard of NB although there were many contradictions. Midwifery students considered the C-section the riskiest type of birth (90.5%), and high rates of these students would prefer normal births for women (87%-76.3%); however, the rate of those in favor of NB was quite low (8.9%). In this study most midwives also believed the C-section to be the riskiest type of birth, and 70.7% and 18% of the midwives stated that women should prefer normal and natural births, respectively. Notably, 90%-99.5% of midwives defined pregnancy and birth as physiological and multidimensional processes and mentioned the effects of prenatal information and support on selection of types of birth. Parallel to the popularity of mother-friendly practices and consistent with the results of the study by Amanak and Akdolun Balkaya (2013), most

midwives in this study also agreed on mother-baby bonding after birth (98.1%), the stress-relieving and facilitator role of perinatal emotional support (96.5%), the spontaneous nature of NB (89.5%), and the avoidance of interventions to achieve healthier births (85.6%). These findings are important in terms of spreading NB. However, the results of Nilsson et al. indicate that health professionals do not inform and support pregnant women (Nilsson et al., 2010). A study revealed that 63.4% of women received partially supportive care from health personnel, half were given no information on the process being performed, and approximately three quarters (73.4%) were not included in the decision-making process during labor. Besides, the half of the women stated that health personnel did not respect them or their privacy and that their attitudes and behavior were bad, and 89.7% gave birth in a single-person labor room (Daşıkan et al., 2020).

In Türkiye, women give birth on conventional obstetric chairs and cannot move freely although practices may vary with health centers. Compatible with the literature (Amanak & Akdolun Balkaya 2013), more than half of the participants (65.3%) and a high percentage of those defining NB correctly (75.8%) support freedom of movement during birth. Moreover, more than half of the midwives (65.9%) and a high percentage of those defining NB correctly (76%) agreed on the facilitating effects of standing up, walking, being upright, squatting, kneeling, crawling or lying on one side. These findings indicate that detailed explanations of NB in in-service trainings for midwives can contribute to increasing the rate of NBs.

Although a high percentage of the midwives agreed that women should not be confined to a constant position (75.9%), some of the midwives were in favor of giving birth standing or at in another position (35.8%) and were aware of the risk of tears and episiotomy in the supine position (38.9%) and the pacifying effects of the supine and semi-fowler positions (43.9%). These findings suggest a lack of knowledge regarding appropriate birth positions. A higher percentage of single midwives (65.2%) and midwives with 1-10 years of work experience (66.7%) were in favor of giving birth in any position. Perhaps the reason was that NB has become more popular recently or these midwives may have been exposed to this subject.

Generally, cervical dilatation should be at least 3-4 cm, and there should be regular uterine contractions upon admission. Fulfillment of these criteria shortens the time spent in the delivery room before birth, reduces the amount of oxytocin and analgesics and enhances women's autonomy regarding the birth



(Lauzon et al., 2001). Although midwives agreed that NB can be performed in hospitals (74%) and women can remain at home during labor (68.4%), the majority of the midwives noted that pregnant women should go to the hospital when their water breaks (88.9%) and that the umbilical cord should be dissected soon after birth (73%). These findings indicate that although midwives were in favor of NB, they nevertheless adhered to traditional practices, requiring support and training in this area.

Midwifery-led care is a high-certainty, evidence-based strategy to improve maternity care (Edmonds et al., 2020). In midwife-directed NB, women can use relaxation techniques such as moving freely, listening to music, having a bath or massage; obtain the necessary knowledge and support; avoid interventions except when medically indicated; keep the babies with their mothers after birth; and initiate breastfeeding sooner (ACOG, 2019a; Bagheri et al., 2021; Guzewicz & Sierakowska, 2022; Hua et al., 2018; Jiang et al., 2018). Consistent with the literature, the midwives in this study also believed that listening to music, having a massage (91.5%), deep breathing exercises and other relaxation methods (97.1%) facilitate the birth and that babies should be given to their mothers (98.1%) and breastfed soon after birth (96.1%). However, only half of the midwives believed that women should make their own decisions during NB (56.8%), possibly because of the beliefs that mothers do not have the right to express their opinions and that decisions regarding birth can only be made by physicians and/or midwives.

Although there is insufficient evidence that food and drink should be restricted during childbirth (Fischer & Weiniger, 2023, WHO 2018), women are not given food or drink; these needs are met intravenously (Daşıkan et al., 2020; WHO 2018). Rates of induction and episiotomy should be  $\leq 10\%$  or  $\leq 20\%$  (Goer et al., 2007; WHO, 2018), and frequently used interventions such as enema, induction, amniotomy, fundal pressure, prolonged straining by the Valsalva maneuver and episiotomy are disadvantageous (Akyıldız et al., 2021; Berghella et al., 2008; CIMS, 2015; Daşıkan et al., 2020; Goer et al., 2007; WHO 2018). In the present study, as opposed to traditional practices, the midwives mentioned that women could eat and drink water in the absence of risk (49.2%) and that unnecessary interventions such as enema, rupturing the amniotic sac, induction, analgesia and fundal pressure should be avoided. Clearly, midwives were open to change; however, they require more information and support to institute these changes.

Episiotomy should not be used routinely, because episiotomy causes serious perineal lacerations, perineal infections, postpartum pain, discomfort and dyspareunia and prevents women from performing

---

Nevin Akdolun BALKAYA  
Keziban AMANAK  
Hale UYAR HAZAR  
Araştırma Makalesi/Research Article

---

---

Makale Gönderim Tarihi (Date of Submission): 19 Kasım 2023  
Makale Kabul Tarihi (Date of Acceptance): 21 Aralık 2023

---

DOI: 10.17339/ejovoc.1392416

---

their own care (WHO, 2018). Amanak and Akdolun Balkaya (2013) reported that although midwifery students do not support episiotomy, these students do believe that episiotomies prevent tears. In addition, most midwives (82.9%) in this study were against routine episiotomy although the midwives believed that an episiotomy would enlarge the birth canal and prevent serious tears (83.4%). Only 13% of those respondents who received childbirth preparation classes training believed that an episiotomy prevents tears. These findings suggest that the midwives had conflicting ideas regarding episiotomies and that content and/or education methods of prenatal classes' courses should be thoroughly re-evaluated.

## 5. CONCLUSION

Despite mother-friendly practices and attempts to decrease C-section rates and support for normal and natural births by the Turkish Ministry of Health, NB has nevertheless not garnered the necessary interest from health staff, which has also occurred in many other countries. Studies regarding the reasons for this have been unsuccessful; however, the dependency of midwives on obstetricians and giving birth on conventional obstetric chairs appear to be strong barriers. Certainly, another reason is the universal resistance to change of the midwives, nurses, physicians and the women themselves. According to the findings of this study, the primary reason for this resistance appears to be lack of knowledge and perhaps the lack of necessary skills of midwives. An analysis of the midwives' answers to various questions indicates clear paradoxes in their approach to the issue and information, if given to them, has not been assimilated. More research to understand the factors affecting the practice of midwifery, organizational arrangement and adoption of new regulations appears to be inevitable and will increase NBs and possibly normal, healthy births as well.

**Acknowledgments:** The authors would like to thank all midwives who voluntarily participated in the study.

## REFERENCES

- ACOG (2019a). Approaches to limit intervention during labor and birth. ACOG Committee Opinion No: 766. *Obstetrics & Gynecology*, 133(2): e164-e173.
- ACOG. Cesarean delivery on maternal request (2019b). ACOG Committee Opinion No. 761:. *Obstet Gynecol*, 133: 73-77.
- Akadlı Ergöçmen B, Çavlin A, Abbasoğlu Özgören A (2014). Üreme sağlığı. In: Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması (2013). T.C. Kalkınma Bakanlığı ve TÜBİTAK, Ankara, Türkiye, Pp. 141-156 (in Turkish).
- Akyıldız D, Çoban A, Gör Uslu F, Taşpınar A (2021). Effects of Obstetric Interventions During Labor on Birth Process and Newborn Health. *Florence Nightingale J Nurs*, Feb 1;29(1):9-21. doi: 10.5152/FNJN.2021.19093.:
- Amanak K, Akdolun Balkaya N (2013). Ebelik bölümü öğrencilerinin doğal doğuma yönelik bilgi ve düşünceleri. *Gümüşhane Üniv Sag Bil Derg*, 2: 169-192 (in Turkish with abstract in English).
- Antoniou E, Orovou E, Iliadou M, Sarella A, Palaska E, Sarantaki A, Iatrakis G, Dagla M (2022). Factors Associated with the Type of Cesarean Section and the Risk of Postoperative Complications in Greek Women. *Journal of Women's Health and Development* 5: 081-096.
- Bagheri A, Simbar M, Samimi M, Nahidi F, Alavimajd H, Sadat Z (2021). Comparing the Implications of Midwifery-Led Care and Standard Model on Maternal and Neonatal Outcomes during Pregnancy, Childbirth and Postpartum. *Journal of Midwifery and Reproductive Health*. 9(3): 2863-2872. DOI: 10.22038/jmrh.2021.55639.1678
- Barol Kurtoğlu Z, Kaya N (2019). Doğumda defansif tıp uygulamalarının hasta hakları ve ebelik etik kodları yönünden değerlendirilmesi. *Journal of Health Science and Profession*, 6(3): 610-20.
- Berghella V, Baxter JK, Chauhan SP (2008). Evidence-based labor and delivery management. *Am J Obstet Gynecol*, 199: 445-454.
- Camlibel M, Mete S (2020). Women's Thoughts about Education Class for Awareness of Labor: A Qualitative Study. *International Journal of Caring Sciences*, 13(1): 738-745.
- Caudwell-Hall J, Atan IK, Rojas RG et al (2018). Atraumatic normal vaginal delivery: how many women get what they want? *YMOB*, 219(4): 377.e1–377.e8

- CIMS (2015). The mother-friendly childbirth initiative Consensus initiative from the coalition for improving maternity services. [https://cims.wildapricot.org/resources/Documents/CIMS'%20Mother-Friendly%20Childbirth%20Initiative%20\(2015\).pdf](https://cims.wildapricot.org/resources/Documents/CIMS'%20Mother-Friendly%20Childbirth%20Initiative%20(2015).pdf) (accessed on January 30, 2023).
- Darra S (2009). 'Normal', 'natural', 'good' or 'goodenough' birth: examining the concepts. *Nurs Inq*, 16: 297-305.
- Dasikan S, Elmas S, Elmas C, Kiratlı D, Erdoğan M (2020). Routine Interventions During Normal Birth: Women's Birth Experiences and Expectations. *International Journal of Caring Sciences*, 13(3): 1868-1867.
- Davis-Floyd, R (2022). The International Childbirth Initiative: An Applied Anthropologist's Account of Developing Global Guidelines. In: Wallace, L.J., MacDonald, M.E., Storeng, K.T. (eds) *Anthropologies of Global Maternal and Reproductive Health*. Global Maternal and Child Health. Springer, Cham.
- Edmonds JK, Ivanof J, Kafulafula U (2020). Midwife Led Units: Transforming Maternity Care Globally. *Ann Glob Health*. Apr 28;86(1):44. doi: 10.5334/aogh.2794.
- Ely S, Shek KL, Dietz HP (2020). 'Normal birth': Time to change our tune? *Aust N Z J Obstet Gynaecol*, 60(5):810-812.
- Erbaydar N (2021). Mother-friendly hospital programme of Turkey: national intervention to improve the quality of maternity services. *EMHJ*, 27(2): 202-210.
- Fabbri D, Monfardini C, Castaldini I, Protonotari A (2016). Cesarean section and the manipulation of exact delivery time. *Health Policy*, 120: 780–789.
- Fiszer, E., Weiniger, C.F (2023). To Eat or Not to Eat? A Review of Current Practices Regarding Food in Labor. *Curr Anesthesiol Rep*. <https://doi.org/10.1007/s40140-023-00549-1>
- Goer H, Sagady, Leslie M, Romano A (2007). Does not routinely employ practices, procedures unsupported by scientific evidence: The Coalition for Improving Maternity Services. *J Perinat Educ*, 16: 32S-64S.
- Güleç Şatir D, Ünsal Atan Ş, Taner A, Gün S (2018). Kadın doğum kliniklerinde çalışan hemşire ve ebelerin doğal doğum ve doğumda uygulanan müdahalelere ilişkin bilgi ve görüşlerinin belirlenmesi. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 15 (4): 222-227.
- Guzewicz, P.; Sierakowska, M (2022). The Role of Midwives in the Course of Natural Childbirth—Analysis of Sociodemographic and Psychosocial Factors—A Cross-Sectional Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19, 15824. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315824>

- Hildingsson I, Karlström A, Rubertsson C, Larsson B (2021). Quality of intrapartum care assessed by women participating in a midwifery model of continuity of care. *Eur J Midwifery*. 23;5:11. doi: 10.18332/ejm/134502.
- Hua J, Zhu L, Du L, Li Y, Wu Z, Wo D, Du W (2018). Effects of midwife-led maternity services on postpartum wellbeing and clinical outcomes in primiparous women under China's one-child policy. *BMC Pregnancy Childbirth*, Aug 13;18(1):329. doi: 10.1186/s12884-018-1969-9.
- ICM (2014a). Position Statement The Midwife is the First Choice Health Professional for Childbearing Women. <https://internationalmidwives.org/assets/files/statement-files/2018/04/the-midwife-is-the-first-choice-eng.pdf>
- ICM (2014b). The philosophy and model of midwifery care. Available at [https://internationalmidwives.org/assets/files/general-files/2020/07/cd0005\\_v201406\\_en\\_philosophy-and-model-of-midwifery-care.pdf](https://internationalmidwives.org/assets/files/general-files/2020/07/cd0005_v201406_en_philosophy-and-model-of-midwifery-care.pdf) (accessed on January 31 2022).
- ICM (2014c). Position Statement: Keeping Birth Normal. <https://internationalmidwives.org/assets/files/statement-files/2018/04/keeping-birth-normal-eng.pdf>
- ICM (2017). Position Statement: Appropriate use of intervention in childbirth. <https://internationalmidwives.org/assets/files/statement-files/2018/04/eng-appropriate-intervention.pdf.pdf>
- ICM (2019). Essential competencies for midwifery practice. . [https://internationalmidwives.org/assets/files/general-files/2019/10/icm-competencies-en-print-october-2019\\_final\\_18-oct-5db05248843e8.pdf](https://internationalmidwives.org/assets/files/general-files/2019/10/icm-competencies-en-print-october-2019_final_18-oct-5db05248843e8.pdf) (accessed on January 31 2022).
- ICM (2021). Position Statement: Midwife-led Continuity of Care (MLCC). [https://internationalmidwives.org/assets/files/statement-files/2021/09/ps2021\\_en\\_midwife-led-continuity-of-care-mlcc.pdf](https://internationalmidwives.org/assets/files/statement-files/2021/09/ps2021_en_midwife-led-continuity-of-care-mlcc.pdf)
- International Federation of Gynecology and Obstetrics, International Confederation of Midwives, White Ribbon Alliance, International Pediatric Association, World Health Organization (2015). Mother–baby friendly birthing facilities. *Int J Gynaecol Obstet*, 128(2):95–9. <http://doi.org/10.1016/j.ijgo.2014.10.013>
- Jiang XM, Chen QY, Guo SB, Jin LZ, Huang XX, Liu XW, Hong JX, Qu HB, Hu RF (2018). Effect of midwife-led care on birth outcomes of primiparas. *Int J Nurs Pract*, Dec;24(6):e12686. doi: 10.1111/ijn.12686.

- Karlström, A., Nystedt, A. & Hildingsson, I (2015). The meaning of a very positive birth experience: focus groups discussions with women. *BMC Pregnancy Childbirth* , 15: 251
- Lalonde A, Herschderfer K, Pascali-Bonaro D, Hanson C, Fuchtnr C, Visser GHA (2019). The International Childbirth Initiative: 12 steps to safe and respectful Mother Baby-Family maternity care. *Int J Gynaecol Obstet*, Jul;146(1):65-73.
- Lalonde AB, Herschderfer K, Miller S (2021). FIGO collaboration for safe and respectful maternity care. *Int J Gynaecol Obstet*, Mar;152(3):285-287. doi: 10.1002/ijgo.13310. Epub 2020 Aug 25.
- Lamaze International (2007). Position paper: Promoting, supporting, and protecting normal birth. *J Perinat Educ*. 16: 11–15.
- Lauzon L, Hodnett E (2001). Labour assessment programs to delay admission to labour wards. *Cochrane Database Syst Rev*, 3: CD000936.
- Liu, Y., Li, T., Guo, N. *et al* (2021). Women's experience and satisfaction with midwife-led maternity care: a cross-sectional survey in China. *BMC Pregnancy Childbirth* 21, 151. <https://doi.org/10.1186/s12884-021-03638-3>
- Logsdon K, Smith-Morris C (2017). An ethnography on perceptions of pain in Dutch "Natural" childbirth. *Midwifery*, Dec;55:67-74. doi: 10.1016/j.midw.2017.09.004. Epub 2017 Sep
- Lothian JA (2007). Introduction: The Coalition for Improving Maternity Services. *J Perinat Educ* , 16: 1S-4S.
- Masoumi SZ, Kazemi F, Oshvandi K, Jalali M, Esmaeili-Vardanjani A, Rafiei H (2016). Effect of Training Preparation for Childbirth on Fear of Normal Vaginal Delivery and Choosing the Type of Delivery Among Pregnant Women in Hamadan, Iran: A Randomized Controlled Trial. *J Family Reprod Health*, Sep;10(3):115-12.
- Mousavi SR, Amiri-Farahani L, Haghani S, Pezaro S (2022). Comparing the effect of childbirth preparation courses delivered both in-person and via social media on pregnancy experience, fear of childbirth, birth preference and mode of birth in pregnant Iranian women: A quasi-experimental study. *PLoS ONE*, 17(8): e0272613. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272613>
- Nilsson C, Bondas T, Lundgren I (2010). Previous birth experience in women with intense fear of childbirth. *JOGNN*, 39:298-309.
- Nilsson C, Olafsdottir OA, Lundgren I, Berg M, Dellenborg L (2019). Midwives' care on a labour ward prior to the introduction of a midwifery model of care: a field of tension. *Int J Qual Stud Health Well-being*. Dec;14(1):1593037. doi: 10.1080/17482631.2019.1593037.

OECD Health Statistics (2019). StatLink <https://doi.org/10.1787/888934017918>

Olgaç Z, Karaçam Z (2017). Doğum ve kadın hastalıkları alanında çalışan hemşire, ebe ve hekimlerin anne-dostu doğum uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 25(3):153-65.

Onchonga D, Várnagy Á, Keraka M, Wainaina P (2020). Midwife-led integrated pre-birth training and its impact on the fear of childbirth. A qualitative interview study. *Sex Reprod Healthc*. Oct;25:100512. doi: 10.1016/j.srhc.2020.100512.

Pinar G, Avsar F, Aslantekin F (2018). Evaluation of the Impact of Childbirth Education Classes in Turkey on Adaptation to Pregnancy Process, Concerns About Birth, Rate of Vaginal Birth, and Adaptation to Maternity: A Case-Control Study. *Clin Nurs Res*, Mar;27(3):315-342. doi: 10.1177/1054773816682331. Epub 2016 Dec 30.

Preis, H., Benyamini, Y., Eberhard-Gran, M. *et al.* (2018). Childbirth preferences and related fears - comparison between Norway and Israel. *BMC Pregnancy Childbirth* 18, 362 (2018). <https://doi.org/10.1186/s12884-018-1997-5>

Queensland Clinical Guidelines (2017). Normal birth. Maternity and Neonatal Clinical Guideline. RBWH Post Office, Herston Qld 4029. Document number MN 17.25-V3-R22

Sak S, Yıldırım Baş F, Gürdal O (2022). Evaluation of pregnancy information classes trainings on birth fear and birth method selection. *J Educ Res Nurs*. 19(1):93-97.

Stark MA, Remyse M, Zwelling E.J (2016). Importance of the Birth Environment to Support Physiologic Birth. *Obstet Gynecol Neonatal Nurs*, Mar-Apr;45(2):285-94. doi: 10.1016/j.jogn.2015.12.008.

Suwanrath, C., Chunuan, S., Matemanosak, P. *et al* (2021). Why do pregnant women prefer cesarean birth? A qualitative study in a tertiary care center in Southern Thailand. *BMC Pregnancy Childbirth*, 21: 23.

T.C. Sağlık Bakanlığı (2017). Sağlık istatistikleri yıllığı haber bülteni. Erişim tarihi: 06.04.2018, <https://www.saglik.gov.tr/TR,30485/saglikistatistikleri-yilligi-2016-yayinlanmistir.html>.

T.C. Sağlık Bakanlığı (2022). Sezaryen klinik protokolü. T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma, Geliştirme ve Sağlık Teknolojisi Değerlendirme Dairesi Başkanlığı Araştırma, Geliştirme ve Sağlık Teknolojisi Değerlendirme Dairesi Başkanlığı, Ankara. 1-98.

WHO (2018). WHO recommendations: intrapartum care for a positive childbirth experience. Geneva: World Health Organization, Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

## OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE KOMPOZİT MALZEME KULLANIMI

MEHTAP AĞIRGAN<sup>1</sup>

### ÖZ

Otomotiv endüstrisinde kompozit malzeme kullanımı 80 yıllık bir geçmişe dayanmaktadır. Kompozit malzemeler; araçların tasarımında kolaylık sağlaması ve çevreci olmaları nedeni ile tercih edilmektedir. Küresel ısınma nedeni ile ülkelerin net emisyonu sıfıra indirme sözü bulunmaktadır. 2030 yılında Avrupa'da ise otomobillerin karbondioksit emisyonlarını yarı yarıya azaltması beklenmektedir. Ayrıca günümüzde otomobillerin performansı yüksek, emniyetli, ucuz, çok işlevli ve tarz sahibi bir tasarıma sahip olmasının yanı sıra yakıt tasarruflu ve karbon salınımının düşük olması gibi çevreci özelliklere sahip olması da istenmektedir.

Bu çalışmada otomobillerde kullanılan kompozit malzemelerin tanımı, tarihçesi, sektörde kullanım yerleri, günümüzde ve gelecekte otomotiv sektöründeki kompozit malzemelerin durumları hakkında bilgi verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kompozit Malzeme, Otomotiv Sektörü, Emisyon, Sac Kalıplama

## USE OF COMPOSITE MATERIALS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

### ABSTRACT

The use of composite materials in the automotive industry dates back 80 years. Composite materials are preferred because they provide convenience in the design of vehicles and are environmentally friendly. Due to global warming, countries have pledged to reduce net emissions to zero. In Europe, automobiles are expected to reduce carbon dioxide emissions by half in 2030. In addition, today cars are required to have high performance, safety, cheapness, multifunctional and stylish design; as well as environmentally friendly features such as fuel efficiency and low carbon emissions.

In this study, information is given about the definition of composite materials used in automobiles, their history, uses in the sector, and the status of composite materials in the automotive sector today and in the future.

**Key Words:** Composite Material, Automotive Sector, Emission, Sheet Molding

<sup>1</sup> Dr. Öğretim Üyesi, Lüleburgaz MYO, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü, Kırklareli Üniversitesi



## 1.GİRİŞ

Kompozit malzemeler; iki veya daha fazla malzemenin bir araya getirilmesiyle oluşan çok fazlı ve yüksek performanslı malzemeler olarak tanımlanır (Rosato, 1997). Kompozit malzemeler; sağlam, esnek yeterli dayanıma sahip olmayan plastik ve/veya polyester matris reçine ile takviye edici cam, karbon ve/veya aramid elyafının bir araya getirilmesi ile elde edilen üstün özelliklere sahip bir mühendislik malzemesidir ( Tri-Dung Ngo, 2019)

Dünya’da 1946’dan beri ticari olarak kullanılabilen, hem takviye hem de matris malzemelerde çeşitli gelişmeler göstererek daha yüksek performans değerlerine sahip olan kompozit malzemeler, modern bir malzeme olmanın dışında, geleceğin malzemesi olma önemine ulaşmıştır (Johnson, 2018). Kompozit malzemelerde gerek matris reçine özellikleri, gerek takviye malzemesinin türü ve yerleştirme biçimi kompozitin mekanik, kimyasal ve ısıl özelliklerini fazlasıyla yükseltebildiğinden diğer geleneksel malzemelere kıyasla kompoziti çok farklı bir boyuta taşımaktadır (Özsoy ve diğerleri, 2015).

Kompozit sanayi son 30 yıl içerisinde ekonomik büyümeye ve bina ve inşaat, rüzgar enerjisi, uzay ve havacılık, otomotiv gibi sektörlerde önemli bir rol üstlenmektedir (<https://kompozit.org.tr> Erişim 1 Mayıs 2021):

- Ağırlık azaltılması ile yakıt maliyetinin düşürülmesi (Uzay ve Havacılık)
- Enerji maliyetlerini düşürmek için proses otomasyonları ve seri üretim tekniklerinin uygulanması (Rüzgar Enerjisi)
- Ağırlık düşürmek için CO<sub>2</sub> emisyonunun azaltılması (Otomotiv) (<https://compositeslab.com>

erişim: 19.10.2023).

Ülkemizde hızlı nüfus artışı, otomotiv sektörünün büyümesini sağlamış, bununla birlikte kompozit malzeme ihtiyacı artmıştır. Toplu ulaşım araçlarını oluşturan tren, metro, otobüs ve kamyonlarda, klasik metal malzemelere göre kompozit malzemeler, hafiflik, dayanıklılık, paslanmazlık, tasarım çeşitliliği ve montaj kolaylığı sağlaması nedeniyle kullanılmaya başlanmıştır.

## 2- OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE KOMPOZİT KULLANIMININ TARİHÇESİ

Owens Corning ve William Stout tarafından 1945 yılında geliştirilen Stout 46, cam lifi gövdeli ve havalı süspansiyonlu dünyanın ilk kompozit prototip arabası olarak kabul edilmektedir. 1953 yılında MFG firması, cam lifi kaportaya sahip ilk üretim modelini piyasaya sürdü ve adı Chevrolet Corvett idi.

Mehtap AĞIRGAN

Makale Gönderim Tarihi (Date of Submission): 19 Aralık 2023  
Makale Kabul Tarihi (Date of Acceptance): 28 Aralık 2023

Araştırma Makalesi/Research Article

DOI: 10.17339/ejovoc.1407005

1960 yılında Sac Kalıplama Kompoziti (SMC) adı verilen yeni bir yöntem icat edildi. 1968 yılında Chrysler istasyon vagonu bir ile tanıtıldı. SMC arka hava deflektörü olarak kullanıldı (<https://www.sutori.com> Erişim18.08.2023).



Şekil.1. a- Stout 46 1945

b- 1953 Chevrolet Corvette

c- 1968 Chrysler

1972 yılında Corvette gövde panelleri SMC'ye dönüştürüldü. 1981 yılında ise McLaren MP4/1, karbon lifi kompozit monokok kullanan ilk F1 otomobili oldu. Aynı yıl ilk kompozit yaprak yay Corvette'te tanıtıldı (McConnell,2009).



Şekil 2.a- 1972 Corvette

b- 1981 F1 Otomobili

c- 1981 Corvette (<https://www.sutori.com> Erişim18.08.2023)

Mercury Tracer'ın tampon girişi, 1987 yılında Amerika'da bir otomobildeki ilk SMC yapısal parçası oldu (Şekil 3a ). Ford, Taurus ve Sable'da 1996 yılında SMC ön uç sistemini sergiledi (Şekil 3b).



Şekil 3.a- 1987 Mercury Trace

b- 1996 Ford Taurus

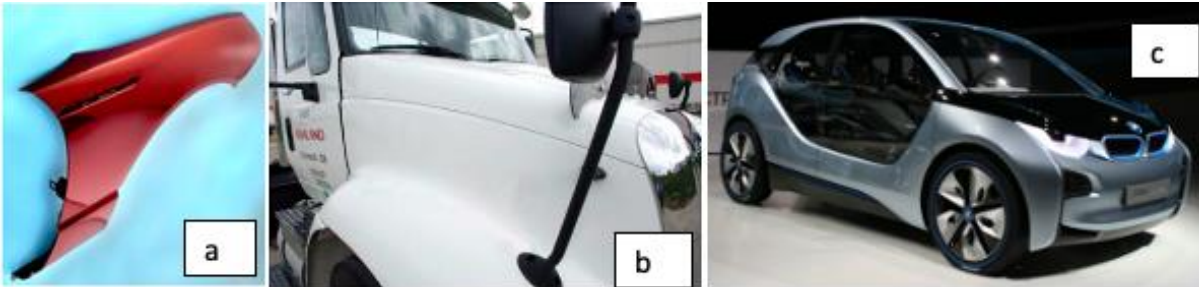
c- 2002 Volkswagen XL1

(<https://www.sutori.com> Erişim18.08.2023)

Yeni "Tough Class-A" paneli, 2003 yılında Ford'a boyalı parçaların kalitesini artıran SMC'yi sağladı. 2007 yılında Core Molding Teknoloji, araç gövde panelleri için düşük yoğunluklu SMC olan Nano-Lite® SMC'yi piyasaya sürdü. Volkswagen, 2002 yılında *bir litrelik arabanın* prototipini yapmaya başladı; bu, 100 km'de (261 mpg) 1 litreden az dizel yakıt tüketimini yansıtıyordu (Şekil3-c). (<https://compositeslab.com> erişim: 19.10.2023).

BMW i3 ilk kez 2011'de tanıtıldı ve 5 kapılı hatchback elektrikli banliyö otomobilinin üretimi 2013'ün son çeyreğinde başladı. i3, karbon lifi ile güçlendirilmiş kompozit malzeme ile yapılmış standart donanımların en azından bir kısmını içeren, üretilen yaklaşık 100 araç modelinden yalnızca biriydi

(<https://youtu.be/RDrWLOd1img> Erişim:9.10.2023).



Şekil 4. a- 2003 Ford Tough Class-A" paneli

b- 2007 Core Molding Technologies

c- 2011 BMW i3

(<https://www.sutori.com> Erişim18.08.2023)

2014 yılında Local Motors, dünyanın ilk 3 boyutlu baskılı arabası Strati'yi basına tanıttı. Ford, 2015 yılında üretim aracı GT350R Mustang için standart donanım olarak karbon lif takviyeli jantları üreten ilk büyük otomobil üreticisi oldu.



Şekil 5.a- 2014 Local Motors, Strati

b- 2015 Ford, GT350R Mustang Karbon fiber jant

(<https://www.sutori.com> Erişim18.08.2023)

2016 yılında Local Motors, dünyanın ilk 3 boyutlu baskılı otomobil serisi olan LM3D Swim'in satışına başladı (Şekil 6).



Şekil 6. Local Motors, LM3D Swim

(<https://www.compositesworld.com> erişim: 22.08.2023)

### 3- OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE KOMPOZİT MALZEMELERDE KULLANILAN HAMMADDELER

Otomotiv kompozitleri;

- Kullanılan elyaf çeşidine göre cam, karbon lifi veya doğal elyaf
- Matris çeşidine göre; Termoset veya termoplastik,
- Otomobil Bileşenlerine göre ise iç, dış, yapısal sistemler ile güç aktarma sistemleri olarak sınıflandırılırlar (<https://kalkinmaguncesi.izka.org.tr/> erişim: 17.5.2023).

Toplam değer ve hacim açısından pazarda en büyük payı cam elyaf takviyeli kompozitler almaktadır. Yüksek mukavemet, esneklik, stabilite, hafiflik, ısıya, kimyasala ve neme karşı dayanıklılık gibi özellikleri sayesinde cam elyafı en çok kullanılan takviye malzemesidir; ayrıca karbon ve doğal elyaftan daha ucuzdur. Cam elyafının üretiminin kolay olması ve ucuz olması nedeniyle otomotiv sanayinde daha çok kullanıldığı, karbon lifi ise spor ve üst segment araçlarda kullanıldığı görülmektedir (<https://www.marketsandmarkets.com> Erişim 15.9.2023).

Gövde liflerinden elde edilen doğal lifler baş, bagaj bölgelerinde ve koltuk arkalıkları gibi yerlerde kullanılmaktadır. Avrupa'da geri dönüşüm ve sürdürülebilirliği sağlamak için, doğal lifler artık motor sporlarında gövde panelleri ve çarpışma yapılarında kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, Porsche Motorsport, Eylül 2020'de tamamı doğal elyaf takviyeli kompozit gövdeye sahip Cayman 718 GT4 CS MR spor arabanın tanıtımını yaptı. 2019'da doğal lif takviyeli kapılar ve arka kanat ile piyasaya sürülen Porsche Cayman 718 GT4 CS modeli, motor sporları için seri üretimde karbon lifini doğal elyaf ile değiştiren ilk otomobil olmuştur (<https://www.compositesworld.com> erişim: 22.08.2023).



Şekil 7. Doğal elyaf kompozit gövdeye sahip Porsche Cayman 718 GT4 CS MR modeli

(<https://www.compositesworld.com> erişim: 22.08.2023)

Matris türüne göre otomobil kompozitleri, termoset ve termoplastik olarak ikiye ayrılmaktadır. Termoset reçine kullanımı, termoplastiklerden fazladır. Termoset malzemeler far yuvası, kaput altı elektrik ve ısı koruma bileşenlerinden iç ve dış yapısal parçalara kadar çok çeşitli otomobil yapılarında kullanılmaktadır. Termoset reçineler yeniden kullanımı veya geri dönüşümleri mümkün değildir. Buna karşılık termoplastik reçineler, geri dönüştürülebilir olması ve malzemenin eritilip yeniden biçimlendirilebilmesi nedeniyle yüksek hacimli üretim için daha uygundur. Termoplastiklerin hammadde maliyetleri düştükçe pazar talepleri de artmaktadır.

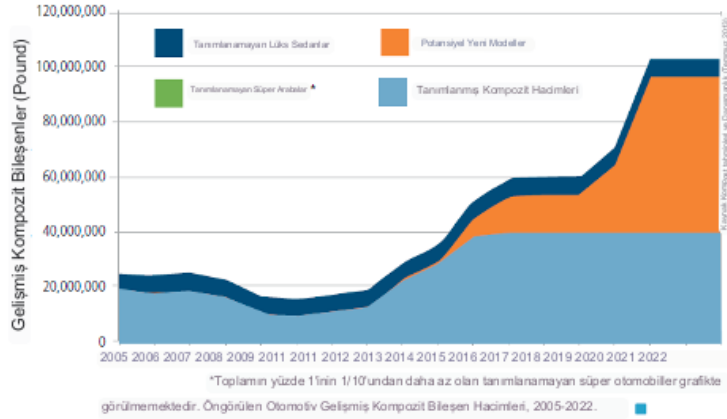
Otomotivde kullanılan kompozitlerin geleneksel malzemelere göre avantajları şunlardır:

- Çelikten ve alüminyumdan daha hafiftir. Otomobillerde kompozit malzeme kullanımıyla kazanılan hafiflik, yakıt miktarını ve maliyeti de düşürmektedir (Şekil 8). 45 kg ağırlık azaltımı % 2-3 yakıt tasarrufu sağlamaktadır.
- Düşük yoğunluğa rağmen formunu koruyarak çok iyi mukavemet göstermektedir.
- Kompozitlerin kolay şekillendirilebilmesi, parça miktarının azaltılmasını ve montaj sürelerinin azalmasını sağlamaktadır (Kocaoğlu, 2021).

Hafif Malzeme	Ağırlık Azaltımı
Magnezyum	%30-70
Karbon elyaf takviyeli polimer	%50-70
Alüminyum ve Alüminyum matrisli kompozitler	%30-60
Titanyum	%40-55
Cam elyaf takviyeli polimer	%25-35
Gelişmiş yüksek mukavemetli çelik	%15-25
Yüksek mukavemetli çelik	%10-28

**Şekil 8.** Kompozit Malzemelerin Araçlardaki Ağırlık Azaltımına Etkileri (Friedrich ve Almajid, 2013)

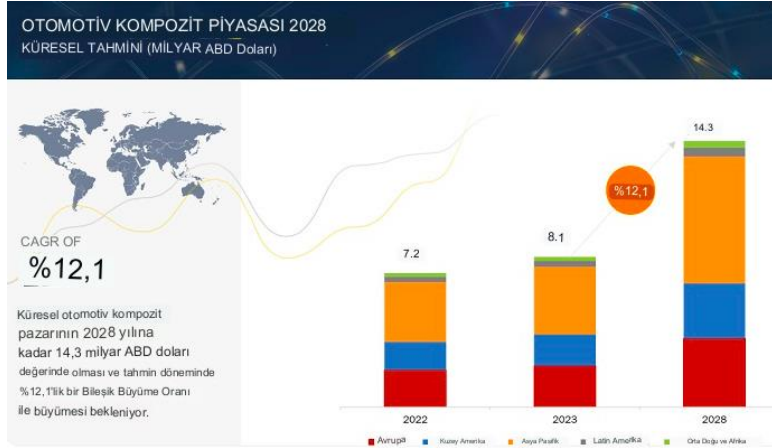
Günümüzde tampon, çarpışma kutusu gibi pasif güvenlik sistemleri artık kompozit malzemelerden üretilmektedir. Elektrikli araçlar için yenilikçi batarya entegrasyon çözümleri ve hidrojenle çalışan araçlara uygun yakıt depolama tankları üretilerek yeni otomobillerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır (<https://tto.boun.edu.tr> erişim 22.08.2023).



Şekil 9 Otomotivde 2005-2022 yılları arası kompozit kullanım miktarı

(<https://www.compositesworld.com> erişim: 22.08.2023)

Şekil 9'de 2005-2022 yılları arasında Otomobillerde kullanılması muhtemel kompozit malzeme miktarları verilmiştir. Toplamda 2022 yılında 453,600 ton olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 10. Otomotiv Kompozit Piyasası 2028 büyüme tahmini

(<https://www.marketsandmarkets.com> Erişim: 15.9. 2023)

Şekil 10'da 2022-2028 yılları arasında küresel Otomotiv kompozit pazarının büyüme tahmini verilmiştir. 2028 yılında %12,1 büyüme göstererek 14,3 milyar ABD doları değerinde olması beklenmektedir. Çin 2021 yılında en fazla elektrikli araç üretti ve dünyada elektrikli araç satışının yaklaşık %50'sini elinde tutmaktadır. Asya Pasifik 2022 yılında küresel otomotiv kompozitleri pazarına hâkim oldu ve 2023 ile 2028 arasında % 13,4'lük bir orana sahip olacağı tahmin edilmektedir.

#### 4- GÜNÜMÜZDE OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE KOMPOZİT MALZEME KULLANIMI

##### 4.1.a. 2022 Yılında Toyota Tundra kompozit koltuk arkılığı tasarımı:

60 adet damgalanmış ve kaynaklı parça içeren tamamen çelik bir düzeneğin alınması ve dört kompozit parçaya entegre edilmesi ile, ağırlığı %20 azaltırken ilgili tüm çarpışma testi gerekliliklerini de geçmiştir.

L&L Ürünleri (Romeo, Michigan, ABD), Ortak(lar): BASF Corp. (Wyandotte, Mich., ABD) - Toyota (Plano, Texas, ABD) (<https://www.compositesworld.com> erişim: 22.08.2023).

##### 4.1.b. Seri üretim arabaları için dünyanın ilk karbon fiber takla kafesi:

Benzersiz bir geometri mühendisliği sayesinde, seri üretim bir araca yasal olarak takılabilen aşırı hafif karbon takla kafesi üretilmiştir (Şekil 11). Dr. H.C. F. Porsche AG (Almanya).



Şekil 11. Karbon Fiber Takla Kafesi

(<https://www.compositesworld.com> erişim: 22.08.2023)



#### 4.1.c. Otomotiv ve Karayolu Taşımacılığı (Proses)

Koridan – aktif maça kalıplama, CFRP'nin son şeklini alması için aktif çekirdek kalıplama işlemi uygulanmıştır (Alia Mentis srl, İtalya).



Şekil 12. Aktif çekirdek kalıplama işlemi (<https://www.compositesworld.com> erişim: 22.08.2023)

#### 4.1.d. Kompozit tasarımı BEV akü koruma plakası

Yeni Audi Q8 e-tron için yüksek verimli tek seferde üretilebilirliğe sahip termoplastik sandviç hafif tasarımı en büyük, yenilikçi, sürdürülebilir BEV alt koruma plakası üretmiştir. Audi AG (Almanya), Ortak(lar): Polytec Group (Hollanda).

#### 4.1.e. Hafif araçlara yönelik atık lastiklerden elde edilen grafen

Nano grafen, kalıbı değiştirmeden, uygun maliyetli ve hafif otomotiv kompozitleri için bileşim sürecinde yardımcı takviye olarak kullanılan pilot ölçekte atık lastiklerden grafen üretilmektedir. Uzun ömürlü, hafif batarya ve akü üretiminde elektrot malzemesi olarak kullanılan bir malzemedir (Nano grafen, Türkiye).

#### 4.1.f. Ekipman, Makina ve Ağır Sanayi

Kompozit yüksek hızlı demiryolu vagon gövdesi: Yüksek hızlı tren için CFRP kompozit ve alüminyumdan yapılmış, ağırlığı %25 azaltılmış hibrit kompozit araç gövde yapısının geliştirilmesi sağlanmıştır. Şekil 13, TRL 6/7 1:1 ölçeğinde Talgo 350 modelin bir orta yolcu vagonunun bütün bir gövdesidir.



Şekil 13. Vagon Gövdesi

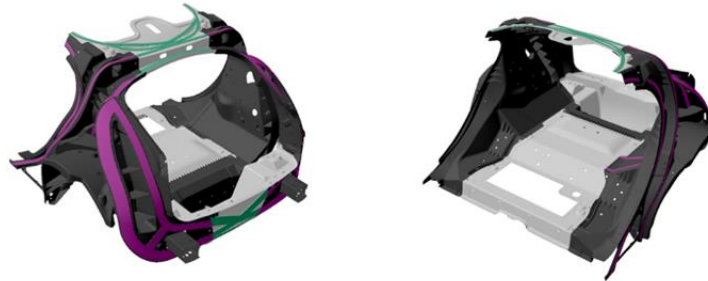
(<https://www.compositesworld.com> erişim: 22.08.2023)

#### 4.1.g. Tarımsal ilaçlama makineleri için hafif bomlar

Tarım için ölçeklenebilir, uygun maliyetli ve çevre dostu bir çözüm sağlamak amacıyla kompozitlerin ve üretim süreçlerinin akıllı kullanımına sahip modüler bir püskürtme makinesi bomu üretilmiştir. (BK Components S.A. (Arjantin (<https://www.compositesworld.com> erişim: 22.08.2023)

#### 4.1.h. Otomotiv & Karayolu Taşımacılığı (Yapısal) TUKAN

TUCANA, Jaguar I-Pace'in tüm arka gövde yapısının yeniden tasarlanmasıyla ortaya konan, geleceğin akülü elektrikli araçlarına (BEV'ler) olanak sağlayan bir özelliktir (Jaguar Land Rover (Whitley, İngiltere).

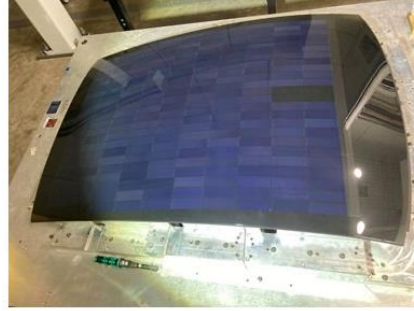


Şekil 14. Arka gövde tasarımı

(<https://www.compositesworld.com> erişim: 22.08.2023)

#### 4.1.1. Esnek Güneş Filminin FRP'ye Sorunsuz Entegrasyonu

Yüksek basınçlı reçine transfer kalıplama (HP-RTM) işlemi kullanılarak, yüksek hacimli uygulamalar için esnek güneş filminin otomotiv fiber takviyeli plastik (FRP) bileşenlerine (tavan üstü, kaporta vb.) kusursuz uyum sağlanmıştır.



Şekil 15. Esnek Güneş Filmi Uygulamaları (<https://www.compositesworld.com> erişim: 22.08.2023)

## 5- SONUÇ

Fosil yakıtların bitmesi, hammadde ve üretim maliyetin artması, ekolojik kaygılar, otomobil üreticilerini daha az enerji tüketimi sağlayan hafif malzeme kullanımına sevk etmektedir. Bu nedenle, metal parçalar karbon, cam, kevlar ve aramid gibi lif takviyeli kompozit ürünlerle yer değiştirmeye başlamıştır. Kompozitlerin üretim ve yatırım maliyetlerinin yüksek olması, her ne kadar enerji tasarrufu oluşturmalarına rağmen, otomotiv endüstrisinde kullanımlarını sınırlamaktadır. Geleneksel malzemelere göre otomotiv kompozitlerinde kullanılan, fosil yakıtlardan üretilen yüksek performanslı takviye malzemeleri geri dönüşüm açısından bakıldığında hâlihazırda tekrar kullanımı zor ve maliyetli süreçler içerir.

Avrupa Birliği dünyanın en büyük motorlu taşıt üreticilerinden biri olup, araştırma ve geliştirme alanındaki en büyük pazar payını temsil etmektedir. Bunun yanı sıra, Toray Industries Inc. (Japonya), Teijin Limited (Japonya), Mitsubishi Chemical Holding Corporation (Japonya), Hexcel Corporation (ABD), UFP Technologies Ltd. (ABD), Huntsman Corporation (ABD) ve Hexion (ABD), son birkaç yılda sözleşmeler ve anlaşmalar sağlayan kilit üreticilerdir. Adı geçen şirketler, otomotiv kompozitleri dünya pazarındaki

varlığını güçlendirmek için anlaşmalar, çok uluslu genişlemeler, teknolojik transferi, alt üreticilerle sözleşmeler gibi atılımlar yapmaya başlamıştır (marketsandmarkets.com Erişim: 15.9.2023).

Gelecekte motorlu taşıt kompozitleri sektörünün gelişmesini sağlayacak faktörler; hafif ve yakıt tasarruflu araçlara olan talep ile çevre dostu elektrikli veya alternatif yakıtlı araçlara olan talebin artması olacaktır. 2030'ların başlarına kadar elektrikli araçların (EV) satış fiyatları fosil yakıtlı araçların altında olması ve dünyada EV satışlarının yirmi beş yıl sonra da yılda 50 milyon adet olması beklenmektedir. Önümüzdeki 20 yıl içinde otomobillerin % 26'sının otonom sürüş yeteneğine sahip olması ve hidrojenle çalışan araç sayısında da %38 oranında artması öngörülmektedir. Her ne kadar elektrik motorlu araçlara enerji sağlayan lityum iyon ve hidrojen teknolojilerindeki gelişimin hammaddenin ucuzlamasına bağlı olarak artacağı düşünülse de; motorlu araç karoserlerindeki hafiflik ve dayanım sağlayan kompozit malzemelerin, performanslı ve ekolojik olarak üretilmesine bağlı olacağı da yadsınamaz bir gerçektir. Otomobillerin bir ulaşım aracı olması yanı sıra teknolojik ve akıllı cihazlara evrildiği ve bu açıdan bakıldığında, küresel otomotiv sektörünün geleceğini otonom sürüş, elektrifikasyon, mobilite ve araç paylaşımı gibi konuların yönlendirmesi beklenmektedir (KPMG, 2020).

Oldukça rekabetçi olan otomotiv endüstrisinde teknolojik üstünlük, pazar payı edinmede kritik rol oynamaktadır. Gelecekte hafif, verimli, az yakıt tüketen, karbon emisyonu düşük ve çevreci araçlar geliştirmek için kompozit malzeme teknolojilerine yatırım yapan otomotiv üreticilerinin önemli bir rekabet avantajı elde edecektir.

## KAYNAKLAR

Autocar, 2023. <https://youtu.be/RDrWL0d1img> Erişim: 9.10.2023.

Boğaziçi Üniversitesi Teknoloji Transfer Ofisi, 2023. <https://tto.boun.edu.tr/tr/content/otomotiv-sektoru-kompozit-malzeme-ile-hafifleyecek> erişim 22.08.2023

Composites World, 2023. <https://www.compositesworld.com/news/jec-composites-presents-2023-innovation-award-finalists> 22.08.2023 Erişim: 22.8.2023.

Compositeslab, 2023. <https://compositeslab.com/composites-compared/composites-vs-aluminum/index.html> Erişim: 19.10.2023

Friedrich, K., Almajid, A. A. (2013). Manufacturing Aspects of Advanced Polymer Composites for Automotive Applications, APPL. COMP. MAT. 20,2 (2013) 107-128  
[http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/technologies/materials/lightweight\\_materials.html](http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/technologies/materials/lightweight_materials.html)

History of automotive Composites (2023). <https://www.sutori.com/story/history-of-automotive-composites--1yJrnDNy2bwyt92mgYPVa47> Erişim: 18.8.2023.

Johnson T. (2018). History of composites. The evolution of lightweight composite materials. Available from: <https://www.thoughtco.com/history-of-composites-820404>

Kalkınma Güncesi (2021) <https://kalkinmaguncesi.izka.org.tr/index.php/2021/06/17/otomotiv-sektorunde-kompozitmalzeme-kullanimi/> Erişim: 17.05.2023

Kocaoğlu, İ. 2021. "Otomotiv Sektöründe Kompozit Malzeme Kullanımı",

Kompozit Sanayicileri Derneği, 2021. Kompozit Sektörünün Hammadde Ve Tedarik Zincirindeki Sorunları Konulu Üye Toplantısı Sonuç Raporu.

[https://kompozit.org.tr/wp-content/uploads/2021/06/Hammadde\\_Raporu\\_1\\_Mayis\\_2021.pdf](https://kompozit.org.tr/wp-content/uploads/2021/06/Hammadde_Raporu_1_Mayis_2021.pdf)

KPMG 2020. Otomotiv Sektörel Bakış. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/tr/pdf/2020/02/sektorel-bakis-2020-otomotiv.pdf> Erişim 18.10.2023.

Kubati, A. (2019). Kompozit Malzemeler, <https://www.researchgate.net/publication/348054563> Erişim: 21.12.2023

DOI: [10.13140/RG.2.2.15696.53768](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15696.53768),

Market research, 2023. <https://www.marketresearch.com/Statistics-Market-Research-Consulting-v4058/Automotive-Composites-Global-Outlook-14411192/> Erişim: 20.10.2023

Markets Automotive Composite Reports, 2023. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/automotive-composite-market-10869121.html> Erişim: 15.9.2023.

McConnell V. (2009). The making of carbon fiber, high performance composites. Composites World. 2009;17(1): 37-42.

Ozsoy N, Mimaroğlu A, Ozsoy M, Ozsoy MI. (2015). Comparison of mechanical behaviour of carbon and glass fiber reinforced epoxy composites. Acta Physica Polonica A. 2015;127(4): 1031-1034. DOI: 10.12693/APhysPolA.127.1032

Rosato, D. V. (1997). Designing with reinforced composites: Hanser Gardner Publications.

Tri-Dung Ngo (2019). Introduction to Composite Materials DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.91285>