

TC  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

Yıl: 2024  
Sayı:38

CİLT II  
SOMA

TC  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

**Sahibi:**

Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN  
Yönetim Kurulu Adına  
MCBÜ Soma MYO

**Baş Editör:**

Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN

**Editörler:**

Öğr. Gör. Fırat TEKİN  
Öğr. Gör. Fatih SUVAYDAN

**Yayın Kurulu:**

Prof. Dr. Ayşe ÖNDÜRÜCÜ  
Prof. Dr. Mete HANÇER  
Prof. Dr. Ahmet YILDIZ  
Prof. Dr. Haluk ÇELİK  
Doç Dr. İsrail ŞABİKOĞLU  
Doç Dr. İlker Çetin KESKİN  
Doç Dr. İbrahim AYDIN  
Doç Dr. Ali YURDDAŞ  
Doç. Dr. Ahmet Ali KUMANLIOĞLU  
Dr. Öğr. Üyesi Ayla TEKİN  
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Berkant SELEK  
Öğr. Gör. Dr. Mustafa Oğuz NALBANT  
Öğr. Gör. Dr. Gökben GÜLER

**Sekreter:**

Öğr. Gör. Dr. Mustafa Oğuz NALBANT  
Öğr. Gör. Ahmet Fethi ÇAKMAK

**Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi  
yılıda iki sayı olarak yayımlanan ulusal hakemli bir dergidir.**

TC  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

**BU SAYIDAKİ HAKEM KURULU:**

Prof. Dr. Nuran YÖRÜKEREN  
Doç. Dr. Mehmet AYVAZ  
Doç. Dr. Oktay AYTAR  
Dr. Öğr. Üyesi Ender HAZIR  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KARAMANOĞLU  
Dr. Öğr. Üyesi Saim KURAL  
Arş. Gör. Furkan Ozan ÇÖVEN  
Arş. Gör. Hüseyin Saygın PORTAKAL

**Dergide yayınlanan tüm makaleler ve ileri sürülen görüşlerde, sorumluluk yazar ve hakemlere aittir.**

**İletişim Adresi:**

Fırat TEKİN  
Manisa Celal Bayar Üniversitesi  
Soma Meslek Yüksekokulu, Soma-Manisa /TÜRKİYE  
Tel: 0 236 612 00 63  
Fax: 0 236 612 20 02  
e-mail: [somamyo-dergi@cbu.edu.tr](mailto:somamyo-dergi@cbu.edu.tr)  
[firat.tekin@cbu.edu.tr](mailto:firat.tekin@cbu.edu.tr)

TC  
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

**İÇİNDEKİLER**

**1- METASEZGİSEL ALGORİTMALAR VE ÇALIŞMA ALANLARINA GENEL BİR BAKIŞ**

Cem Uğurcan ÖZDEMİR , Atanur İZ , İlker KILIÇ , Mustafa NİL .....1-10

**2- İĞDE (ELAEAGNUS ANGUSTİFOLIA L.) ODUNUNDA YAĞ UYGULAMALARININ RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Hüseyin PEKER, Osman ÇAMLİBEL, Ümit AYATA, Göksel ULAY..11-19

**3- A REVIEW ON THE ANTIDIABETIC POTENTIAL OF SAFFRON IN THE TREATMENT OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS AND ITS RESEARCH METHODOLOGIES**

Nil SAZLI, Deniz KARATAŞ.....20-28

**4- IS1600 EĞİK MAKAS YAĞ TANKI SİRKÜLASYON POMPASI DESTEK SACI ISIL ANALİZİ VE YANIT YÜZEY YÖNTEMİ İLE OPTİMİZASYONU**

Özer ÖĞÜÇLÜ, Çağatay Yeldar YILDIRIM.....29-44

**5- Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi Yazım Kuralları.....45-46**

## METASEZGİSEL ALGORİTMALAR VE ÇALIŞMA ALANLARINA GENEL BİR BAKIŞ

Cem Uğurcan ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Atanur İZ<sup>2</sup>, İlker KILIÇ<sup>3</sup>, Mustafa NİL<sup>4</sup>

Accepted: 2024-12-27  
DOI: 10.47118/somatbd.1593895

### ÖZET

Bu makalede optimizasyon algoritmalarının farklı türleri ayrıntılı bir şekilde tanıtılmış ve son yıllarda kullanım oranlarında artış gözlenen bu algoritmaların çıkış mantığı, temel prensipleri ve optimizasyon sürecindeki adımları açıklanmıştır. Ayrıca yerel optimum noktaya takılma potansiyeline sahip olan algoritmalar vurgulanmış ve bu durumu iyileştirmeye çalışan çalışmalardan bazılarında yer verilmiştir. Optimizasyon algoritmalarının geniş bir yelpazeye yayılan uygulama alanlarına değinilmiştir. Algoritmaların hem teorik çerçevesi hem de pratikteki etkileri ele alınmış, bu alandaki yenilikler ve mevcut çalışmaları tanıtacak bilgiler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Metasezgisel optimizasyon algoritmaları, Gri kurt algoritması, Parçacık sürü optimizasyon algoritması, Yapay arı kolonisi, Meyve sineği algoritması

### ABSTRACT

In this article, different types of optimization algorithms are introduced in detail and the output logic, basic principles and optimization process steps of these algorithms, which have been increasing in usage rates in recent years, are explained. In addition, algorithms that have the potential to get stuck at local optimum points are highlighted and some of the studies that try to improve this situation are given. A wide range of application areas of optimization algorithms are discussed. Both the theoretical framework and practical effects of the algorithms are discussed, and information is presented to introduce innovations and existing studies in this field.

**Keywords:** Metaheuristic optimization algorithms, Gray wolf algorithm, Particle swarm optimization algorithm, Artificial bee colony, Fruitfly algorithm

### 1. GİRİŞ

Optimizasyon varolan bir problemin çözüm havuzundan en olası çözümü bulmak demektir. Optimizasyon işlemi bu amaç doğrultusunda hareket eder. Bu amaca yönelik optimizasyon algoritmaları oluşturulmuştur. Algoritma kelimesi tanım olarak bir problemi çözme amacıyla

---

<sup>1</sup> Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Manisa, Elektrik Elektronik Mühendisi, ORCID : 0009-0005-0340-6369

<sup>2</sup> Volt Elektrik Motorları, Üretim Müdürü, ORCID : 0000-0001-5102-9792

<sup>3</sup> Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Manisa, Dr. Öğretim Üyesi, ORCID : 0000-0003-3978-4829

<sup>4</sup> Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Manisa, Dr. Öğretim Üyesi, ORCID : 0000-0003-0794-7603

tasarlanmış işlem adımları dizisidir. Optimizasyon algoritmaları kesin ve yaklaşık olmak üzere iki çeşittir.(Yaylacı vd., 2023) Kesin metotlar doğrusal, tamsayı ve dinamik programlama örnek verilebilir. Yaklaşık metotlar da iç yapısında sezgisel ve metasezgisel olarak çeşitlenmiştir. Sezgisel optimizasyon algoritmalarını çözüm kümesinin geniş olduğu yerlerde kullanmak çözüm maliyeti açısından daha karlıdır. Metasezgisel algoritmalar sonuca ulaşma konusunda sezgisel algoritmalara göre daha etkilidir. Metasezgisel optimizasyon algoritmaları global en iyiyi bulmayı amaçlar.(Eroğlu vd., 2024) Uygulama alanı açısından çok geniş bir alana sahiptirler. Karmaşık sistemlerin tasarım ve üretim süreçlerinde, verimlilikte, finans alanında, ticaret stratejilerinde, biyoinformatikte, yapay zeka ve makine öğrenmesinde kullanılırlar.

## 2. Metasezgisel Optimizasyon Algoritmaları ve Uygulama Alanları

### 2.1. Gri Kurt Optimizasyon Algoritması

Gri kurtlar, Canidae familyasından gelirler. Besin zincirinin en üst katmanında yer almaktadırlar ve sürü halinde yaşamayı benimsemişlerdir. Bir sürünün ortalama büyüklüğü 5 ila 12 arasındadır. Gri kurtların sürüdeki hiyerarşik düzeni çok baskıcıdır. Hiyerarşik düzenin tepesinde alfa diye hitap edilen bir adet erkek lider ve bir adet dişi lider bulunmaktadır. Bu liderler sürü için önemli kararları vermek ile yükümlüdürler. Aynı zamanda bu liderler sürüdeki diğer kurtların takibini de yürütürler.(Mirjalili vd., 2014)

Bu sürüde güç ikinci planda yer almaktadır çünkü sürünün liderleri en güçlüler arasından değil sürüyü en iyi yönetebilme kabiliyetine sahip olanlar arasından seçilir. Hiyerarşik düzenin ikinci basamağını betalar olarak adlandırılan kurtlar oluşturur. Betalar cinsiyet fark etmeksizin alfa kurtlar için geri bildirim görevini üstlenirler. Hiyerarşik düzenin en alt basamağında omega sınıfı yer alır. Bu kurtlar emirlere itaat etmekle yükümlüdürler. Bu sınıflardan herhangi birinde yer almayan kurtlara ast denir. Bu kurtlar omegalara söz geçirebilirler ancak alfa ve betaların emirlerini yerine getirmelidirler. Bu sınıfta iz sürücüler, muhafızlar, yaşlı kurtlar, avcılar ve bakıcılar yer alır.(Mirjalili vd., 2014)

Hiyerarşiye ek olarak gri kurtların avlanma stratejileri merak uyandırıcıdır. Önce avlarını takip ederler, daha sonrasında av hareket edemeyecek hale geldiği anda avın etrafını çevreler ve farklı yönlerden avı saldırırlar. Gri kurt optimizasyon algoritması da bu avlanma stratejisini ve hiyerarşiyi kullanır böylelikle küresel en iyiyi bulmayı amaçlar.(Mirjalili vd., 2014)

Gri kurt algoritması, özellikle mühendislik optimizasyonu ve karmaşık problemlerde son yıllarda popüleritesini oldukça arttırmıştır.

#### 2.1.1. Gri Kurt Optimizasyon Algoritması Çalışma Yapısı ve Uygulama Alanları

Problemin çözüm kümesi alfa olarak kabul edilir. Ardından diğer çözümler sırası ile ikinci çözüm beta üçüncü çözüm delta ve diğer aday çözümler omegadır. Omega kurtları diğer üç çözümü takip ederler. Ve bu üç çözüm algoritmayı yönlendirir. Avı çevreleme stratejisinde (1) ve (2) 'den yararlanır.(Mirjalili vd., 2014)

$$\vec{D} = |\vec{C}\vec{X}_p(t) - \vec{X}(t)| \quad (1)$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}_p(t) - \vec{A} \cdot \vec{D} \quad (2)$$

Burada  $t$  mevcut yinelemeyi,  $\vec{A}$  ve  $\vec{C}$  katsayı vektörlerini,  $\vec{x}_p$  avın pozisyon vektörünü ve  $\vec{X}$  gri kurdun pozisyon vektörünü temsil eder. Katsayı vektörü hesaplaması için (3) ve (4)'ten yararlanılır.(Mirjalili vd., 2014)

$$\vec{A} = 2 \cdot \vec{a} \cdot \vec{r}_1 - \vec{a} \quad (3)$$

$$\vec{C} = 2 \cdot \vec{r}_2 \quad (4)$$

$\vec{a}$ 'nın bileşenleri yineleme sayısının artmasıyla beraber 2'den 0'a doğru doğrusal bir şekilde azaltılır.  $r$  vektörleri rastgele olarak seçilir. Bu denklemler ile bozkurt yeni pozisyonunu güncelleyebilir hale gelir. Avlanma stratejisinde arama uzayında en iyi hakkında bir bilgi birikimi yoktur. Alfa, beta ve deltanın değerlerinden elde edilen en uygun değer kaydedilir. Omega kurtlar da optimum çözümlere göre konum güncellemesi işlemine tabidirler. Konum güncelleme denklemleri (5)-(11)'de belirtilmiştir.(Mirjalili vd., 2014)

$$\vec{D}_\alpha = |\vec{C}_1 \cdot \vec{X}_\alpha - \vec{X}| \quad (5) \quad \vec{X}_2 = \vec{X} - \vec{A}_2 \cdot (\vec{D}_\beta) \quad (9)$$

$$\vec{D}_\beta = |\vec{C}_2 \cdot \vec{X}_\beta - \vec{X}| \quad (6) \quad \vec{X}_3 = \vec{X}_\delta - \vec{A}_3 \cdot (\vec{D}_\delta) \quad (10)$$

$$\vec{D}_\delta = |\vec{C}_3 \cdot \vec{X}_\delta - \vec{X}| \quad (7) \quad \vec{X}(t+1) = \frac{\vec{X}_1 + \vec{X}_2 + \vec{X}_3}{3} \quad (11)$$

$$\vec{X}_1 = \vec{X}_\alpha - A_1 \cdot (\vec{D}_\alpha) \quad (8)$$

Alfa, beta ve delta kurtları avlanacak canlının konumunu tahmin etmekle omegalar ise bu tahminler etrafında hareket etmekle yükümlüdürler. Kurtlar ava yaklaştıkça  $\vec{A}$  değeri düşürülür. Kurtlar avlarını ararlarken birbirlerinden ayrılırlar ve avlanmak için birleşirler. (Mirjalili vd., 2014)

Yerele takılmayı engelleme amacıyla  $\vec{A}$  değerine  $(\infty, 1) \cup (-\infty, -1)$  aralığında değerler verilir. Böylelikle küreselde bir arama yapılmış olur. Algoritma adımlarını gri kurt popülasyonu rastgele bir şekilde arama uzayında oluşturulur. İterasyonlar sırasında alfa, beta ve delta kurtları konum tahmini yaparlar. Aday çözümler ortaya çıkar iterasyonlar sonucunda çözümlerin konumları ve ava olan mesafe de güncellenir. Sonuç olarak algoritmayı sonlandırma kriteri ile işlem biter.(Mirjalili vd., 2014)

Gri kurt algoritması farklı uygulama alanlarında da kullanılmıştır.

Örneğin transformatörün performansında etkili olan kütle ve boyut parametrelerini şekillendiren akım yoğunluğu, manyetik çekirdek kesit alanı ve uyumluluk katsayısı, transformatör tasarım kriterlerinin iyileştirilmesinde kritik bir rol üstlenmektedir. Bu parametrelerin birlikte ele alınarak optimize edilmesinde, doğadan esinlenen yöntemlerden biri olan gri kurt algoritması kullanılmıştır. Gri kurt algoritması, çoklu hedeflerin dengeli bir şekilde iyileştirilmesi için hızlı ve etkili bir yöntem sunmaktadır.(Toren vd., 2023) Bir başka çalışmada ise, düzensiz şekilli iki boyutlu ayakkabı kalıbının, belirli geometrik kısıtlamalar ve verimlilik hedefleri dikkate alınarak belirsiz şekilli deri yüzeyine optimum yerleştirilmesi işleminde faydalanılmıştır. Bu süreçte, deri yüzeyinin maksimum kullanımını sağlamak ve kaybı en aza indirmek için çeşitli hesaplama yöntemleri ve algoritmalar uygulanmıştır.(Şenel vd., 2018) Diğer

bir çalışmada araçtan şebekeye doğru enerji transferi yapan şarj istasyonlarının güç dönüşüm verimliliğini artırmak ve enerji kayıplarını en aza indirmek amacıyla gri kurt optimizasyon algoritmasından yararlanılmıştır. Bu süreçte, şarj istasyonlarının dönüştürücü devre tasarımı, akım ve gerilim kontrolü ile termal yönetim gibi kritik parametreler optimize edilerek sistem performansı iyileştirilmiştir. Gri kurt algoritması, çoklu hedeflerin dengelenmesi ve hızlı çözüm üretme kabiliyeti sayesinde bu tür karmaşık optimizasyon problemleri için etkili bir yaklaşım sunmuştur.(Sarıdağ vd., 2021) Gri kurt algoritmasını geliştirmek için de çok sayıda çalışma yapılarak kararsızlığı azaltmak, yüksek doğruluğa ulaşmasını sağlamak ve daha hızlı yakınsama hızına erişmesi için kaotik çadır haritalaması iyileştirilmiştir.(Hou vd., 2022)

## 2.2 Meyve Sineği Algoritması

Bu algoritma temelde meyve sineklerinin kendine özgü yiyecek arayışına çıkma ve yiyeceği tespit etme davranışlarından üretilmiştir. Meyve sineklerinin yapısında olan osfrezis organından dolayı çok iyi bir koku algılama hassasiyetine sahiptirler. Hatta havada yayılan kokuyu 40 kilometre uzaktan bile fark edebilirler.(Pan, 2012)

Meyve sineklerinin bir başka önemli özelliği olan koku algılama ile aynı hassaslıktaki görüşleridir. Belirli bir mesafeden sonra yiyecek kaynağını koklama duyuları ile tespit etme yerini görme duyuları ile tespit etmeye bırakır.(Pan, 2012)

### 2.2.1 Meyve Sineği Optimizasyon Algoritması Çalışma Yapısı ve Uygulama Alanları

Meyve sineği optimizasyon algoritmasının çalışma yapısı net anlaşılabilir düzeydedir. Meyve sineği popülasyonu mevcuttur ve buradaki her sineğin iterasyon sonundaki konumu çözüm kümesini oluşturur. Algoritmada hesaplanması gereken değerler koku, mesafe ve uygunluk değeri yani çözümdür.

Koku değeri mesafeye göre değişkenlik gösteren bir değerdir.(Pan, 2012) Bu iki değişkenin hesabı (12) ve (13)'de gösterilmiştir.(Pan, 2012)

$$D_i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2} \quad (12)$$

$$S_i = \frac{1}{D_i} \quad (13)$$

Algoritmada öncelikle popülasyonda yer alan meyve sinekleri için rastgele belirlenmiş başlangıç pozisyonları oluşturulur. Sonrasında bu sineklere rastgele bir hareket vektörü tanımlanarak her bir sinek için yeni pozisyonlar elde edilir. Yiyeceğin nerede olduğunu bilemedikleri için işleme mesafeyi hesaplayarak devam edilir. Mesafe, her bir sineğin bireysel olarak orijine olan uzaklığıdır. Bireysel orijine uzaklıklar hesaplandıktan sonra bireye özgü koku değerleri hesaplanır. Değerler uygunluk fonksiyonunun içerisine yerleştirilerek, çözüm kümesi elde edilir.(Pan, 2012)

Eğer meyve sinekleri ilk iterasyonda yiyeceği bulamaz ise diğer iterasyona geçilir. İlk iterasyondan sonra meyve sineklerinin başlangıç pozisyonları rastgele olarak değil bir önceki yinelemedeki en iyi değer konumundan itibaren başlatılır. Meyve sinekleri yiyeceği buluncaya kadar iterasyonlar devam eder.



Meyve sineği algoritması da gri kurt algoritması gibi farklı uygulama alanlarında da kullanılmıştır.

Meyve sineği algoritması yerelde en iyiye takılmaya müsait bir algoritmadır. Araştırmacılar bu algoritmayı zincirlerinden koparıp küresele taşımak için gayret etmişlerdir.

Bir yaklaşımda hücre haberleşmesinden esinlenilerek algoritmanın karar verme aşaması modifiye edilmiştir ve bu yaklaşımın standart algoritmaya göre başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.(Xiao vd., 2015) Diğerinde ise algoritmanın karar verme aşamasından ziyade başlangıç aşamasında bir sürü ile değil birden fazla sürüyle tarama yapması çalışılmıştır.(Yuan vd., 2014) Diğer bir çalışmada algoritmaya Levy Uçuşu tekniği uygulanmış ve küresel optimaya ulaşması hedeflenmiştir.(Kılıç, 2022) Meyve sineği optimizasyon algoritmasını geliştirme çalışmalarına ek olarak algoritmayı gerçek hayata uygulama çalışmalarına da başvurulmuştur. Yapıların hasar derecesini değerlendirme amacıyla gelişmiş meyve sineği optimizasyon algoritması kullanılmıştır.(Xiong vd., 2021)

### 2.3 Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması

Parçacık sürü optimizasyonu temelde iki ana uygulama yöntemine dayanır. Bunlar yapay yaşam ve sürü teorisi. Ayrıca evrimsel hesaplamalara da bağlıdır. Kendi türünde olan canlıların aralarında bilgi paylaşabilme özelliği algoritmanın temel prensiplerinden biridir. Aynı zamanda her bir iterasyonda yani evrimde avantajlı bir durum oluşturmaktadır.(Kennedy & Eberhart, t.y.)

Algoritma esnasında sürüde yer alan bütün parçacıkların, sürüdeki en iyiye sahip olan bireye doğru yönelmesiyle ilintilidir. Yani popülasyonda bulunan üyeler her bir yinelemede kendilerine has olan bir önceki pozisyondan daha iyi olan bir konuma geçerek en sonunda istenen değere ulaşması prensibine dayanır.(Kennedy & Eberhart, t.y.)

#### 2.3.1 Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması Çalışma Yapısı ve Uygulama Alanları

Başlangıç aşamasında rastgele olarak sürüdeki her bir elemanın başlangıç konumu ve hızı belirlenir. Bu parametreler oluşturulduktan sonra her bir bireye özel uygunluk değeri hesabı yapılır. Hesaplanan uygunluk değerleri arasından kişisel en iyi değerler seçilir. Bu değerler arasından küresel en iyi değer seçilir. Yinelemeler devam ettikçe bireylerin pozisyonları ve hızları rastgele oluşturulmak için (14) ve (15)'ten yararlanır.(Özsağlam & Çunkaş, 2008)

$$V_{id} = W \cdot V_{id} + c_1 \cdot \text{rand}_1 \cdot (P_{id} - X_{id}) + c_2 \cdot \text{rand}_2 \cdot (P_{gd} - X_{id}) \quad (14)$$

$$X_{id} = X_{id} + V_{id} \quad (15)$$

Bu denklemlerde rand parametreleri rastgele üretilmiş sayılardır. W parametresi atalet momentidir. C değerleri ölçeklendirme için kullanılır. Yinelemeler belirli bir durdurma kuralına ulaşınca işlem sonlandırılır.(Özsağlam & Çunkaş, 2008)

Parçacık sürü optimizasyonu algoritması da diğer çalışmalardaki gibi geniş bir yelpazede kullanım alanına sahiptir. Bir çalışmada, mobil robotların belirlenen rotasında bulunan statik veya dinamik engellere çarpmadan en verimli şekilde ilerlemesini sağlayan bir rota bulucu

algoritma geliştirilmiştir. Parçacık sürü optimizasyonu (PSO) metodu kullanılarak, robotların güvenli ve hızlı bir şekilde hedeflerine ulaşmaları istenir. Parçacık sürü optimizasyonu, çok boyutlu çözüm uzayında etkili şekilde yol bulma yeteneği sayesinde mobil robotların çevresel zorluklarla başa çıkmasını desteklemektedir.(Garip vd., 2021) Diğer bir çalışmada, güç sistemlerinde yük dağıtımını ekonomikleştirmek amacıyla parçacık sürü optimizasyonu algoritmasından faydalanılmıştır.(Eke vd., 2023)

Uygulama çalışmalarının yanında algoritmayı geliştirmeye önceliklendiren çalışmalar da vardır. Sürekli optimizasyon problemlerini çözecek bir algoritma geliştirilmiştir. Bu geliştirmede parçacık sürü optimizasyon algoritması geri izleme tarama algoritması birleştirilerek algoritmanın küresel en iyiyi bulma ve isabetlilik özelliklerinin artırılması hedeflenmiştir.(Zaman & Gharehchopogh, 2022)

#### 2.4. Yapay Arı Kolonisi Algoritması

Algoritma temelde bal arısı sürüsünün akıllı davranışına dayanır. Bu algorithmada bal arıları üç gruba ayrılır. Bunlar işçi arılar, seçici arılar ve izcilerdir. İşçi arılar daha önce gittikleri bir kaynağa giderlerken, seçici arılar ise hangi yemek kaynağına gideceklerini seçerler. Bir arı kolonisinin yarısını işçi arılar diğer yarısını da seçici arılar oluşturur. Her yiyecek noktası için bir adet işçi arı görevlendirilmiştir. İzci arılar ise aslında yiyecek noktası diğer arılar tarafından tüketilmiş işçi arılardır.(Karaboga & Basturk, 2007)

##### 2.4.1 Yapay Arı Kolonisi Algoritması Çalışma Yapısı ve Uygulama Alanları

Algoritmadaki yiyecek noktası bulma yapısı temelde üç aşamalıdır. Birinci aşamada işçi arılar yiyecek noktalarına gönderilir ve gönderildikleri her bir nokta için nektar miktarını ölçerler. Daha sonrasında ölçtükleri nektar miktarlarını seçici arılara rapor ederler. Seçici arılar yiyecek noktalarını seçtikten sonra izci arılar seçilen noktalara yönlendirilir. Yiyecek noktasının nektar miktarı arttıkça seçilme olasılığı da artar. (Karaboga & Basturk, 2007)

Algorithmada bir yiyecek noktasının konumu aslında problemin çözüm kümesidir. Nektar yoğunluğu ise bu olası çözümün doğruluğudur. İşçi arıların sayısı, yiyecek noktalarının sayısına eşittir çünkü bir arı bir yiyecek noktasına gitmekle görevlidir. Bu durumda bize işçi arı sayısının olası çözüm sayısına eşit olduğunu göstermektedir.(Karaboga & Basturk, 2007)

Algorithmada kullanılacak formüller ve eşitlikler (16)-(20)'de verilmiştir.(Akay ,2009)

- 1- Başlangıç aşamasında yiyecek noktalarının rastgele üretilmesi için gerekli olan denklem (16)'da verilmiştir.

$$x_{ij} = x_j^{min} + rand(0,1)(x_j^{max} - x_j^{min}) \quad (16)$$

Bu denklemde  $i$  çözüm sayısını,  $j$  değeri de denklemin boyutunu ifade etmektedir. Üretilen yiyecek noktalarının tüketilmiş olup olmadığını limit parametresi belirler bu parametreyi başlangıçta doğal olarak sıfır kabul ederiz.(Karaboga & Basturk, 2007)

- 2- İlk yiyecek noktası bulunduktan sonra işçi arılar farklı noktaları bulma amacındadır. Bulunan yakın yiyecek noktalarının kalite kontrolü yapılır ve yiyecek noktasının nektar miktarı daha fazla ise artık bu kaynak birincil yiyecek noktası olur. Bu işlemde yeni yiyecek noktası bulmak için (17)'den yararlanılmıştır.

$$v_{ij} = x_{ij} + \phi_{ij}(x_{ij} - x_{kj}) \quad (17)$$

Bu denklemde  $\phi_{ij}$  aralık değeri  $[-1,1]$  'dir.(Karaboga & Basturk, 2007)

- 3- Kaynağa uygunluk değerinin etiketlenmesi gerekir. Bunun için (18) numaralı eşitlik kullanılır.

$$fitness_i = \begin{cases} \frac{1}{(1+|f_i|)}, & f_i \geq 0 \\ 1 + |f_i|, & f_i < 0 \end{cases} \quad (18)$$

$f_i$  amaç fonksiyonu değeridir. Yeni yiyecek noktası ile halihazırda olan yiyecek noktasında hangisinin daha iyi olduğunun seçilmesi gerekir. Mevcut yinelemedeki en iyiyi seçme karar yapısı uygulanır. (Akay ,2009)

- 4- Uygunluk değeri etiketlenen kaynak için seçici arılar tarafından bir olasılık değeri hesaplaması yapılır. Bu değer mevcut değerden daha iyi ise seçici arılar yeni yiyecek noktasını denklem (19) ile üretme emri verirler.(Karaboga & Basturk, 2007)

$$p_i = \frac{fitness_i}{\sum_{i=1}^{SN} fitness_i} \quad (19)$$

Algoritma sırasıyla şu şekilde ilerler. Rastgele başlangıç yiyecek noktaları oluşturulur. Her yiyecek noktası için amaç fonksiyonu hesaplanır. Yakın yiyecek noktaları üretilir. Yiyecek noktalarının olasılıkları belirlenir. Bu olasık değerleri karşılaştırılır ve yeni yiyecek noktasına geçilip geçilmeyeceği kararı verilir. Eğer yiyecek noktası tükenir ise yeni noktalar üretilir. En iyi çözüm değeri diğer iterasyonlarda kıyaslama işlemi için saklanır. Algoritma durdurma kriterine ulaşırsa işlem sonlandırılır.(Çavuş & Tuncer, 2017)

Bu algoritma birçok uygulama alanında kullanılmıştır. Bir uygulamada ders programının belirlenmesi aşamasında çizelgeleme yöntemini desteklemek amacıyla bu algoritmanın kullanıldığı gözlenmiştir.(Küçükşille & Tokmak, 2014) Diğer bir çalışmada, insansız hava araçları (İHA) için gidiş yolu planlamasında, Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma, İHA'ların belirlenen rotada güvenli ve verimli bir şekilde hareket etmelerini sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. ABC algoritması, uçuş sırasında engellerden kaçınma, optimum rotaları keşfetme ve enerji verimliliğini artırma yetenekleriyle İHA'ların hassas görevlerini başarılı bir şekilde yerine getirmesini sağlamıştır. Bu uygulamada, Yapay Arı Kolonisi algoritması sayesinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir.(Çavuş & Tuncer, 2017) Başka bir uygulamada görüntü iyileştirme yöntemlerine ek olarak yapay arı kolonisi algoritması eklenmiştir.(Öztürk & Öztürk, 2016)

### 3. SONUÇ

Sonuç olarak, metasezgisel optimizasyon algoritmalarının kullanım alanlarının son derece geniş olduğu açık bir şekilde gözlemlenmiştir. Bu algoritmaların, küresel optimum çözümü bulma yeteneği, yapılan bilimsel ve mühendislik çalışmalarında büyük bir önem taşımaktadır. Araştırmacılar, bu algoritmaların farklı türdeki uygulamalara entegre edilmesinin yanı sıra, algoritmaların performansını artırmak ve daha etkili hale getirmek amacıyla çeşitli geliştirme çalışmaları yapmışlar ve bu süreçte önemli başarılarla imza atmışlardır. Bununla birlikte, metasezgisel algoritmaların bazı zayıf yönleri, yani konverjans hızı, hassas parametre ayarları ve hedef fonksiyon karmaşıklığı gibi sorunlar, bu algoritmaların geliştirilmesinde daha fazla dikkat gerektirmektedir. Ayrıca, meta-sezgisel algoritmaların gelişim süreci devam ederken, gelecekte yapılacak olan çalışmalarla bu algoritmaların başarı oranlarının daha da yükseleceği ve daha karmaşık problemlere uygulanabilir hale geleceği düşünülmektedir. Bu nedenle, bu algoritmaların hem teorik hem de pratik açıdan önemi giderek artmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Akay, B., 2009. Nümerik Optimizasyon Problemlerinde Yapay Arı Kolonisi (Artificial Bee Colony) Algoritmasının Performans Analizi, Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi, 2009.
- Çavuş, V., & Tuncer, A. (2017). İnsansız Hava Araçları İçin Yapay Arı Kolonisi Algoritması Kullanarak. *Karaelmas Science and Engineering Journal*, 7(1), 259-265. <https://dergipark.org.tr/en/pub/karaelmasfen/issue/57120/805826>
- Eke, İ., Saka, M., & Tezcan, S. S. (2023). KAOTİK PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYONU KULLANARAK EKONOMİK YÜK DAĞITIMI PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ. *Journal of Engineering Sciences and Design*, 11(3), 957-965. <https://doi.org/10.21923/JESD.1293964>
- Eroğlu, H., Akay, V., Seyyarer, E., Çağrı Merkezi İletişim Şirketi, P., Yüzüncü Yıl Üniversitesi, V., Teknolojileri Bölümü, B., & Mühendisliği Bölümü, B. (2024). Kolektif Karar Optimizasyonu Algoritması ile I-Kesitli Kirişin Düşey Deplasman Minimasyonu. *Doğu Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 11-22. <https://doi.org/10.57244/DFBD.1494064>
- Garip, Z., Karayel, D., & Çimen, M. E. (2021). Parçacık Sürü Optimizasyon Tabanlı Mobil Robotlarda Global Yol Planlama. *Journal of Smart Systems Research*, 2(1), 18-26. <https://dergipark.org.tr/en/pub/joinssr/issue/64451/980306>
- Hou, Y., Gao, H., Wang, Z., & Du, C. (2022). Improved Grey Wolf Optimization Algorithm and Application. *Sensors* 2022, Vol. 22, Page 3810, 22(10), 3810. <https://doi.org/10.3390/S22103810>
- Karaboga, D., & Basturk, B. (2007). A powerful and efficient algorithm for numerical function optimization: Artificial bee colony (ABC) algorithm. *Journal of Global Optimization*, 39(3), 459-471. <https://doi.org/10.1007/S10898-007-9149-X/METRICS>
- Kennedy, J., & Eberhart, R. (t.y.). Particle swarm optimization. *Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks*, 4, 1942-1948. <https://doi.org/10.1109/ICNN.1995.488968>
- Kılıç, İ. (2022). LEVY UÇUŞLU MEYVE SİNEĞİ ALGORİTMASI İLE GÖRÜNTÜ SIKIŞTIRMA. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(16), 37-48. <https://doi.org/10.54365/ADYUMBD.980173>
- Küçükşille, E., & Tokmak, M. (2014). Yapay Arı Kolonisi Algoritması Kullanarak Otomatik Ders Çizelgeleme. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, 15(3), 203-210. <https://doi.org/10.19113/SDUFBED.79047>
- Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., & Lewis, A. (2014). Grey Wolf Optimizer. *Advances in Engineering Software*, 69, 46-61. <https://doi.org/10.1016/J.ADVENGSOFT.2013.12.007>
- Özsağlam, M. Y., & Çunkaş, M. (2008). Optimizasyon Problemlerinin Çözümü için Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması. *Politeknik Dergisi*, 11(4), 299-305. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/politeknik/issue/33033/367241>
- Öztürk, S., & Öztürk, N. (2016). YAPAY ARI KOLONİ ALGORİTMASI KULLANILARAK GÖRÜNTÜ İYİLEŞTİRME YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 4(4), 173-183. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gujsc/issue/45198/565979>
- Pan, W. T. (2012). A new Fruit Fly Optimization Algorithm: Taking the financial distress model as an example. *Knowledge-Based Systems*, 26, 69-74. <https://doi.org/10.1016/J.KNOSYS.2011.07.001>
- Sarıdağ, Ö., & Doğan, A. (2021). V2G Şarj İstasyonlarının Optimum Konum ve Kapasitelerinin Gri Kurt Optimizasyon Algoritması ile Belirlenmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 622-635. <https://doi.org/10.35193/BSEUFBD.916804>

- Şenel, F. A., Yüksel, A. S., Gökçe, F., & Yiğit, T. (2018). Gri kurt optimizasyon algoritması ile iki boyutlu dizilim yazılımının geliştirilmesi. *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 293-306. <https://doi.org/10.25092/BAUNFBED.433321>
- Toren, M., & Mollahasanoğlu, H. (2023). Gri Kurt optimizasyon algoritması ile güç ve dağıtım türü transformatörlerin ağırlık optimizasyonu. *Nigde Omer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences*, 12(1), 96-103. <https://doi.org/10.28948/NGUMUH.1127837>
- Xiao, C., Hao, K., & Ding, Y. (2015). An improved fruit fly optimization algorithm inspired from cell communication mechanism. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/492195>
- Xiong, C., & Lian, S. (2021). Structural Damage Identification Based on Improved Fruit Fly Optimization Algorithm. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 25(3), 985-1007. <https://doi.org/10.1007/S12205-021-1115-5/METRICS>
- Yaylacı, E. K., Özdeş, H. N., Erdem Yılmaz, A., Üniversitesi, K., Fakültesi, M., Mühendisliği, E.-E., & Karabük, T. (2023). Geliştirilmiş Kızıl Tilki Optimizasyon Algoritması ile Da-Da Alçaltıcı Tip Dönüştürücü PI Katsayılarının Optimizasyonu. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 13(1), 1-11. <https://doi.org/10.7212/KARAELEMASFEN.1136404>
- Yuan, X., Dai, X., Zhao, J., & He, Q. (2014). On a novel multi-swarm fruit fly optimization algorithm and its application. *Applied Mathematics and Computation*, 233, 260-271. <https://doi.org/10.1016/J.AMC.2014.02.005>
- Zaman, H. R. R., & Gharehchopogh, F. S. (2022). An improved particle swarm optimization with backtracking search optimization algorithm for solving continuous optimization problems. *Engineering with Computers*, 38(4), 2797-2831. <https://doi.org/10.1007/S00366-021-01431-6/TABLES/12>

## İĞDE (*ELAEAGNUS ANGUSTIFOLIA* L.) ODUNUNDA YAĞ UYGULAMALARININ RENK DEĞİŞİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Hüseyin PEKER<sup>1</sup>, Osman ÇAMLİBEL<sup>2</sup>, Ümit AYATA<sup>3</sup> ve Göksel ULAY<sup>4</sup>

Accepted: 2024-12-21  
DOI: 10.47118/somatbd.1599833

### ÖZET

Ahşap malzemeyi korumak için çeşitli kimyasallar bulunmaktadır ve bu kimyasallardan biri de yağlardır. Bu çalışmada, iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununda bazı yüzey özellikleri [beyazlık indeksi ( $WI^*$ ) ve renk parametreleri] üzerine antik ve tarçınlı doğal ahşap koruyucu yağlarının etkileri araştırılmıştır. Sonuçlara göre, toplam renk farklılıklar açısından, antik yağ ile  $\Delta L^*$ : -17.48,  $\Delta a^*$ : 1.81,  $\Delta b^*$ : -8.39,  $\Delta C^*$ : -6.31,  $\Delta H^*$ : 5.82 ve  $\Delta E^*$ : 19.48 ve tarçınlı yağ ile  $\Delta L^*$ : -9.99,  $\Delta a^*$ : 2.61,  $\Delta b^*$ : -2.05,  $\Delta C^*$ : -0.61,  $\Delta H^*$ : 3.26 ve  $\Delta E^*$ : 10.53 değerleri elde edilmiştir. Her iki yağ uygulamasıyla birlikte  $a^*$  değerlerinde artış gözlemlenirken,  $L^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^o$  değerleri ile her iki yöndeki  $WI^*$  değerlerinde azalmalar tespit edilmiştir.  $L^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^o$  değerleri ve her iki yöndeki  $WI^*$  değerlerinde, antik yağ uygulaması tarçınlı yağa göre daha fazla azalma eğilimi göstermiştir. Çalışmada kullanılan kimyasallar, ahşabın renk ve beyazlık indeksi özelliklerinde değişikliklere neden olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** İğde odunu, renk, ahşap koruyucu yağ, beyazlık indeksi

## THE EFFECTS OF OIL APPLICATIONS ON COLOUR CHANGE IN RUSSIAN OLIVE (*ELAEAGNUS ANGUSTIFOLIA* L.) WOOD

### ABSTRACT

Various chemicals are available to protect wood materials, and one of these is oils. In this study, the effects of antique and cinnamon natural wood preservative oils on certain surface properties [whiteness index ( $WI^*$ ) and colour parameters] of Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.) wood were investigated. According to the results, in terms of total colour differences, the values obtained with antique oil were  $\Delta L^*$ : -17.48,  $\Delta a^*$ : 1.81,  $\Delta b^*$ : -8.39,  $\Delta C^*$ : -6.31,  $\Delta H^*$ : 5.82, and  $\Delta E^*$ : 19.48, while with cinnamon oil, the values were  $\Delta L^*$ : -9.99,  $\Delta a^*$ : 2.61,  $\Delta b^*$ : -2.05,  $\Delta C^*$ : -0.61,  $\Delta H^*$ : 3.26, and  $\Delta E^*$ : 10.53. Both oil applications resulted in an increase in  $a^*$  values, while decreases were observed in  $L^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^o$  values, and  $WI^*$  values in both directions. The decreases in  $L^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^o$  values, and  $WI^*$  values in both directions were

<sup>1</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Artvin, ORCID: 0000-0002-7771-6993

<sup>2</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, İç Mekan Tasarımı Pr., Kırıkkale, Türkiye, ORCID: 0000-0002-8766-1316

<sup>3</sup> Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye, ORCID: 0000-0002-6787-7822

<sup>4</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye, ORCID: 0000-0003-4080-8816

more pronounced with the application of antique oil compared to cinnamon oil. The chemicals used in this study caused changes in the colour and whiteness index properties of the wood.

**Keywords:** Russian olive wood, colour, wood preservative oil, whiteness index

## 1. GİRİŞ

Ahşap, bitkisel kökenli bir malzemedir ve hücrelerin dokular halinde organize olduğu bir yapıyı oluşturur (Giordano, 1997; Cecchini, 2014). Bir yapı malzemesi olarak ahşabın diğer malzemelerle karşılaştırıldığında çevresel açıdan çekici kılan özellikleri vardır. İşleme için az enerji tüketen, sera etkisinin azaltılmasına yardımcı olan, iyi ısı ve elektrik yalıtım özelliklerine sahip bir malzemedir (Souza ve Demenighi, 2017).

Ahşap ve ahşap ürünleri, tavan kaplamaları, dolaplar, bina inşaat sektöründe kirişler, zemin döşemeleri ve iç paneller gibi farklı biçimlerde yer almaktadır. Ahşap ve ahşap ürünleri su, ısı, mikroorganizmalar, ultraviyole ışınları ve aşındırıcı kimyasallar gibi abiyotik veya biyotik etkenlere maruz kaldığında bozulma eğilimi göstermektedir ve bu durum nihayetinde bina sakinleri için güvenlik eksikliğine ve ekonomik kayıplara yol açabilmektedir. Ahşap ürünlerin kullanım ömrü, esas olarak ahşabın doğal dayanıklılığına, tasarımına ve koruma sistemine bağlıdır. Ahşap uygun şekilde işlendiğinde uzun süre dayanabilmektedir (Khademibami ve Bobadilha, 2022).

Mobilya ve ahşap nesnelere üzerinde yüzey oluşturmak için kullanılan malzemelerin kapsamı, çeşitli kategorilerden bileşenleri kapsayan geniş bir kapsamdır. Kaplamaları belirleyen en genel ayırım, şeffaf (vernikler), opak veya metalik olup olmadıklarıdır. Bunlar arasında mumlar, zamlar ve yağlar ile doğal ve sentetik reçineler bulunur ve bunların hepsi şeffaf kaplamalar olarak kullanılabilir (Williams, 2003).

Dekoratif amaçlar için kaplama dayanıklı olmalı ve parlaklığını ve rengini uzun süre korumalı, ya güneş radyasyonundan etkilenmemeli ya da düzgün ve düzgün bir şekilde bozulmalıdır. Koruyucu amaçlar için kaplama dayanıklı olmalı ve bakım aralıklarını uzatmak için fiziksel özelliklerini mümkün olduğunca uzun süre korumalıdır. Genellikle bariyer özellikleri olarak adlandırılan bu koruyucu özellikler, üstün dayanıklılık için uygun malzemenin seçiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu koruyucu veya bariyer özelliklerinin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ahşaba su veya nem girmesi, filmin çatlamasına ve bozulmasına ve dolayısıyla dayanıklılığın kaybolmasına neden olabilecek boyutsal değişikliklere neden olmaktadır (Ekstedt, 2002).

Hem iç hem de dış mekânlarda maruz kalan ahşap yapılar çeşitli faktörlere karşı korumaya ihtiyaç duyar. Koruma, yalnızca ürün tasarımı ve etkili son işlemin bir kombinasyonu ile sağlanabilir. Son işlemin sağladığı koruma, ahşap ürünlerinin hizmet ömrü boyunca önemli bir rol oynar, çevre koşulları ve günlük kullanımdan kaynaklanan hasarı azaltır veya önler. Yeterli ve uzun ömürlü son işlem performansı için temel gereksinimlerden biri, kaplama ürününün ahşap yüzeye iyi yapışmasıdır (Sharma ve Dutt, 2021).

Zımparalama, kaplama filmlerinin yüzeye yapışma mukavemetini ve ahşap ürünlerin nihai algılanan estetiğini belirlediği için ahşap işleme endüstrisinde çok önemli bir işlemdir. Zımparalanmış ahşap yüzey, planyalanmış ve biçilmiş yüzeylerden daha iyi boyama performansı



elde etmek için elverişli olan küçük tekdüze çizikler ile karakterize edilmektedir (Richter ve ark., 1995).

Keten tohumu ve tung gibi kurutma yağları bazen doğal cila olarak kendi başlarına kullanılır. Bu tür yağlar, küf önleyici ile formüle edilmediği sürece dış mekân kullanımı için önerilmez. Bu yağlar doğal ürünlerdir ve bu nedenle küf için besin sağlarlar (Williams, 1999).

Yağlı cilalar vb. ürünleri uygulamak için, cila yüzeye basitçe dökülür ve mümkün olduğunca emilmesi sağlanır. Oluşan kuru noktalara ek cila uygulanır. 15 ila 30 dakika sonra, kalan sıvı ahşap yüzeyden çıkarılır ve yüzey bu işlem sırasında kuru olarak parlatılır. Cilanın çoğu hücre boşluklarında kalır veya hücre duvarları tarafından emilir. Sadece fark edilemeyecek kadar az bir miktarı açıkta kalan ahşap yüzeyleri kaplar. Tekrarlanan katlar daha eksiksiz ve daha derin bir işlem sağlar ve yüzeyde çok hafif bir yapı oluşmasına neden olur (Hoadley, 2000).

Bu çalışmada, iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine antik ve tarçınlı doğal ahşap yağlarının etkileri incelenmiştir. Bu araştırma, literatürde doğal ahşap yağlarının farklı ahşap türleri üzerindeki estetik ve koruyucu etkilerine dair sınırlı bilgiyi genişletmeyi amaçlamaktadır. Özellikle iğde odunu gibi nadiren araştırılan bir türün yüzey işlemi ile ilgili bulgular, hem akademik alanda yeni veriler sunmakta hem de pratik uygulamalar için bir rehber niteliği taşımaktadır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununa ait numuneler 100 mm x 100 mm x 20 mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Ağaç malzemeler görsel değerlendirme ile budak, ardak, vb. odun kusuru bulunmayan malzemeler olarak seçilmiştir. Hazırlanmış olan örneklerde iklimlendirme işlemleri yapılmıştır (ISO 554, 1976). Tarçınlı ve antik koruyucu ahşap yağlar piyasada ahşabı korumak üzerine hazırlanmış özel ürünlerden oluşmaktadır. Bu ürünler satın alınma yolu ile temin edilmiştir.

### 2.2. Metot

Ahşap malzemeler üzerinde 80, 120 ve 150 kum zımparalar kullanılarak zımparalama işlemleri yapılmıştır. Zımparalanmış yüzeyler, tozlardan arındırıldıktan sonra bir üstüğü ile dairesel şekilde uygulama yapılarak yağ uygulamaları yapılmıştır.

Beyazlık indeksi ( $WI^*$ ) değerleri Whiteness Meter BDY-1 cihazı ile (ASTM E313-15e1, 2015) ve renk parametreleri ise CS-10 cihazı (ASTM D 2244-3, 2007) ile tespit edilmiştir. Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları hesaplanmıştır.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (2)$$

$$h^\circ = \arctan (b^*/a^*) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}}) - (a^*_{\text{referans}}) \quad (4)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}}) - (C^*_{\text{referans}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}}) - (b^*_{\text{referans}}) \quad (6)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}}) - (L^*_{\text{referans}}) \quad (7)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

$\Delta a^*$ ,  $\Delta C^*$ ,  $\Delta H^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta L^*$  için bazı önemli bilgiler aşağı verilmiştir (Lange, 1999):

$\Delta H^*$ : Gölge farkı veya ton bölümü,

$\Delta L^*$ : Pozitif örnek referansa göre daha açık ve negatif örnek referansa göre daha koyu,

$\Delta C^*$ : Doygunluk farkı veya kroma kısmı, pozitif numune referansa göre daha net, daha parlak, negatif örnek mat, referansa göre daha bulanık.

$\Delta a^*$ : Pozitif örnek referansa göre daha kırmızı ve negatif örnek referansa göre daha yeşil,

$\Delta b^*$ : Pozitif numune referansa göre daha sarı ve negatif numune referansa göre daha mavi,

$\Delta E^*$  için kriterler (DIN 5033, 1979) Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1.  $\Delta E^*$  için kriterler (DIN 5033, 1979)

$\Delta E^*$	Görsel fark
<0.20	Algılanamaz
0.20 ila 0.50	Çok zayıf
0.50 ila 1.50	Zayıf
1.50 ila 3.00	Belirgin
3.00 ila 6.00	Çok belirgin
6.00 ila 12.00	Güçlü
> 12.00	Çok güçlü

Bir istatistik programı ile yüzde (%) değişim oranları, standart sapmaları, ortalamalar, en yüksek ve en düşük sonuç değerleri, homojenlik grupları ve varyans analizleri hesaplanmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 2’de toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar verilmiştir. Tablo 2’de verilmiş olan toplam renk farkına ait sonuçlara bakıldığında, antik yağ ile  $\Delta L^*$ : -17.48,  $\Delta a^*$ : 1.81,  $\Delta b^*$ : -8.39,  $\Delta C^*$ : -6.31,  $\Delta H^*$ : 5.82 ve  $\Delta E^*$ : 19.48 ve tarçınli yağ ile  $\Delta L^*$ : -9.99,  $\Delta a^*$ : 2.61,  $\Delta b^*$ : -2.05,  $\Delta C^*$ : -0.61,  $\Delta H^*$ : 3.26 ve  $\Delta E^*$ : 10.53 olarak hesaplandıkları görülmektedir. Her iki yağlara ait uygulamalar ile  $\Delta L^*$  (referanstan daha koyu),  $\Delta b^*$  (numune referanstan daha mavi) ve  $\Delta C^*$  (mat, referanstan daha bulanık) değerleri negatif şekilde elde edilirken,  $\Delta a^*$  (referanstan daha kırmızı) değeri ise pozitif şekilde bulunmuştur. Renk değiştirme kriterlerine (DIN 5033, 1979) göre antik yağ uygulaması ile “çok güçlü (> 12.00)” ve tarçınli yağ uygulaması ile de “güçlü (6.00 ila 12.00)” kriteri elde edilmiştir (Tablo 2).

Ayata ve ark., (204) tarafından yapılan araştırmada öz odunda antik ahşap yağı uygulaması ile  $\Delta E^*$  değeri 39.57 ve tarçınli ahşap yağı uygulaması ile  $\Delta E^*$  değeri 11.40 olarak elde edilirken, diri odunda ise antik ahşap yağı uygulaması ile  $\Delta E^*$  değeri 47.19 ve tarçınli ahşap yağı uygulaması ile  $\Delta E^*$  değeri 10.98 olarak bulunmuştur.

Tablo 2. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Yağ Türü	$\Delta a^*$	$\Delta L^*$	$\Delta b^*$	$\Delta H^*$	$\Delta C^*$	$\Delta E^*$	DIN 5033, (1979)’e göre renk kriteri
Antik	1.81	-17.48	-8.39	5.82	-6.31	19.48	Çok güçlü (> 12.00)
Tarçınli	2.61	-9.99	-2.05	3.26	-0.61	10.53	Güçlü (6.00 ila 12.00)

$a^*$  parametresine ait sonuçlar Tablo 3’de sunulmuştur. Bu parametrede yapılan varyans analizlerine göre yağ türü anlamlı olarak elde edilmiştir. Ayrıca antik yağ uygulaması ile %18.95 ve tarçınlı yağ uygulaması ile de %27.33 oranlarında artışlar tespit edilmiştir. En yüksek sonuç tarçın yağı uygulanmış deney grubunda (12.16) elde edilirken, düşük sonuç ise kontrol örneğinde (9.55) bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 3.  $a^*$  parametresine ait sonuçlar

Varyans Analizi Sonuçları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*: anlamlı)		
Yağ Türü	2	35.727	17.864	89.203	0.000*		
Hata	27	5.407	0.200				
Toplam	30	3688.094					
Düzeltilmiş Toplam	29	41.134					
Yağ Türü (Ölçüm sonuçları)	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Kontrol	9.55	-	C**	9.35	9.82	0.15	1.52
Antik	11.36	↑18.95	B	10.62	12.04	0.52	4.61
Tarçınlı	12.16	↑27.33	A*	11.37	12.98	0.55	4.55
Grup başına ölçüm sayısı: 10 adet olmaktadır, *: En yüksek değer, **: En düşük değer							

$b^*$  değerine ait sonuçlar Tablo 4’de gösterilmektedir. Varyans analizlerine göre  $b^*$  değerinde yağ türü anlamlı olarak bulunmuştur. Antik yağ uygulaması ile %13.98 ve tarçınlı yağ uygulaması ile %9.12 oranlarında azalışlar görülmüştür. En düşük sonuç tarçın yağı uygulanmış örnekler üzerinde (13.98) bulunurken, yüksek sonuç ise kontrol örneklerinde (22.37) tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4.  $b^*$  parametresine ait sonuçlar

Varyans Analizi Sonuçları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*: anlamlı)		
Yağ Türü	2	383.056	191.528	384.935	0.000*		
Hata	27	13.434	0.498				
Toplam	30	11104.853					
Düzeltilmiş Toplam	29	396.490					
Ölçüm sonuçları							
Yağ Türü (Ölçüm sonuçları)	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Kontrol	22.37	-	A*	20.78	23.12	0.76	3.41
Antik	13.98	↓37.51	C**	13.38	14.59	0.45	3.19
Tarçınlı	20.33	↓9.12	B	18.81	21.81	0.84	4.15
Grup başına ölçüm sayısı: 10 adet olmaktadır, *: En yüksek değer, **: En düşük değer							

$C^*$  değerine ait sonuçlar Tablo 5’de verilmiştir. Varyans analizlerine göre  $C^*$  değerinde yağ türü anlamlı olarak elde edilmiştir. Antik yağ uygulaması ile %25.94 ve tarçınlı yağ uygulaması ile %2.51 oranlarında azalışlar elde edilmiştir. En düşük sonuç antik yağı

uygulanmış örneklerde (18.02) belirlenirken, yüksek sonuç ise kontrol örneklerinde (24.33) elde edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5.  $C^*$  parametresine ait sonuçlar

Varyans Analizi Sonuçları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*: anlamlı)		
Yağ Türü	2	242.285	121.143	206.629	0.000		
Hata	27	15.830	0.586				
Toplam	30	14806.288					
Düzeltilmiş Toplam	29	258.115					
Yağ Türü (Ölçüm sonuçları)	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Kontrol	24.33	-	A*	22.89	25.08	0.73	2.99
Antik	18.02	↓25.94	B**	17.09	18.92	0.62	3.44
Tarçınlı	23.72	↓2.51	A	22.46	25.30	0.92	3.87
Grup başına ölçüm sayısı: 10 adet olmaktadır, *: En yüksek değer, **: En düşük değer							

$h^o$  değerine ait sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.  $h^o$  değerinde hesaplanmış olan varyans analizlerine göre yağ türü anlamlı olarak bulunmuştur. Antik yağ uygulaması ile %23.84 ve tarçınlı yağ uygulaması ile %11.67 oranlarında azalışlar tespit edilmiştir. En yüksek sonuç kontrol örneklerinde (66.86) görülürken, en düşük sonuç antik yağı uygulanmış örneklerde (50.92) bulunmuştur (Tablo 6).

Tablo 6.  $h^o$  parametresine ait sonuçlar

Varyans Analizi Sonuçları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*: anlamlı)		
Yağ Türü	2	1270.622	635.311	971.264	0.000*		
Hata	27	17.661	0.654				
Toplam	30	105517.779					
Düzeltilmiş Toplam	29	1288.283					
Yağ Türü (Ölçüm sonuçları)	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Kontrol	66.86	-	A*	65.18	67.41	0.66	0.99
Antik	50.92	↓23.84	C**	49.74	53.00	0.92	1.82
Tarçınlı	59.06	↓11.67	B	57.73	60.07	0.82	1.38
Grup başına ölçüm sayısı: 10 adet olmaktadır, *: En yüksek değer, **: En düşük değer							

$L^*$  parametresine ait belirlenmiş olan SPSS sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Bu parametrede yapılan varyans analizlerine göre yağ türü anlamlı olarak tespit edilmiştir. Antik yağ uygulaması ile %34.93 ve tarçınlı yağ uygulaması ile %19.96 oranlarında azalışlar belirlenmiştir. En düşük sonuç antik yağ uygulanmış örneklerde (32.47) tespit edilirken, yüksek sonuç ise kontrol örneğinde (50.05) görülmüştür (Tablo 7).

Tablo 7.  $L^*$  parametresine ait sonuçlar

Varyans Analizi Sonuçları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$ (*: anlamlı)		
Yağ Türü	2	1538.385	769.193	841.940	0.000*		
Hata	27	24.667	0.914				
Toplam	30	51725.269					
Düzeltilmiş Toplam	29	1563.052					
Yağ Türü (Ölçüm sonuçları)	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Kontrol	50.05	-	A*	47.93	51.35	1.37	2.73
Antik	32.57	↓34.93	C**	31.30	33.24	0.68	2.10
Tarçınlı	40.06	↓19.96	B	38.75	40.69	0.63	1.58
Grup başına ölçüm sayısı: 10 adet olmaktadır, *: En yüksek değer, **: En düşük değer							

Beyazlık indeksi ( $WT^*$ ) ( $\perp$  ve  $\parallel$  yönlerde) değerlerine ait sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir. Her iki yönlerde yapılan  $WT^*$  değerlerinde varyans analizlerine göre yağ türü anlamlı olarak belirlenmiştir. Her iki yönlerdeki  $WT^*$  değerlerinde uygulanan yağlar ile azalışlar bulunmuştur [ $WT \perp$  için antik yağ: %56.21 ve tarçınlı yağ: %41.82 ve  $WT \parallel$  için antik yağ: %80.04 ve tarçınlı yağ: %67.10].  $WT^*$   $\perp$  yönde yapılan ölçümler incelendiğinde en yüksek sonuç kontrol deney grubuna ait örneklerde (11.19) bulunurken, en düşük sonuç ise antik yağı uygulanmış deney örneklerinde (4.90) belirlenmiştir.  $WT^*$   $\parallel$  yönde yapılan ölçümler incelendiğinde ise en yüksek sonuç kontrol deney örneklerinde (5.41) elde edilirken, en düşük sonuç ise antik yağı uygulanmış örnekler üzerinde (1.08) tespit edilmiştir (Tablo 8).

Tablo 8. Beyazlık indeksi ( $WT^*$ ) ( $\perp$  ve  $\parallel$  yönlerde) değerlerine ait sonuçlar

Test	Varyans Kaynağı (*: anlamlı)	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$		
$\perp$	Yağ Türü	2	213.529	106.764	1045.191	0.000*		
	Hata	27	2.758	0.102				
	Toplam	30	1918.820					
	Düzeltilmiş Toplam	29	216.287					
$\parallel$	Yağ Türü	2	108.053	54.026	1041.193	0.000*		
	Hata	27	1.401	0.052				
	Toplam	30	337.430					
	Düzeltilmiş Toplam	29	109.454					
Test	Yağ Türü (Ölçüm sonuçları)	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
$\perp$	Kontrol	11.19	-	A*	11.00	11.50	0.20	1.81
	Antik	4.90	↓56.21	C**	4.60	5.20	0.27	5.44
	Tarçınlı	6.51	↓41.82	B	6.00	6.90	0.44	6.77
$\parallel$	Kontrol	5.41	-	A*	5.00	5.70	0.31	5.81
	Antik	1.08	↓80.04	C**	1.00	1.20	0.10	9.56
	Tarçınlı	1.78	↓67.10	B	1.50	2.00	0.21	12.08
Grup başına ölçüm sayısı: 10 adet olmaktadır, *: En yüksek değer, **: En düşük değer								

Ayata ve ark., (204) tarafından yapılan çalışmada, antik ve tarçınlı doğal ahşap yağlarının lale ağacının öz ve diri odunlarında uygulanması sonrasında  $WI^*$  (her iki yöndeki),  $L^*$  ve  $h^o$  değerlerinde azalışlar bulunurken,  $a^*$  değerinde ise artışların bulunduğu bildirilmiştir.

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yağ uygulamaları genellikle ahşabın dayanıklılığını artırmak ve yüzeyini korumak için yapılır. Renk değişimi, bu koruyucu işlemlerin bir yan etkisi olabilir. Bu tür yağların renk üzerindeki etkilerini incelemek, piyasada alternatif yüzey işlemleri sunmak açısından önemlidir. İğde odunu gibi özel türlerde, yağların renk değişimi yaratıp yaratmadığını ve bu değişimin ahşabın doğal görünümünü nasıl etkilediğini belirlemek, dekoratif ve tasarım amaçlı kullanımlar için değerlidir. Her iki yağların ahşap malzeme yüzeylerine uygulanması sonrasında testler üzerinde belirlenmiş olan verilere göre, uygulama sonrasında test edilen yüzeylerde farklı yağ türlerinin renk ve optik özellikleri üzerinde belirgin etkiler yarattığı gözlemlenmiştir. Tarçınlı ve antik yağ uygulamaları,  $L^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^o$ , ve  $WI^*$  değerlerinde düşüşe, buna karşın  $a^*$  değerinde artışa neden olmuştur. Bu sonuçlar, yağ uygulamalarının ahşap yüzeylerin estetik görünümünü ve renk özelliklerini belirgin bir şekilde değiştirdiğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen malzemeler üzerinde farklı yaşlandırma testlerinin yapılması ve yapılacak olan yaşlandırma işlemleri sonrasında renk özelliklerindeki değişimlerin araştırılması, buna ek olarak, yağların ahşap dokusuyla nasıl etkileşime geçtiğini anlamak için ise mikroskopik görüntüleme veya kimyasal analiz yöntemlerinin (örneğin FTIR veya SEM) kullanılması ve incelenmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayata, Ü., Efe, F.T., ve Bal., B.C., (2024). Antik ve tarçınli doğal ahşap yağlarının lale ağacına (*Liriodendron tulipifera*) ait öz ve diri odunlarında uygulanması, Tarım, Orman ve Su Bilimlerinde Aktüel Yaklaşımlar, Duvar Yayınları, Editör: Prof. Dr. Ali Beyhan UÇAK, Eylül 2024, İzmir, 77-90. ISBN: 978-625-6069-69-5.
- Cecchini, D., (2014). Cambiamento di colore del legno durante l'invecchiamento naturale: confronto fra alcune specie e trattamenti usati per serramenti in Italia, Università Degli Studi Di Padova, Territorio e Sistemi Agro-forestali, Scuola di Agraria e Medicina Veterinaria, Scienze Forestali E Ambientali, Tesi, Lauree magistrali.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Ekstedt, J., (2002). Studies on the barrier properties of exterior wood coatings (Doctoral dissertation, Byggetenskap), KTH- Royal Institute of Technology, Department of Civil and Architectural Engineering, Division of Building Materials, Stockholm.
- Giordano, G., (1997). Antologia del legno, volume I. Consorzio Legnolegno, Fnala, CNA.
- Hoadley, R.B., (2000). Understanding wood (p. 211). Newtown: Taunton press.
- ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Khademibami, L., and Bobadilha, G.S., (2022). Recent developments studies on wood protection research in academia: A review. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5: 793177. DOI: 10.3389/ffgc.2022.793177.
- Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Richter, K., Feist, C., and Knaebe, M.T., (1995). The effect of surface roughness on the performance of finishes, Part 1. Roughness characterization and stain performance, *Forest Products Journal*, 45(7/8): 91-97.
- Sharma, S., and Dutt, B., (2021). Timber Finishes, *Agriculture & Environment*, 2(1): 71-77.
- Souza, R.V., and Demenighi, A.L., (2017). Tratamentos preservantes naturais de madeiras de floresta plantada para a construção çivil, *Mix Sustentável*, 3(1): 84-92.
- Williams, D., (2003). Preserving and Restoring Furniture Coatings. Smithsonian Institute [http://www.si.edu/mci/english/learn\\_more/taking\\_care/coatings.html](http://www.si.edu/mci/english/learn_more/taking_care/coatings.html).
- Williams, R.S., (1999). Finishing of wood. Wood handbook: wood as an engineering material. Madison, WI: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999. General technical report FPL; GTR-113: Pages 15.1-15.37, 113.

## A REVIEW ON THE ANTIDIABETIC POTENTIAL OF SAFFRON IN THE TREATMENT OF TYPE 2 DIABETES MELLITUS AND ITS RESEARCH METHODOLOGIES

MSc. Student Nil Sazlı<sup>1</sup>, Assist. Prof. Dr. Deniz Karataş<sup>1,\*</sup>

Accepted: 2024-12-13  
DOI: 10.47118/somatbd.1588884

### ÖZET

Bu çalışma Tip 2 Diyabet tedavisine yönelik Safran bitkisinin antidiyabetik potansiyeli ve araştırma metodolojileri üzerine bir derlemedir. Bu proje çalışmasının deneysel tasarımında, safran bitkisinden krosin elde edilmesi amaçlanmıştır. Krosin, yüksek antioksidan ve antidiyabetik özellikleri sayesinde potansiyel bir doğal ilaç etkeni olarak görülmektedir. Ancak, bu doğal etkeni elde etmede krosinin en yüksek verimini elde etmek için, doğru ekstraksiyon tekniklerini, fenolik içeriği, antioksidan ve antidiyabetik analizleri seçerek optimizasyonu sağlamak çok önemlidir. Bu projede, safran olarak da bilinen *Crocus sativus* bitkisinden krosin elde etmek için uygun koşullar altında ekstraksiyon tekniklerinin uygulanması amaçlanmıştır. Ayrıca, krosinin yüksek saflığını elde etmek için HPLC, toplam fenolik içeriğini belirlemek için TPC analizi, antioksidan kapasitesini belirlemek için ORAC ve DPPH analizleri ve antidiyabetik potansiyeli belirlemek için  $\alpha$ -Amilaz İnhibisyon Testi ve  $\alpha$ -Glukosidaz İnhibisyon Testi tekniklerini uygulamak üzere bir deneysel tasarım oluşturulmuştur. İstenilen sonuçlar elde edildiğinde, krosinin doğal bir pazar ilacı haline getirilmesi için deneysel çalışmalar başlatılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Safran, Antidiyabetik, Doğal İlaç, Krosin, İlaç.

### ABSTRACT

This study is a review of the antidiabetic potential of the Saffron plant in the treatment of Type 2 Diabetes and research methodologies. The experimental design of this project study aimed to obtain crocin from the saffron plant. Crocin is considered a potential natural drug agent thanks to its high antioxidant and antidiabetic properties. However, in order to obtain the highest yield of crocin in obtaining this natural agent, it is very important to ensure optimization by selecting the right extraction techniques, phenolic content, antioxidant and antidiabetic analyses. In this project, it was aimed to apply extraction techniques under appropriate conditions to obtain crocin from the *Crocus sativus* plant, also known as saffron. In addition, an experimental design was created to apply HPLC to obtain high purity of crocin, TPC analysis to determine total phenolic content, ORAC and DPPH analyses to determine antioxidant capacity, and  $\alpha$ -Amylase

---

\* E-mail: deniz.karatas@cbu.edu.tr

<sup>1</sup>Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Bioengineering, 45140, Yunusemre, Manisa, Türkiye.

ORCID IDs:

Nil Sazlı: <https://orcid.org/0009-0006-6740-1169>

Deniz Karataş: <https://orcid.org/0000-0002-8176-4883>



Inhibition Test and  $\alpha$ -Glucosidase Inhibition Test techniques to determine antidiabetic potential. Once the desired results are achieved, experimental studies will be initiated to develop crocin into a natural market drug.

**Keywords:** Saffron, Antidiabetic, Natural Agent, Crocin, Medicine.

## 1. INTRODUCTION

*Crocus sativus*, popularly known as saffron, is a plant species belonging to the *Iridaceae* family [1]. This plant species is used for many different purposes in countries such as India and Iran, including as a spice to add extra flavor to dishes and as a medicinal plant for the treatment of diseases. Saffron is one of the plants that is best adapted to arid environments in its class [2]. While this plant can be planted at altitudes up to 2000 m above sea level, it can also grow on hillsides and in barren, arid places. However, carefully collecting and drying the stigma of this plant by hand is very important to obtain saffron efficiently [1]. The fact that it is so difficult to obtain saffron is one of the main reasons why saffron is expensive. Saffron, also known as *Crocus sativus*, has a yellow and orange color [3]. This is due to the carotenoids crocin and crocetin, which are components of saffron [1, 4]. In addition to crocin and crocetin, the stigma of saffron contains components such as vitamins B1 and B2, minerals, zeaxanthin, anthocyanin, lycopene, alpha- and beta-carotene. The presence of secondary metabolites such as rutin, luteolin, hesperidin, quercetin, anthocyanin, and tannins in the leaves of saffron shows that saffron is one of the most important plants with various bioactive components used for therapeutic purposes [5]. Among these bioactive compounds, the four most important active components of the *Crocus sativus* plant, or saffron as it is commonly known, are crocin, crocetin, picrocrocin and safranal. According to the literature, the most important reason for the intense color of saffron is the crocin and crocetin components [4]. The compound crocin is a diester, a form of the diglycoside of crocetin, and its chemical formula is  $C_{44}H_{64}O_{24}$  [6]. This compound is water-soluble. Due to its strong antioxidant properties, crocin protects cells from chronic stress [7]. It reduces the cellular damage caused by harmful complications such as retinopathy and nephropathy, which are associated with chronic diseases like Type 2 Diabetes mellitus (T2DM) [8]. In addition, it helps regulate blood glucose levels by increasing insulin sensitivity in cells [9]. In addition to all these bioactive properties, crocin also has anti-inflammatory and anticancer properties [7]. Picrocrocin is the main component that gives saffron its bitter taste and aroma. This ingredient has antimicrobial and antioxidant properties [4]. Especially when consumed, saffron provides the most important contribution to the therapeutic role in stomach and intestinal health. Another main ingredient is safranal [10]. Safranal is a volatile carboxaldehyde compound formed by the deglycosylation of picrocrocin [4]. This component, unlike other bioactive components, creates therapeutic effects on the central nervous system [5]. It is beneficial for psychological disorders such as depression by exhibiting antidepressant and sedative effects on the nervous system [11]. In addition, it slows down the progression of the disease by protecting brain cells in neurodegenerative diseases such as Parkinson's and Alzheimer's [5, 11].

As can be seen, crocin, one of the most important active ingredients of saffron, has very significant and therapeutic effects. This study aims to examine the relationship between crocin and T2DM. T2DM is a chronic disease characterized by high blood sugar as a result of the beta cells in the pancreas not producing enough insulin hormone or the cells not being able to use insulin properly. Within the scope of this study, it is aimed to reveal the antioxidant and anti-inflammatory properties, as well as the antidiabetic potential, of crocin bioactive substances—popularly known as saffron and extracted from the *Crocus sativus* plant—on the treatment of

T2DM. Depending on this aim, once the desired antidiabetic potential is obtained from the bioactive substance crocin, turning it into a natural drug product as an alternative to chemical drugs on the market will be the next goal of this study.

## 2. MATERIALS AND METHODS

Within the scope of this study, saffron stigmas obtained from companies, organic extraction solutions such as 80% ethanol distilled water, UV-Vis spectrophotometer device, HPLC (High Performance Liquid Chromatography) device, pure crocin standard, and additional glass materials such as Erlenmeyer flasks and beakers used in the laboratory, weighing device, TPC (Total Phenolic Content), DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), ORAC (oxygen radical absorbent capacity) assay,  $\alpha$ -Amylase Inhibition Assay, and  $\alpha$ -Glucosidase Inhibition Assay are used [12, 13].

### *Harvesting and Preparation of Saffron*

Under normal circumstances, the stigma parts of the saffron plant, known as *Crocus sativus*, are collected by hand. Since the stigma is the most important region where the desired bioactive compounds are found, it is necessary to be very careful. Collected stigmas should be dried in a way that they do not receive direct sunlight. Then, the dried stigmas are ground with the help of a mortar or a grinder. Increasing the size and surface area of the particles enhances the extraction efficiency. Since harvesting and preparation could not be carried out within the scope of this study, saffron stigmas were provided [14, 15].

### *Preparation of Extraction Solution*

The ground saffron stigmas are weighed on a precision scale to the amount of 2 grams. Then, 100 mL of 80% ethanol-distilled water solution is prepared. The saffron stigma in powder form is kept in this solution in a dark environment for 3 hours, and a 2% saffron solution is prepared [13, 16].

### *Filtration and Lyophilization Process*

The saffron solution is filtered using a beaker, funnel, and filter paper. Following this process, the sample is freeze-dried in the lyophilization device. The extracted sample is stored at a temperature of -20°C and in a place away from light [14, 16].

### *Preparation of Solution for Analysis*

The extract residues obtained as a result of all stages are weighed with a weighing device. They are then dissolved in normal saline and brought to a final concentration of 8.6%. The reason for using normal saline is that this medium has a salt concentration similar to body fluids due to the components it contains. In addition, it ensures the stability of crocin by helping it to dissolve better [13, 16].

### *Sample Preparation*

The saffron solution is filtered again. Here, filter paper is selected according to the desired pore size.

### *Purification of Crocin*

Within the scope of this study, HPLC analysis, one of the most well-known and best-yielding methods for the purification of crocin, is performed. A reverse phase-C18 column was

chosen for the HPLC analysis. The mobile phase flow is 1 mL/min. An 80:20 acetonitrile-water mixture, which is used to separate many bioactive substances, is used as the mobile phase. The previously prepared saffron extract solution sample is injected into the device in a volume of 10 µL with the help of a syringe. In the HPLC analysis, the wavelength was set to 440 nm. Then the analysis is started. In order to increase the purity of crocin, it is subjected to HPLC analysis again. The pure crocin fractions obtained are then analyzed with a UV-Vis spectrophotometer to obtain data. The pure crocin obtained is stored at -20°C by applying the lyophilization stage for later use [14].

#### *Total Phenolic Content (TPC) Analysis*

The Folin–Ciocalteu method was used in TPC analysis. A hydroalkaline solution at a v/v ratio of 50:50 was added to 125 mg of dry saffron stigma extract. The Folin–Ciocalteu reagent, diluted 10 times with deionized water, was mixed with 10% w/v sodium bicarbonate. This solution was incubated for 15 minutes at a temperature of 45°C. To measure the samples, the absorbance of the UV–vis spectrophotometer device was set to 765 nm. To calculate the measurements, the standard calibration curve was prepared with gallic acid at concentrations of 0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, and 0.25 mg·mL<sup>-1</sup>. Then, the total phenolic content was calculated as in Equation (1) in mg Gallic Acid Equivalent (GAE)/g extract unit. In Equation (2), C represents the gallic acid concentration in the calibration curve (mg/mL), V represents the volume of the extract (mL), and m represents the mass of the dry stigma extract (g) [14].

$$\text{TPC (mg GAE/g extract)} = \frac{C \times V}{m} \quad (1)$$

#### *ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) Assay*

The oxygen radical absorbent capacity (ORAC) method was used to determine the antioxidant activity of crocin obtained from saffron. The principle of this method is based on measuring the fluorescence loss due to peroxy radical formation resulting from the degradation of AAPH (2,2'-azobis-2-methyl-propanimidamide dihydrochloride). The Trolox analogue was chosen as a positive control that inhibits fluorescence degradation relative to degradation. AAPH was preferred as the peroxy radical generator. Phosphate buffer (pH 7.0) and 12.5 µM Trolox were used as blank and standard. Each diluted sample was plated with 50 µL of buffer and Trolox. A 12 nM fluorescent solution was added to all wells of the microplates. The microplate containing the sample, buffer, Trolox, and fluorescent solution was incubated at 37°C for 30 minutes. Then, a 100 mM AAPH solution was added to all wells, and fluorescence measurements were made at 540 nm excitation and 575 nm emission wavelengths, repeated three times. The calculation of ORAC values was made in µmol Trolox/µg sample as in Equation (2). Here, K represents the sample dilution factor and S represents the area under the fluorescence decay curve of Trolox or blank [14].

$$\text{ORAC value} \left( \mu \frac{\text{mol}}{\mu\text{g}} \right) = \frac{K(S_{\text{sample}} - S_{\text{blank}})}{(S_{\text{Trolox}} - S_{\text{blank}})} \quad (2)$$

#### *DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) assay*

At this stage, a 0.06 mmol/L DPPH solution was first prepared using methanol, and this solution was incubated for 1 hour at 4°C in a light-free environment. This prepared solution was added to the previously prepared extracts at a rate of 3.5 mL and added to the samples created with new concentrations of 0.062, 0.125, 0.187, and 0.250. The solutions were mixed with a vortex to become homogeneous. Then, it was subjected to inhibition for 30 minutes in a dark

environment. Measurement was made at 517 nm using UV-Vis. The percentage of antioxidant activity (AA%) was calculated using Equation (3). The abbreviation  $Abs_c$  represents the absorbance of the control solution containing DPPH and  $Abs_s$  represents the absorbance of the sample solution containing DPPH. [3].

$$AA\% = \frac{Abs_c - Abs_s}{Abs_c} \times 100 \quad (3)$$

#### *$\alpha$ -Amylase Inhibition Assay*

In this testing phase, the samples were reacted with starch solution and  $\alpha$ -amylase enzyme. At this stage, 250  $\mu$ l of  $\alpha$ -amylase containing 240 U/ml, 0.02 M phosphate buffer solution (PBS), pH 6.9, 0.006 M NaCl, and 250  $\mu$ l of extract were mixed. This solution was incubated at 37°C for 10 minutes. Then, 250  $\mu$ l of 1% (w/v) soluble starch was added. Incubation was carried out again for 30 minutes at 37°C. After incubation, 50  $\mu$ l (DNS) color reagent was added. It was heated in a boiling water bath for 10 minutes for the reaction to occur. The mixture was then cooled to room temperature and diluted with PBS. As a result of all these steps, absorbance measurement was made at 540 nm [17].

#### *$\alpha$ -Glucosidase Inhibition Assay*

Firstly,  $\alpha$ -glucosidase enzyme and substrate p-Nitrophenyl- $\alpha$ -D-glucopyranoside were dissolved in PBS medium. Previously prepared samples and  $\alpha$ -glucosidase enzyme were pre-incubated for 10 minutes at 37°C. After the incubation period, the substrate was added to the reaction mixture and another incubation step took place. Then, the reaction was stopped by adding 1 ml  $Na_2CO_3$ . This phase consisted of three repetitions. Absorbance measurement was performed at 405 nm and the inhibition percentage (%) was calculated using Equation (4). In this equation, the symbol AC represents control,  $AC_b$  control blank, AS sample, and  $AS_b$  sample blank [17].

$$Inhibition (\%) = \frac{(AC - AC_b) - (AS - AS_b)}{AC - AC_b} \times 100 \quad (4)$$

#### *Statistical Analysis*

To determine whether these experimental results were statistically significant, the P value was checked using programs such as Design Expert and Microsoft Excel. As a result, it has been proven that the study is significant, and following all this methodology, the project work can be continued to convert crocin obtained from saffron into the final drug product [17].

#### *Further Studies for Conversion to the Final Product*

At the end of this methodology, when the antidiabetic potential of crocin obtained from saffron yields the desired result, it is necessary to optimize the extraction process in pilot production to convert it into the final product [18]. After optimization is achieved, further optimization must be made in the parameters required to scale up. Then, the preclinical study phase should be started. At this stage, studies such as toxicity and dosage should be carried out on animal models such as rats [19]. In addition, pharmacokinetic and pharmacodynamic studies of crocin, as well as ADME and bioavailability analyses, consisting of Absorption, Distribution, Metabolism, and Excretion, should be performed [20]. After all these stages are completed, the appropriate drug formulation needs to be developed. Clinical studies must be conducted before this drug can be marketed. These studies include Phase 1, Phase 2, and Phase 3 trials. Post-marketing Phase 4 studies are ongoing [19]. After everything is completed, final drug production

is completed with stages such as licensing and marketing for the drug to be used completely in society.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Since only one experimental design was created within the scope of this study, only the methodology section was determined. However, when the literature studies are examined, there are many results from methods such as extraction steps for saffron and crocin, HPLC analysis, determination of antioxidant capacity with DPPH, and determination of antidiabetic potential according to the methods used. In this project methodology draft, an attempt has been made to create a methodology that is expected to yield optimum results.

In this project strategy, the extraction phase was first carried out to obtain crocin from saffron. Extraction efficiency is affected by factors such as the harvest time of the plant, harvest method, particle size, extraction method and duration, polarity and purity of the solvent used, solid-to-liquid ratios, pressure, and temperature [14, 21]. It is especially important to collect a plant with a sensitive stigma, such as saffron, without damaging the components in certain parts. Another factor that increases extraction efficiency is particle size and surface area [12]. Grinding the dry stigma of saffron to reduce its particle size increases the extraction efficiency [12, 13]. Providing incubation in a dark environment during the extraction process ensures that the crocin is extracted without degradation, while a light-free environment prevents the degradation of light-sensitive components [15].

While the filtration process removes undesirable compounds from the solution, lyophilization ensures stable storage of the crocin and drying of the compound without chemical degradation [21]. Storage temperature also ensures the preservation of the activity of the bioactive components and properties of crocin.

HPLC analysis is performed to purify crocin. HPLC is an analysis technique used to separate and analyze bioactive substances. Through this analysis, the purity of crocin is increased by quantitatively analyzing its quantity [17]. Parameters such as the C18 column, mobile phase, and wavelength selection chosen in HPLC are used to analyze the crocin sample for optimum purity and concentration [12]. This stage is a crucial step. The analysis results obtained here will be used to examine the antioxidant and antidiabetic potential of the natural agent crocin [22].

TPC is a method used to analyze the amount of phenolic compounds. Here, the antioxidant potential is determined by quantifying the phenolic compounds in the saffron extract [12, 21]. This stage enables comparative analysis by comparing the phenolic content results of other herbal extracts [21]. On the other hand, the ORAC assay quantitatively measures the antioxidant capacity of this compound by measuring the capacity of crocin to neutralize free radicals. With this analysis, a comparative analysis is made, and the antioxidant capacity results of other plant extracts are analyzed ([14]. DPPH is another antioxidant capacity measurement technique. Here, the antioxidant properties of crocin are determined by measuring its free radical scavenging potential. When the antioxidant capacity of crocin is proven through this analysis, it can be said that crocin is effective in preventing cellular damage caused by free radicals [3].

$\alpha$ -Amylase Inhibition Assay and  $\alpha$ -Glucosidase Inhibition Assay are analysis techniques used to determine the antidiabetic potential.  $\alpha$ -Amylase Inhibition Assay measures the inhibitory

effect of crocin on this enzyme. This enzyme inhibition helps maintain blood sugar at low levels by slowing the conversion of carbohydrates to glucose. Therefore, it is one of the main assays used to determine antidiabetic potential [17]. Another method is  $\alpha$ -Glucosidase Inhibition Assay [8, 17]. Here, it measures the inhibition of crocin on the  $\alpha$ -Glucosidase enzyme. The reason for choosing this methodology is that it is generally used in the literature and therefore has scientific validity [8]. The results of this project design can be compared with the literature studies conducted using these methods.

As a result, when studies in the literature are examined, TPC values of 25 to 30 (mg GAE/g of distilled water) are obtained for crocin obtained from saffron [21]. In HPLC analysis, the total amount of crocin component is 50 to 67 mg/g [22]. ORAC values are around 51 [14]. DPPH values are expected to be between 55 and 60 percent. IC50 ( $\mu\text{g/mL}$ ) rates vary between 0.29 and 3.14 in different methodologies. In the literature, antidiabetic potential results are obtained in different inhibition tests according to different methodologies [17]. IC50 rates of  $\alpha$ -Amylase Inhibition results range from 334.40 to 720.05  $\mu\text{g/ml}$ .  $\alpha$ -Glucosidase inhibition IC50 rates vary between 75.25 and 115.41  $\mu\text{g/ml}$  [17]. The most important parameter to consider here is that the lowest IC50 rate shows both antioxidant and antidiabetic potential [8]. According to these data taken from the literature, the literature-based value ranges of the methodologies and expected results specified in Table 1 have been tabulated for better understanding. The expected results within the scope of this study are expected to be within this data and result range in the literature.

Table 1. Expected Ranges of Analysis Results Based on Literature for Evaluating the Antioxidant and Antidiabetic Potential of Crocin Natural Agent

Analysis Type	Expected Range Based on Literature	References
TPC	25 - 30 mg GAE/g	[21]
HPLC	50 - 67 mg/g	[22]
ORAC Value	51 $\mu\text{mol Trolox}/\mu\text{g}$	[14]
DPPH Antioxidant Activity	55% - 60%	[14]
$\alpha$ -Amylase Inhibition	334.40 - 720.05 $\mu\text{g/mL}$	[17]
$\alpha$ -Glucosidase Inhibition	75.25 - 115.41 $\mu\text{g/mL}$	[17]

#### 4. CONCLUSION AND COMMENTS

The most basic bioactive component of the *Crocus sativus* plant, popularly known as saffron, is crocin. Crocin is the most important active ingredient that gives the saffron plant its basic color and scent. In addition, this bioactive substance has many properties such as antioxidant and antidiabetic effects. These properties make crocin obtained from saffron very popular for use in many industries such as food and health. Chemical drugs harm the human body when used for a long time in the treatment of many chronic diseases, so alternative drugs of natural origin are needed. For these reasons, crocin is an important drug candidate. However, as with every plant extract, it is very important that crocin is obtained in the most efficient way

with the most accurate techniques and that its bioactive properties are revealed by correct analysis. This project design aims to prove that crocin is a natural component with drug potential by determining the crocin extraction method that will provide high efficiency from saffron, separation techniques, and the determination of its antioxidant and antidiabetic potential with accurate methods. When the desired results are achieved, another goal is to continue the project with other drug production stages in order to turn it into a natural drug product.

## 5. REFERENCES

- [1] El Midaoui A., Ghzaiel I., Vervandier-Fasseur D., Ksila M., Zarrouk A., Nury T., et al. (2022). "Saffron (*Crocus sativus* L.): A Source of Nutrients for Health and for the Treatment of Neuropsychiatric and Age-Related Diseases". *Nutrients*;14.
- [2] Moini Jazani A., Karimi A., Nasimi Doost Azgomi R. (2022). "The potential role of saffron (*Crocus Sativus* L.) and its components in oxidative stress in diabetes mellitus: A systematic review". *Clin Nutr ESPEN*;48:148-157.
- [3] Urbani E., Blasi F., Simonetti M.S., Chiesi C., Cossignani L. (2016). "Investigation on secondary metabolite content and antioxidant activity of commercial saffron powder". *European Food Research and Technology*;242:987-993.
- [4] Hosseini A., Razavi B.M., Hosseinzadeh H. (2018). "Pharmacokinetic Properties of Saffron and its Active Components". *Eur J Drug Metab Pharmacokinet*;43:383-390.
- [5] Maggi M.A., Bisti S., Picco C. (2020). "Saffron: Chemical Composition and Neuroprotective Activity". *Molecules*;25.
- [6] Dhiman N., Kharkwal H. Biosynthesis and Derivatization of the Major Phytoconstituents of Saffron. *Saffron2020*. p. 83-92.
- [7] Shoyama S. (2023). "Review on pharmacological active saffron and crocin". *Medical Research Archives*;11.
- [8] Sani A., Tajik A., Seiiedi S.S., Khadem R., Tootooni H., Taherynejad M., et al. (2022). "A review of the anti-diabetic potential of saffron". *Nutr Metab Insights*;15:11786388221095223.
- [9] Liu J., Yang Y., Qi Y. (2024). "Effect of saffron supplementation on the glycemc outcomes in diabetes: a systematic review and meta-analysis". *Front Nutr*;11:1349006.
- [10] Hooshyari Ardakani M., Nosengo C., Felletti S., Catani M., Cavazzini A., De Luca C., et al. (2024). "Enhancing the purification of crocin-I from saffron through the combination of multicolumn countercurrent chromatography and green solvents". *Anal Bioanal Chem*;416:2553-2564.
- [11] Siddiqui M.J., Saleh M.S.M., Basharuddin S., Zamri S.H.B., Mohd Najib M.H.B., Che Ibrahim M.Z.B., et al. (2018). "Saffron (*Crocus sativus* L.): As an Antidepressant". *J Pharm Bioallied Sci*;10:173-180.
- [12] Ali A., Yu L., Kousar S., Khalid W., Maqbool Z., Aziz A., et al. (2022). "Crocic: Functional characteristics, extraction, food applications and efficacy against brain related disorders". *Front Nutr*;9:1009807.
- [13] Salem M., Shaheen M., Tabbara A., Borjac J. (2022). "Saffron extract and crocin exert anti-inflammatory and anti-oxidative effects in a repetitive mild traumatic brain injury mouse model". *Sci Rep*;12:5004.
- [14] Ronsisvalle S., Panico A., Santonocito D., Siciliano E.A., Sipala F., Montenegro L., et al. (2023). "Evaluation of Crocin Content and In Vitro Antioxidant and Anti-Glycation Activity of Different Saffron Extracts". *Plants (Basel)*;12.

- [15] Amatto P.P.G., Chaves L., Braga G.G., Carmona F., Pereira A.M.S. (2024). "Effect of *Crocus sativus* L. (saffron) and crocin in the treatment of patients with type-2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis". *J Ethnopharmacol*;319:117255.
- [16] Shaheen M.J., Bekdash A.M., Itani H.A., Borjac J.M. (2021). "Saffron extract attenuates neuroinflammation in rmTBI mouse model by suppressing NLRP3 inflammasome activation via SIRT1". *PLoS One*;16:e0257211.
- [17] Zaazaa L., Naceiri Mrabti H., Ed-Dra A., Bendahbia K., Hami H., Soulaymani A., et al. (2021). "Determination of Mineral Composition and Phenolic Content and Investigation of Antioxidant, Antidiabetic, and Antibacterial Activities of *Crocus sativus* L. Aqueous Stigmas Extracts". *Adv Pharmacol Pharm Sci*;2021:7533938.
- [18] Mohs R.C., Greig N.H. (2017). "Drug discovery and development: Role of basic biological research". *Alzheimers Dement (N Y)*;3:651-657.
- [19] Peng X., Rao G., Li X., Tong N., Tian Y., Fu X. (2023). "Preclinical models for Type 1 Diabetes Mellitus - A practical approach for research". *Int J Med Sci*;20:1644-1661.
- [20] Flores-Holguin N., Frau J., Glossman-Mitnik D. (2021). "Computational Pharmacokinetics Report, ADMET Study and Conceptual DFT-Based Estimation of the Chemical Reactivity Properties of Marine Cyclopeptides". *ChemistryOpen*;10:1142-1149.
- [21] Najafi Z., Zahran H.A., Şahin Yeşilçubuk N., Gürbüz H. (2022). "Effect of different extraction methods on saffron antioxidant activity, total phenolic and crocin contents and the protective effect of saffron extract on the oxidative stability of common vegetable oils". *Grasas y Aceites*;73.
- [22] Azarabadi N., Özdemir F. (2018). "Determination of Crocin Content and Volatile Components in Different Qualities of Iranian Saffron". *Gıda*;43:476-489.



## IS1600 EĞİK MAKAS YAĞ TANKI SİRKÜLASYON POMPASI DESTEK SACI ISIL ANALİZİ VE YANIT YÜZEY YÖNTEMİ İLE OPTİMİZASYONU

Özer ÖĞÜÇLÜ<sup>1</sup>, Çağatay Yeldar YILDIRIM<sup>2</sup>

Accepted: 2024-12-13  
DOI: 10.47118/somatbd.1536844

### ÖZET

Bu çalışmada, IS1600 Eğik Makasın yağ tankı sirkülasyon pompası destek sacının ısıl ve statik koşullarının parametrik optimizasyonu incelenmiştir. Bu desteğin üç boyutlu katı modeli Sonlu Eleman Analizi için ANSYS'e yüklenmiştir. AYMAS Geri Dönüşüm Makineleri tarafından üretilen Eğik Makas'ın yağ tankı sirkülasyon pompası destek sacının, sıcaklık, ısı taşınımı ve kuvvet değerleri kullanılarak Von-Mises Gerilmesi ve Toplam Şekil Değiştirmesini hesaplamak üzere ANSYS'te modeli geliştirilmiştir. Sıcaklık ve kuvvet değerleri bu parametrik optimizasyonun giriş parametreleri olarak belirlenirken, von-Mises Gerilmesi ve Toplam Şekil Değiştirmesi çıktı sonuçları olarak belirlenmiştir. Bu değişkenler kullanılarak Yanıt Yüzeyi Yöntemi ile ANSYS üzerinden çoklu optimizasyon gerçekleştirilmiştir.

Sıcaklık değerleri; düşük sıcaklıkların sebep olduğu yüksek viskoziteyi önlemek için 35°C ile uygun çalışma koşullarını sağlamak için eğik makasın çalışmasının durduğu sıcaklık olan 55°C ile sınırlandırılmıştır. Bu analizde yağ tankı soğutma sisteminin en az kullanımı hedeflenmiştir. Hasara sebep olmamak için destek sacı malzemesi olan AISI 316 çelik malzemesinin akma mukavemeti sınırı geçilmemiştir. Kuvvet değerleri yağ tankının boş ve dolu ağırlığına göre sınırlandırılmıştır. Motor ve pompanın toplam ağırlığı olan 45 kg, yağ tankının doluluk oranına göre değişip en fazla 48 kg değerine ulaşmaktadır. Sirkülasyon pompasındaki hidrolik yağ miktarının sebep olduğu en yüksek ağırlık hedef olarak belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda en uygun sıcaklık ve kuvvet değerleri bulunmaktadır. Bu değerler en yüksek hidrolik yağ ağırlığı ve en düşük sıcaklığa ulaşmak adına 35,006 °C ve 473,5 N olarak saptanmıştır.

**Anahtar Kelime:** Geri Dönüşüm, Optimizasyon, Yanıt Yüzeyi Yöntemi, ANSYS, Sonlu Elemanlar, AISI 316 Paslanmaz Çelik, Isıl Genleşme, von-Mises Gerilmesi

### ABSTRACT

In this study, parametric optimization of IS1600 Inclined Shear oil recirculation pump support's thermal and static conditions are investigated. Three-dimensional solid model of the support is imported into ANSYS for Finite Element Analysis. Oil recirculation pump support's analysis is conducted in ANSYS to calculate von-Mises Stress, as well as Total Deformation

<sup>1</sup> Mak. Müh., AYMAS Geri Dönüşüm Makineleri Firması, Ar-Ge Merkezi, İzmir, [arge07@aymasmakina.com](mailto:arge07@aymasmakina.com),  
ORCID : 0000-0002-6293-7742

<sup>2</sup> Mak. Müh., AYMAS Geri Dönüşüm Makineleri Firması, Ar-Ge Merkezi, İzmir, [argemerkezi@aymasmakina.com](mailto:argemerkezi@aymasmakina.com),  
ORCID : 0000-0001-9371-6902

of the support. These values are calculated by using the temperature, convection and force values of the Inclined Shear, produced by AYMAS Recycling Machinery. The temperature and force values are set as input parameters while Von-Mises Stress and Total Deformation are set as output results of this parametric optimization. Multiple optimization is performed in ANSYS with Response Surface Method using these variables.

Temperature values are restricted by 35°C in order to prevent high viscosity caused by cold temperatures and 55°C to ensure proper operation since it's the shutdown temperature of the machine. Minimum use of machine's cooling system is aimed with this analysis. Yield strength of the material AISI 316 should not be exceeded in order to avoid damage of the support. Force values have been constrained due to empty and loaded values of the oil tank. Engine and pump has total weight of 45 kg and it changes with respect to fullness of the oil tank at most 48 kg. Maximum value caused by oil tank weight is the target. The study concludes with optimum temperature and force values: 35,006 °C and 473,5 N for achieving the maximum force and minimum temperature.

**Keywords:** Recycling, Optimization, Response Surface Method, ANSYS, Finite Element, AISI 316 Stainless Steel, Thermal Expansion, von-Mises Stress

## 1. GİRİŞ

Geri Dönüşüm; kullanım dışı kalan ve geri dönüştürülebilir olan çeşitli atık ve hurda malzemelerin farklı geri dönüşüm yöntemleri ile ham madde olarak yeniden imalat işlemlerine kazandırılması olarak tanımlanmaktadır [1]. Dünya nüfusunun giderek artması sonucu oluşan besin ihtiyacı ile üretim artmış, artan teknolojik gelişmeler ile birlikte doğada uzun süre kaybolmadan kalan çeşitli naylon, plastik ve metal malzemelerden atıklar çevreye atılmaya başlamıştır. Bunun sonucunda çevrede meydana gelen kirlenmeyi hem önlemek hem de azaltmak ve enerji kaynaklarını korumak amacı ile Geri Dönüşüm çalışmaları önem kazanmıştır. Doğal kaynaklardan daha uzun süre ve etkin olarak yararlanmak amacı ile ortaya çıkan atıkları atılmaktansa ekonomik olarak değerli olan maddeler olarak geri dönüştürülmesi konusunda belirli bazı yöntemlerin uygulanması gereklidir [2].

Çevre dostu bir yaklaşım olarak ortaya çıkan geri dönüşüm aynı zamanda karlı bir iş alanı haline gelmiştir. Günümüzde hammadde kaynaklarının birçok nedenden dolayı tükenmesi ve birçok yöntemin benimsenmesi nedeniyle hammaddenin önemi artmıştır. Bu faaliyetlerden biri de çevre dostu olarak oluşturulan ve kaynak bulmanın karlı bir yolu olarak ticari bir alana dönüştürülen geri dönüşüm şirketlerinin çalışmalarıdır. Fakat bir geri dönüşüm firmasının işini iyi yapabilmesi için bu işi kaliteli geri dönüşüm makineleri ile yapması gerekmektedir. Geri dönüştürülecek malzemelerin niteliğine göre bu makineler farklı yapı ve tiplerde üretilmektedir. Ayrıca bir geri dönüşüm merkezinde birçok farklı geri dönüşüm makinesi kullanılmaktadır.

Her türlü metal atıkların yeniden değerlendirilmesini sağlayan metal geri dönüşüm makineleri. Bu işlemlerin yapılabilmesi için öncelikle hurda metallerin türlerine göre ayrıştırılması ve ayrıştırılması gerekmektedir. Çünkü bakır ve demir, alüminyum ve çelik farklı şeyler yapar. Bu işlemler sonucunda hurda metaller ayrıştırılarak geri dönüşüm makinaları kullanılarak küçük parçalara ayrılmaktadır. Bazı durumlarda hurda metalin değeri bu şekilde artar ve tam bir dönüşüm için her metal fırında kendi erime sıcaklığına ayarlanır. Bu metalurjik

işlemden sonra geri dönüştürülen metal hurdaları şeritler halinde sanayide tekrar kullanılmak üzere ham madde olarak değerlendirilmektedir.

Buradaki çalışmada, IS1600 Eğik Makasın yağ tankı sirkülasyon pompası destek sacının ısı ve statik koşullarının parametrik optimizasyonu incelenmiştir. Sıcaklık ve kuvvet değerleri bu parametrik optimizasyonun giriş parametreleri olarak belirlenirken, von-Mises Gerilmesi ve Toplam Şekil Değiştirmesi çıktı sonuçları olarak belirlenmiştir. Bu değişkenler kullanılarak ANSYS aracılığıyla yanıt yüzeyi yöntemi kullanılarak çeşitli optimizasyonlar gerçekleştirildi. Topaç, Bahar ve Kuralay yaptıkları çalışmada; dört tekerlekten çekişli bir aracın ön aksında kullanılmak üzere tasarlanan diferansiyel kolunun kütle ve ağırlığını optimize etmişlerdir. Bu amaçla öncelikle dört tekerlekli bir aracın sabit aksının parametrik katı modeli elde edilmiştir. Bu model kullanılarak farklı sürüş koşullarının analize etkisi dikkate alınarak aksın sonlu elemanlar analizi yapılmıştır. Bu nedenle farklı bir kolda gerilme yoğun alanlar belirlenmiştir. Bir sonraki adımda kovan için birkaç farklı tasarım oluşturularak kütle ve gerilme yoğunluğu en düşük olan tasarım bulunmuştur. Bu çeşit son tasarımın gövde kol geçişinde güçlendirilmiş kanatlarını oluşturan iki tasarım parametresi olan kanat açısı ve kanat kalınlığı tasarım değişkenleri olarak belirlenmiştir. Çok amaçlı optimizasyon işlemi, yanıt yüzeyi yöntemi ve bu iki giriş değişkeni kullanılarak gerçekleştirilmiştir [3].

Boru şeklindeki elemanların ve kayaya oyulmuş yarıkların ısı transferini ve akış ayrımını belirlemek amacıyla deneysel bir çalışma yapılmıştır. tasarım parametresi olarak; Kanat yüksekliği, akış yönünde kanatlar arası mesafe, iz sayısı ve Reynolds sayısı değerleri seçilerek yanıt yüzeyi yöntemi kullanılarak Nusselt sayısı ve sürtünme katsayısının matematiksel modelleri geliştirilmiştir. Boruların üzerindeki açık alanların ısı transferini iyileştirmede büyük avantaja sahip olduğu tespit edilmiştir [4]. Mekanik parçaların üretim sürecinde kullanılan makine, temel üretim yöntemlerinden biri olarak önem taşımaktadır. Makine parçalarının imalatında iş takımının uygun basınç ve boşluk basıncıyla makineye bağlanmasıyla yüksek standartta işleme mümkündür. Çünkü çalışma aleti doğrudan makineye bağlıdır. Yüzey pürüzlülüğünü iyileştirir, titreşimi azaltır ve mekanik performansı artırır. Silindirik parçaları CNC makinesine bağlamak için bağlama ve indeksleme aletleri kullanılır. Gürbüz, Baday ve Sönmez tarafından yapılan çalışmada bu makinelerin çalışma takımının basıncındaki değişim analiz edildi. Bu amaçla bu çalışmada iş parçasının yüzey işleme üç farklı ayna basıncı değeri ve kesme parametrelerinin belirlendiği bir nokta ile gerçekleştirilmiştir. Bu işleme devam edilerek ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri ve titreşim aralığı araştırıldı. Daha sonra bu çalışmada alınan önlemleri değerlendirmek için yanıt düzeyi yöntemi kullanılmıştır. Bu istatistiksel yöntemle yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmiş ve deney tasarımında en etkili parametrenin yansıma basıncı olduğu sonucuna varılmıştır [5].

Metal geri dönüşümünde, daha büyük metalleri sıkıştırıp keserek daha küçük metal elde etmek için çapraz makaslar kullanılır. Bu çalışmada AYMAS Geri Dönüşüm Makina firmasının ürettiği IS1600 pah kesici ele alınmıştır. Atıkların birleştirilmesi ve kesilmesi ile ilgili tüm işlemler, açılı kesicinin gövdesine dayanmaktadır. Kesim için kullanılan IS1600 makas. Atık malzeme kesme odasına beslenir ve kayar temel ve kuvvetin etkisi altında aşağı doğru hareket eder. Uzun onarım süreci tamamlandı. Tutma grubunun çalışması sonrasında bileme grubu tarafından malzeme alınır ve kesme grubu aşağı inerek kesme işlemini gerçekleştirir. Malzeme çapraz makasla kesime uygundur. Ağır çelik, borular, metal levhalar, otomobiller ve karışık atıklar [6].

2003 yılında İzmir'de kurulmuş olan AYMAS Geri Dönüşüm Makineleri firması; makine parçası imalatı ile birlikte talaşlı imalat, kalıp, aparat, kaynaklı imalat, yedek parça ve bakım işleri yapmakta ve hurda, demir, çelik, çimento, maden, kâğıt, kimya, ambalaj, döküm, otomotiv ve gemicilik sektörüne yönelik alanlarda faaliyet göstermektedir. Firma kuruluş tarihinden itibaren beş ayrı alanda olmak üzere toplam otuzdan fazla farklı ürünün geliştirilmesini başarmıştır. Geri dönüşüm alanındaki tecrübesi ve Ar-Ge merkezi çalışanlarının tasarım yetenekleri ürün geliştirme sürecindeki başarısını sağlamaktadır. 2006 yılından bu yana AYMAS Geri Dönüşüm Makineleri firması; metal hurda presleri, briketleme presleri, kanatlı makas ve eğik makas gibi yüksek kapasiteli hurda makaslarından oluşan geri dönüşüm makinelerinin yanında talaş kırıcı, santrifüj, hurda parçalayıcıları, hurda konveyörleri, kablo soyma makineleri, polipler, manyetik ayırıcı bantlar ile müşterilerinin istekleri ile imalat çalışmalarını yapmakta ve bu alanda süratle ürün çeşitliliğini arttırmaktadır.

## 2. MATERYAL VE METOT

AYMAS Geri Dönüşüm Makineleri Firması üretimi olan IS1600 Eğik Makasın genel görünüşü Şekil 1' de [7] ve Teknik Özellikleri ise Tablo 1'de verilmektedir [8].

Tablo 1. IS1600 eğik makas teknik özellikleri [8]

Model	Kesme Kuvveti (Ton)	Kesme Sayısı (Adet/dk)	Kapasite (Ton/saat)	Ağırlık (Ton)	Boyutlar UxGxY (m)
IS1600	1600	2 – 3	70	160	11 x 5 x 4

Eğik Makas, Şekil 1'de gösterildiği gibi yedi gruptan meydana gelmektedir; (1) Taşıma Grubu, (2) Yan Kılavuz Duvarlar, (3) Kesme Grubu, (4) Tutucu Grubu, (5) Sıkıştırma Grubu, (6) Boy Ayarlama Grubu ve (7) Hidrolik Ünite ve Motor Grubu.



Şekil 1. IS1600 eğik makas genel görünüşü [7]

Eğik hurda kesme makasları, metal geri dönüşüm çalışmalarında büyük boyutlu metal hurdaların sıkıştırılarak ve sonra kesilerek daha küçük boyutlu metal hurdaların üretilmesi için kullanılmaktadır. Şekil 1’de verilen Eğik Makas genel görünüşünde gösterildiği gibi hurdaların sıkıştırılması ve kesilmesi işlemlerini uygulayan mekanizmaların tümü Eğik Makas gövdesi üzerinde birlikte bulunmaktadır. IS1600 Eğik Makas metal hurda malzemeleri kesme amacı kullanılmaktadır. Hurda malzemeler Makas Haznesi içine boşaltılır sonra kayar taban ve yer çekimi etkisi ile aşağı doğru hareket eder. Boy ayarlama işlemi daha sonra gerçekleştirilir. Haznenin en alt bölgesine gelen hurda malzeme Tutucu grubu ile tutulur sonra Sıkıştırma grubu ile hurda malzeme sıkıştırılır. En son olarak Kesme grubunda bulunan 2 adet kesme silindiri aşağı doğru hareket ederek hurda malzemenin kesme işlemini gerçekleştirir. Ağır iş çelikleri, boru, sac, otomobil ve karışık hurdalar Eğik Makasta kesilmesi uygun olan metal malzemeler olmaktadır.

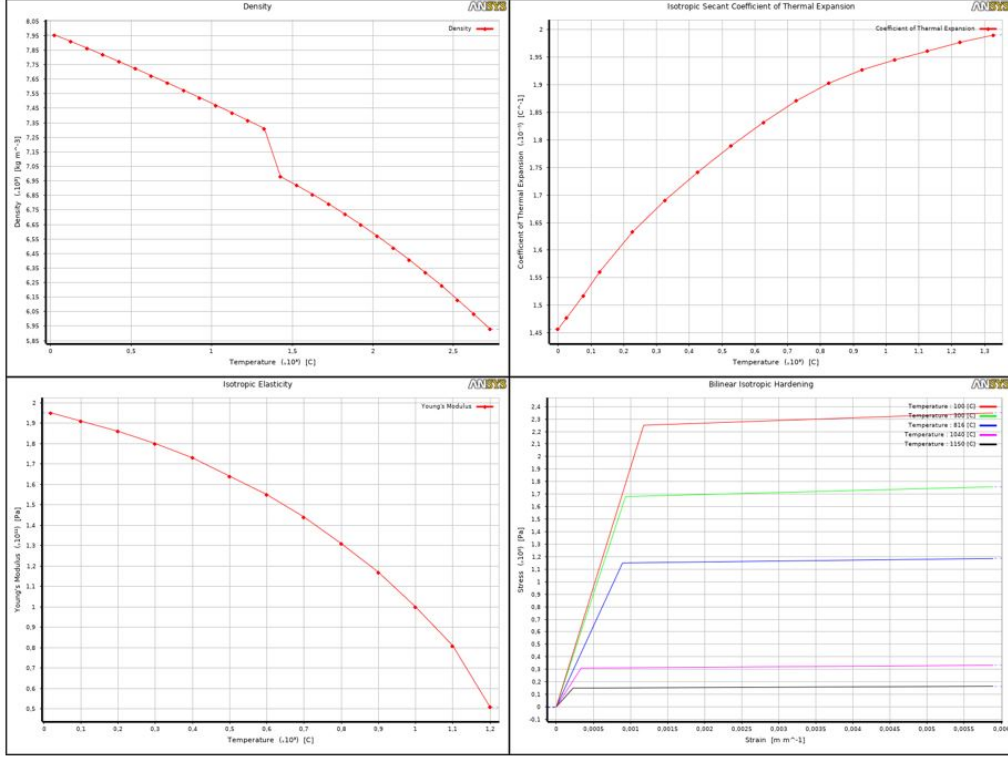
Bu çalışmada söz konusu tank üzerinde bulunan yağ tankı – soğutma grubu sirkülasyon pompası destek sacının ısıl genleşme ve gerilme analizi ANSYS’de geliştirilen Sonlu Elemanlar modeli ile yapılmıştır. Bu destek sacının tank içinde bulunan ve eğik makasta kullanılan silindirler içinde çalışan sıcak hidrolik yağın ısı ile ve yine üzerinde çalışan elektrik motorunun ısı ile sıcaklığı artmaktadır. Ayrıca üzerinde bulunan elektrik motoru ve sirkülasyon pompası ve içindeki yağın ağırlığı ile üzerine bir yük uygulanmaktadır. Bu destek sacı AISI 316 Paslanmaz Çelik malzemeden imal edilmiştir. Yapılan çalışma ile sahada çalışma şartlarına uygun olarak destek sacının belirli şekil değiştirme ve güvenli gerilme sınırları altında kalması için en uygun sıcaklık ve üzerindeki ağırlık yükünün en uygun değerleri bulunmuştur.

AYMAS firmasında üretimi yapılan IS1600 Eğik Makasın yağ tankı sirkülasyon pompası destek sacı AISI 316 paslanmaz çelik malzemesinden imal edilmiştir. Bu malzemenin mekanik özellikleri Tablo 2’de [9] verilmektedir.

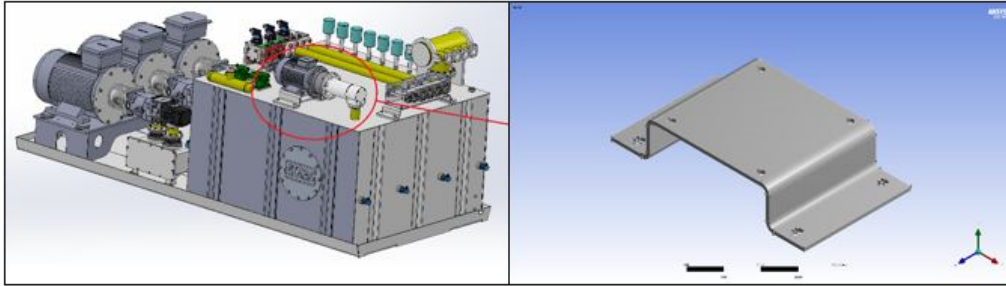
Tablo 2. AISI 316 çelik malzemenin özellikleri [9]

Özellik	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Elastisite Modülü (GPa)	Isıl İletim Katsayısı (W/mK)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Akma Mukavemeti (MPa)	Brinell Sertliği (Rockwell)
AISI 316	7980	193	16.3	580	290	79

AISI 316 çelik malzemenin mekanik özelliklerinin sıcaklığa bağlı olarak değişimi Şekil 2’de verilmektedir [10].

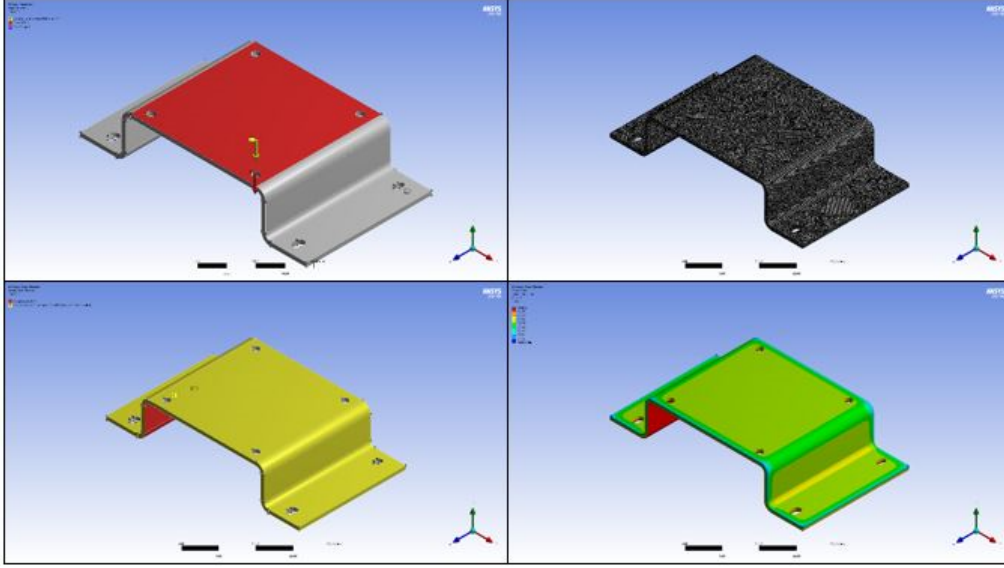


Şekil 2. AISI 316 çelik malzeme özelliklerinin sıcaklık ile değişimi [10]



Şekil 3. Eğik makas yağ tankı sirkülasyon pompası destek sacı

Eğik Makas Yağ Tankı üzerinde yer alan Sirkülasyon Pompasını taşıyan Destek Sacının yerleşimi ve detay resmi Şekil 3’de verilmektedir. Destek sacının tasarımı AYMAS Proje bölümü tarafından SolidWorks yazılımında yapılan üç boyutlu katı modeli ANSYS Workbench çalışma ortamına “Import” komutu ile aktarılmıştır.



Şekil 4. Eğik makas yağ tankı sirkülasyon pompası destek sacı ANSYS modeli

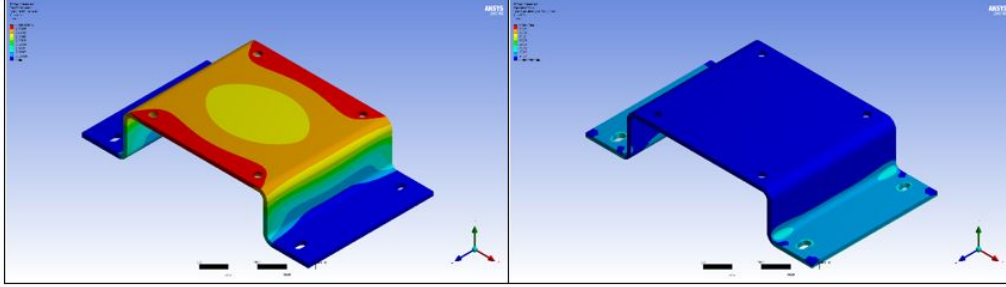
Hidrolik depo 8 mm kalınlığındaki sac malzemeden kaynaklı birleştirme ile imal edilmiştir. Hidrolik yağı depolar. Geri dönüş bölümünde bulunan mıknatıs sayesinde metal artıkların ve tozlarının tutulması ve sisteme karışmasını önler. Bu kapaklar üzerine bağlı, sistemdeki ısınan yağın soğutulmasını sağlayan soğutucu radyatör grubu bulunur. Depo üzerinde ayrı bir elektrik motorundan hareketi alan yağ pompası, yağın sürekli sirkülasyonunu sağlarken soğumasına yardımcı olur. Soğutma sistemi çalışma ve durma komutunu termostattan alır. Otomatik ve el ile çalışma seçimi kumanda panelinden gerçekleştirilir. Tank üzerinde hidrolik yağın 50 – 55°C sıcaklıklarda çalışmasını sağlamak için PT100, radyatörden çıkan yağın filtre edilmesini sağlayan filtre grubu, depo içine alınan ve verilen havanın filtrasyonu için hava filtresi grubu bulunmaktadır. Depolanan yağın yağ seviyesini gösteren gösterge ile buna bağlı kontrol panelinde yağ seviye ikazı bulunmaktadır.

Destek Sacı üzerinde bulunan Sirkülasyon Pompası ve elektrik motoru cıvatalar ile destek sacına bağlanmıştır. Ayrıca destek sacının montajı yağ tankı üzerine cıvatalar ile yapılmıştır. Şekil 4’te görüldüğü gibi bu cıvata bağlantı yuvalarının bulunduğu sacın alt yüzeyi ANSYS’de sabit destek “Fixed Support” olarak girilmiştir. Elektrik Motoru, Sirkülasyon Pompası ve Pompanın içindeki yağın ağırlığı destek sacına yukarıdan aşağı doğru etkiyen Kuvvet “Force” olarak destek sacının üst yüzeyine uygulanmıştır.

Eğik Makas Yağ Tankı içindeki hidrolik yağın sıcaklığının destek sacına olan etkisini görmek için Kararlı Hal Isıl Modülü (Steady-State Thermal) ANSYS Workbench ortamına eklenmiştir. Bir sonraki aşamada modelin ağ boyutu 2,2 mm girilerek, Şekil 4’te verilen Ağ Yapısı elde bulunmuştur. Yapılan çalışmada destek sacının ANSYS Sonlu Elemanlar modeli Ağ Yapısı; 2.677.671 adet Düğüm ve 1.800.908 adet Elemandan oluşmaktadır. Şekil 4’te görüldüğü üzere Isıl Modül sınır şartları olarak; Yağ Tankı sıcaklığının etkisini göstermek destek sacının alt bölgesine Sıcaklık “Temperature” sınır şartı girilmiştir. Ayrıca destek sacının üst ve yan yüzlerinden 22 °C sıcaklığında olan havaya taşınım ile ısı geçişi sınır şartı

tanımlanmıştır. Çelik malzemeden havaya taşınım ile ısı geçişi katsayısı  $h = 20 \text{ W/m}^2\text{K}$  girilmiştir. Bu sınır şartları ile çözümü yapılan destek sacı sıcaklık dağılımı Şekil 4’te görülmektedir. Bu dağılım Statik Yapısal analiz (Static Structural) modülüne Yük Aktarma “Import Load” komutu ile aktarılmıştır.

Tüm bu sınır şartları girildikten sonra Statik Yapısal analiz modülünün Çözümüne geçilmiştir. Şekil 5’te görüldüğü gibi  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklık ve  $450 \text{ N}$  ağırlık için yapılan analiz sonucu elde edilen Toplam Şekil Değiştirme ve Eşdeğer Gerilme sonuçları verilmektedir.



Şekil 5. Destek sacı ANSYS modeli statik yapısal analiz sonuçları

Şekil 5 incelendiğinde, Destek Sacının en yüksek Toplam Şekil Değiştirme değeri  $0,05 \text{ mm}$  olarak Destek Sacının yan kenarlarında görülmektedir. Destek Sacının en yüksek Eşdeğer Gerilme değeri  $223 \text{ MPa}$  olarak Destek Sacı kıvrım köşelerinde meydana gelmektedir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

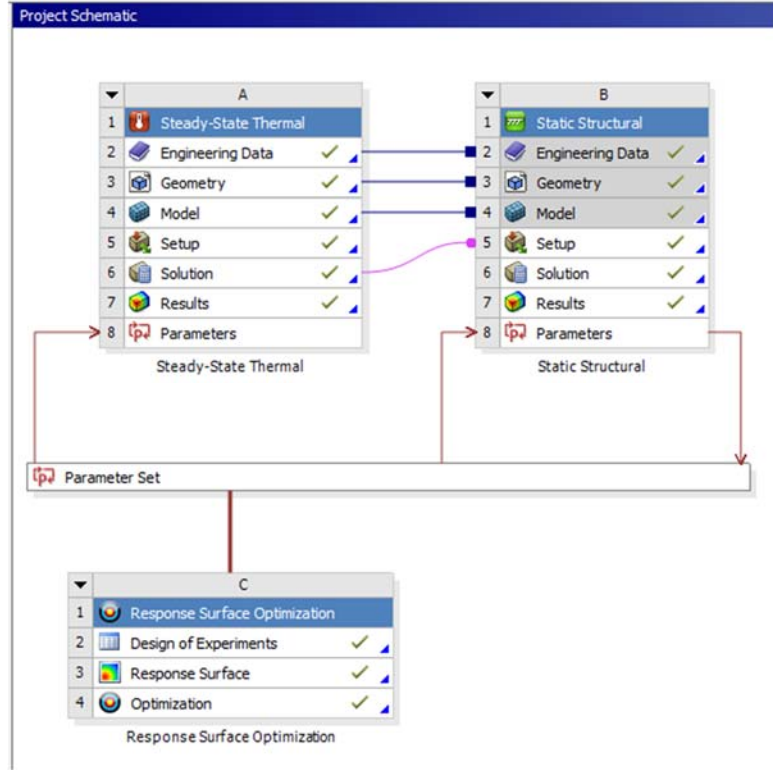
Yanıt yüzeyi yöntemi son yıllarda avantajlarından dolayı mühendislik ve uygulamalı bilimlerin birçok alanında çok sık ve başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemin en önemli avantajları şunlardır; optimizasyon işlemini kolaylıkla gerçekleştirmesine olanak sağlaması, elde edilen az sayıda deneysel verilerle en yüksek bilgiyi sağlaması, etkin parametreleri eş zamanlı olarak değiştirmesine olanak sağlaması ve ayrıca parametreleri kolayca değiştirmesine olanak sağlamasıdır. Ayrıca Parametreler arasındaki etkileşimin belirlenmesine ve ilgisiz parametrelerin çıkarılmasına olanak sağladığı söylenebilir [11]. Yanıt yüzeyi yöntemi, çalışma performansını tahmin etmek ve optimize etmek için çok kullanışlı ve modern bir tekniktir. Yanıt yüzeyi yöntemi; süreçlerin geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve optimizasyonu için yararlı bir dizi istatistiksel ve matematiksel teknik olarak tanımlanır. Yanıt Yüzeyi yöntemini kullanan çalışmaların amaçları şunlardır; değişkenin gelecekteki değerlerini doğru bir şekilde tahmin etmek için, bu yanıt değişkeni ile giriş değişkenleri arasındaki ilişkiyi tanımlayan bir fonksiyon veya uygun bir model tanımlanır, problem durumuna göre yanıtın en büyük veya en küçük değeri bulunur. Bu değeri sağlayan girdi değişkenleri, bir yanıt sisteminin temelini oluşturan girdi beklentileri olarak oluşan mekanizmaların anlaşılmasını sağlar [12].

Yanıt Yüzey Yöntemi; (1) deney tasarımı, (2) veri toplama, (3) çalışma parametrelerine dayanan yanıt değişkenlerinin tahmin modellerini oluşturmak olan üç adımdan oluşmaktadır [13]. Çoklu yanıt yüzey sürecinin modelleme aşamasında, yanıt değişkenleri ile girdi değişkenleri arasındaki ilişkiyi tanımlamak için uygun bir fonksiyonun tanımlanması gerekir. Gerçek yanıt fonksiyonu tam olarak bilinmediğinden, bağımsız girdi ve yanıt değişkenleri arasındaki ilişki için fonksiyonun uygun bir yaklaşımının elde edilmesi gerekir [14].



Tasarım değişkenleri ile sistem yanıtı arasındaki ilişkiyi bulmaya yönelik uygun bir model geliştirmek için belirli kurallara göre tasarlanmış yanıt yüzeyi deneyleri gereklidir. Bu deneylerde bulunan sonuçlara göre geliştirilen fonksiyon, incelenen parametrelerin değişimine sistemin tepkisini göstermektedir. Burada yapılan çalışmada ANSYS Workbench 2019 R3 yazılımının yanıt yüzeyi yöntemi optimizasyon modülü kullanılmıştır.

Buradaki çalışmada, AYMAS Geri Dönüşüm Makineleri firmasında üretilen IS1600 Eğik Makas Yağ Tankı üzerinde yer alan Sirkülasyon Pompasını taşıyan Destek Sacının, sıcaklık ve üzerine etkiyen kuvvet değerleri Girdi değişkeni olarak belirlenmiştir. Sözü edilen bu değişkenlerin alt ve üst sınır değerleri seçilirken, Eğik Makasın saha çalışmalarındaki gerçek değerlerinin kullanılmasına önem verilmiştir. Hidrolik yağ sıcaklık parametre değişim aralığı; 35 – 55 °C olarak seçilmiştir. Destek Sacı üzerine etkiyen kuvvet parametre değişim aralığı, Elektrik Motoru, Sirkülasyon Pompası ve Pompanın içindeki yağın ağırlık toplamı olarak; 450 – 480 N olarak belirlenmiştir. Yanıt değişkenleri olarak ANSYS analizi ile hesaplanan Toplam Şekil Değiştirme, Eşdeğer Gerilme ve Destek sacının yağ tankı üzerine bağlantısında oluşan Tepki Kuvveti seçilmiştir. Şekil 6’da bu parametreler seçildikten sonra ANSYS’de Yanıt Yüzey Yöntemi Optimizasyon modülünün eklenmesi görülmektedir.



Şekil 6. ANSYS yanıt yüzey yöntemi ve optimizasyon modülü

Parametrik Optimizasyon işleminde girdi parametresi olarak belirlenen Sıcaklık ve Ağırlık ile Yanıt Yüzey Yöntemi Çıktı değişkenleri olan Toplam Şekil Değiştirme, Eşdeğer Gerilme ve Tepki Kuvveti değişkenleri Şekil 7’de görülmektedir.

Outline of All Parameters				
	A	B	C	D
1	ID	Parameter Name	Value	Unit
2	[-] Input Parameters			
3	[-] [Thermal] Steady-State Thermal (A1)			
4	[P] P1	Temperature Magnitude	35	C [v]
5	[-] [Static] Static Structural (B1)			
6	[P] P5	Force Z Component	450	N [v]
*	[P] New input parameter	New name	New expression	
8	[+] Output Parameters			
9	[-] [Static] Static Structural (B1)			
10	[P] P3	Total Deformation Maximum	0,052952	mm
11	[P] P4	Equivalent Stress Maximum	223,66	MPa
12	[P] P6	Force Reaction Maximum Y Axis	630,14	N
*	[P] New output parameter		New expression	
14	Charts			

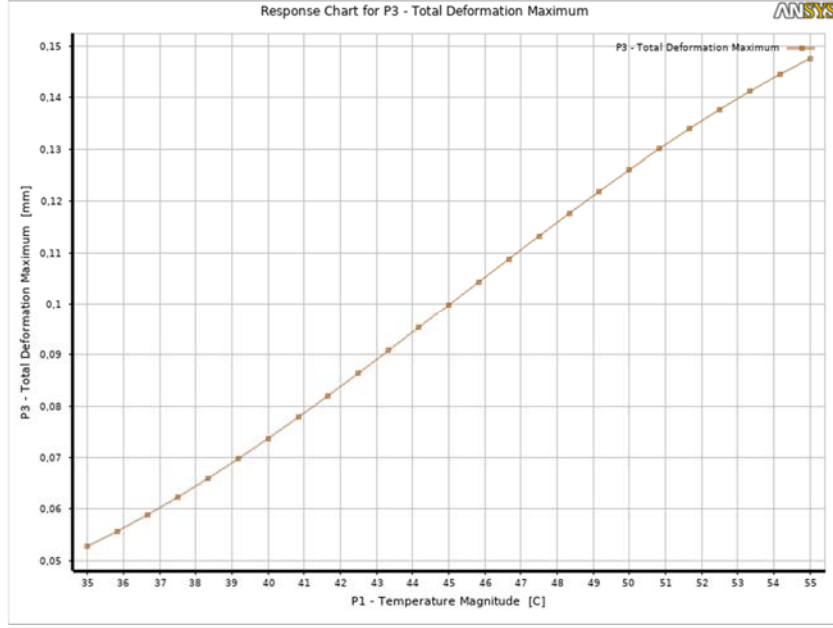
Şekil 7. Yanıt yüzey yöntemi girdi ve çıktı parametreleri

Burada parametrik optimizasyon çalışması, en yüksek tepki kuvvetinin bulunması için gerçekleştirilmiştir. Girişi yapılan her iki girdi değişkeni için ANSYS yazılımı yardımı ile 9 adet deney noktası oluşturulmuştur. Bulunan bu deney noktaları için ANSYS'te, Destek sacının modelinin parametreleri bu deney noktalarındaki değerlerine göre değiştirilerek Sonlu Eleman analizi tekrarlanmıştır. Şekil 8'de bu 9 adet deney noktası için Eğik Makasın Destek Sacının modelinin verdiği yanıt değişkenleri diğer bir anlatımla Şekil Değiştirme, Eşdeğer Gerilme ve Tepki Kuvveti çıktı değerleri görülmektedir.

Table of Outline A7: Design Points of Design of Experiments						
	A	B	C	D	E	F
1	Name	P1 - Temperature Magnitude (C)	P5 - Force Z Component (N)	P3 - Total Deformation Maximum (mm)	P4 - Equivalent Stress Maximum (MPa)	P6 - Force Reaction Maximum Y Axis (N)
2	1	45	465	0,099791	248,8	622,01
3	2	35	465	0,052776	223,66	645,14
4	3	55	465	0,14761	272,87	656,59
5	4	45	450	0,10003	248,79	606,94
6	5	45	480	0,099552	248,8	636,99
7	6 DP [v]	35	450	0,052952	223,66	630,14
8	7	55	450	0,14786	272,87	641,62
9	8	35	480	0,052604	223,67	660,13
10	9	55	480	0,14737	272,87	671,56

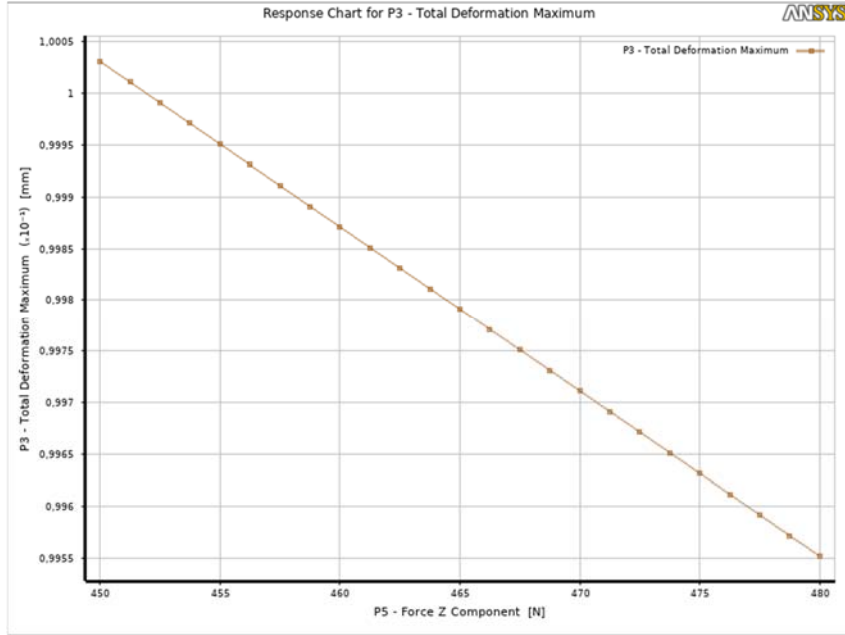
Şekil 8. Yanıt yüzey yöntemi deney tasarım noktaları

Yanıt Yüzey Yöntemi ile Eğik Makasın destek sacı için girdi değişkenlerinin, tüm çıktı değişkenleri üzerine etkisi ayrı ayrı incelenmiştir. Hidrolik yağ tankı içindeki hidrolik yağın Sıcaklığı arttıkça Şekil 9'da görüldüğü üzere destek sacının Toplam Şekil Değiştirme değeri artmaktadır. Burada sıcaklık değeri arttıkça özellikle 50 °C üzerinde bu artış hızı bir miktar azalmaktadır.



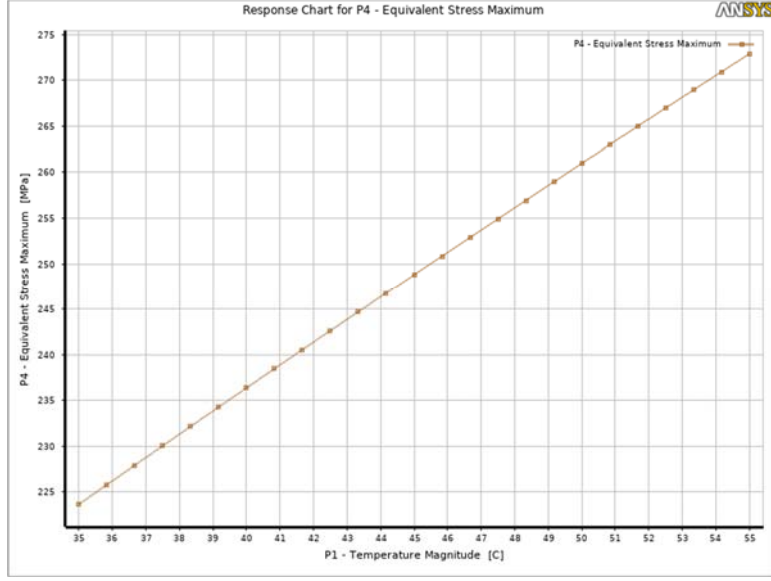
Şekil 9. Sıcaklık ile toplam şekil değiştirmenin değişimi

Destek sacı üzerinde bulunan elektrik motoru ve sirkülasyon pompası ve içindeki yağın ağırlığı arttıkça Şekil 10'da görüldüğü üzere destek sacının Toplam Şekil Değiştirme değeri çok az bir miktarda (0.10005 mm'den 0.09955 mm'e) azalmaktadır.



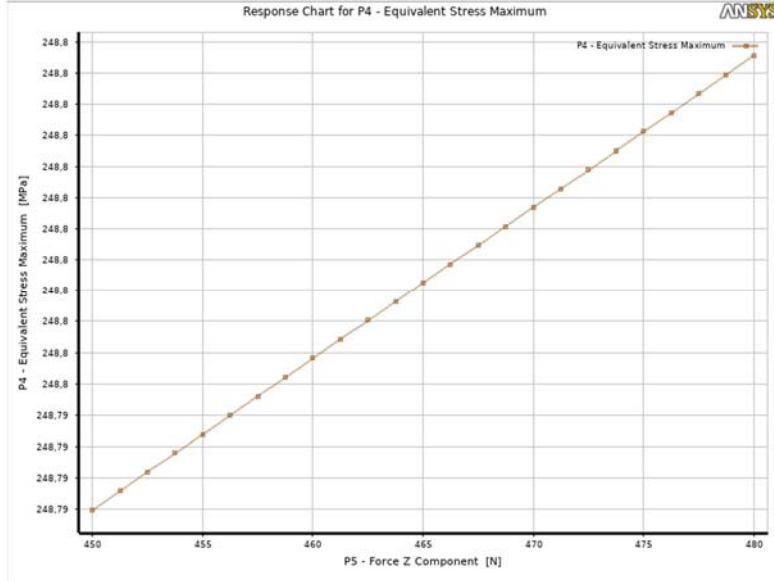
Şekil 10. Ağırlık ile toplam şekil değiştirmenin değişimi

Hidrolik tank içindeki hidrolik yağın Sıcaklığı arttıkça Şekil 11’de görüldüğü üzere destek sacında oluşan Eşdeğer Gerilme değeri doğru orantılı olarak artmaktadır.



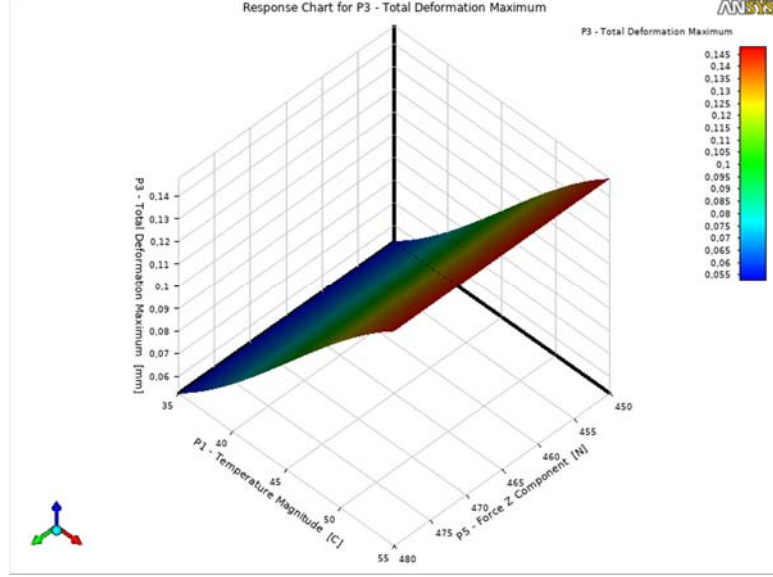
Şekil 11. Sıcaklık ile eşdeğer gerilme değişimi

Destek sacı üzerinde bulunan elektrik motoru ve sirkülasyon pompası ve içindeki yağın ağırlığı arttıkça Şekil 12’de görüldüğü üzere destek sacının Eşdeğer Gerilme değeri artmaktadır.



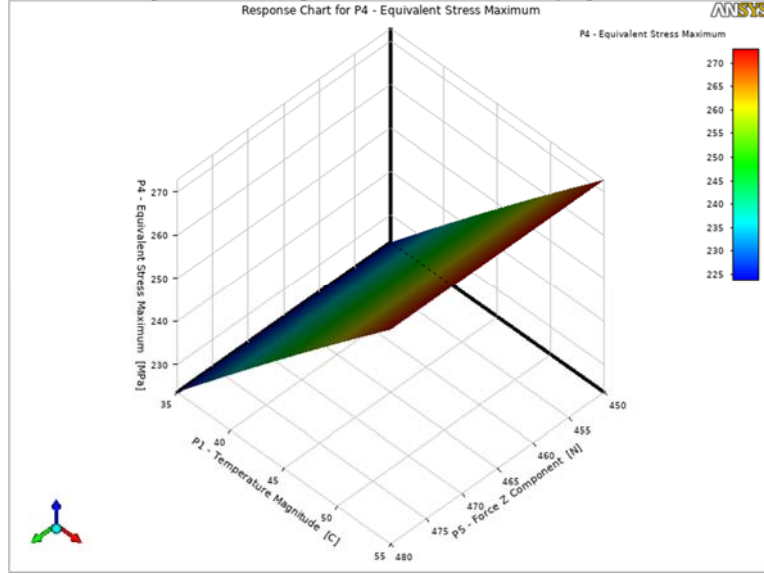
Şekil 12. Ağırlık ile eşdeğer gerilme değişimi

Bundan sonra gelen adımda, iki girdi parametresi olan Sıcaklık ve elektrik motoru ile sirkülasyon pompası ve içindeki yağın ağırlığının çıktı parametreleri üzerinde olan birlikte etkisini tespit etmek için ANSYS yazılımı kullanılarak bulunan Yanıt Yüzeyleri grafikleri çıkarılmıştır. Şekil 13'te Sıcaklık ve Ağırlık ile Toplam Şekil Değiştirme Yanıt Yüzeyi görülmektedir.



Şekil 13. Sıcaklık ve ağırlık ile toplam şekil değiştirme yanıt yüzeyi

Şekil 14'te Sıcaklık ve Ağırlık ile Eşdeğer Gerilme Yanıt Yüzeyi görülmektedir.



Şekil 14. Sıcaklık ve ağırlık ile eşdeğer gerilme yanıt yüzeyi

Eğik Makasın yağ tankı sirkülasyon pompası destek sacı için Güvenlik katsayısı;  $s = 1,2$  olarak alınmıştır. Destek sacı malzemesi olan AISI 316 paslanmaz çelik için Akma Dayanımı; 290 MPa için en büyük Gerilme Değeri yaklaşık 230 MPa olmaktadır. Bununla birlikte Toplam Şekil Değiştirme için üst sınır değeri 0,1 mm alınmıştır. En az 630 N tepki kuvveti için Sıcaklık ve Ağırlık tasarım adayları ANSYS tarafından hesaplanmıştır. Buna göre  $T = 35,006$  °C sıcaklık ve  $A = 473,5$  N Ağırlık değerleri en uygun değerler olarak çıkmaktadır. Bu çalışma için optimizasyon işlemi şu şekilde yazılabilir;

$$35^{\circ}C \leq \text{Sıcaklık} \leq 55^{\circ}C$$

$$450 \text{ N} \leq \text{Ağırlık} \leq 480 \text{ N}$$

$$\text{EnKüçük}\{\text{Toplam Şekil Değiştirme}(T,A)\} \leq 0,1 \text{ mm}$$

$$\text{EnKüçük}\{\text{Eşdeğer Gerilme}(T,A)\} \leq 230 \text{ MPa}$$

$$\text{EnBüyük}\{\text{Tepki Kuvveti}(T,A)\} \geq 630 \text{ N}$$

ANSYS'de Optimizasyon değişkenleri ve sınır değerleri Şekil 15.'de görülmektedir.

Outline of Schematic C4: Optimization			
	A	B	C
1		Enabled	Monitoring
2	✓ Optimization		
3	Objectives and Constraints		
4	P1		
5	Minimize P3; P3 <= 0,1 mm		
6	Minimize P4; P4 <= 230 MPa		
7	P5		
8	Maximize P6; P6 >= 630 N		
9	Domain		
10	Steady-State Thermal (A1)		
11	P1 - Temperature Magnitude	✓	
12	Static Structural (B1)		
13	P5 - Force Z Component	✓	
14	Parameter Relationships		
15	Convergence Criteria		
16	Results		
17	Candidate Points		
18	Tradeoff		
19	Samples		
20	Sensitivities		

Şekil 15. ANSYS optimizasyon değişkenleri ve sınır değerleri

Şekil 16'da ANSYS'de Optimizasyon işlemi sayesinde elde edilen tasarım Aday Noktaları (Candidate Points) görülmektedir. Burada en uygun değerler 3 no'lu aday noktasında bulunmuştur.

Table of Schematic C4: Optimization - Candidate Points										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Reference	Name	P1 - Temperature Magnitude (C)	P5 - Force Z Component (N)	P3 - Total Deformation Maximum (mm)	P4 - Equivalent Stress Maximum (MPa)	P6 - Force Reaction Maximum Y Axis (N)			
2			Parameter Value	Parameter Value	Parameter Value	Parameter Value	Parameter Value	Parameter Value	Parameter Value	Parameter Value
3			Variation from Reference	Variation from Reference	Variation from Reference	Variation from Reference	Variation from Reference	Variation from Reference	Variation from Reference	Variation from Reference
3	○	Candidate Point 1	35,031	479,77	0,022711	223,70	659,9	%0,03	%0,03	%0,96
4	○	Candidate Point 2	35,015	476,72	0,02094	223,71	656,85	%0,01	%0,01	%0,49
5	●	Candidate Point 3	35,006	473,52	0,02098	223,68	653,65	%0,00	%0,00	%0,00
*		New Custom Candidate Point	49	487						

Şekil 16. ANSYS'de optimizasyonu tasarım aday noktaları

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada söz konusu tank üzerinde bulunan yağ tankı – soğutma grubu sirkülasyon pompası destek sacının ısıl genişleme ve gerilme analizi ANSYS’de geliştirilen Sonlu Elemanlar modeli ile yapılmıştır. Bu destek sacının tank içinde bulunan ve eğik makasta kullanılan silindirlere içinde çalışan sıcak hidrolik yağın ısı ile ve yine üzerinde çalışan elektrik motorunun ısı ile sıcaklığı artmaktadır. Ayrıca üzerinde bulunan elektrik motoru ve sirkülasyon pompası ve içindeki yağın ağırlığı ile üzerine bir yük uygulanmaktadır. Bu destek sacı AISI 316 Paslanmaz Çelik malzemeden imal edilmiştir. Yapılan çalışma ile sahada çalışma şartlarına uygun olarak destek sacının belirli şekil değiştirme ve güvenli gerilme sınırları altında kalması için en uygun sıcaklık ve üzerindeki ağırlık yükünün en uygun değerleri bulunmuştur. Buna göre  $T = 35,006$  °C sıcaklık ve  $A = 473,5$  N Ağırlık değerleri en uygun değerler olmaktadır. Bu sonuç sirkülasyon pompasında 5,3 kg hidrolik yağ bulunabileceğini göstermektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışmaya yaptıkları katkılardan ötürü çalışmanın yazarları AYMAS Ar-Ge Merkezi personeli Sn. Nazra Yeşil Doğan’a teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

- [1] Koçak Tümer, N. B., 2022. Okul öncesi öğretmenlerinin geri dönüşüme ilişkin görüşleri. Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi, 14 (27), 693-716.
- [2] Türemen, M., Demir, A. ve Özdoğan, E., 2019. Tekstil endüstrisi için geri dönüşüm ve önemi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25 (7), 805-809.
- [3] Topaç, M. M., Bahar, İ. ve Kuralay, N. S., 2016. Çok amaçlı bir taşıtın ön aks diferansiyel kovanının farklı sürüş koşulları için kütle ve gerilme optimizasyonu. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4, 501-513.
- [4] Kaya, M., 2019. Yarıklı boru kanatçıklara sahip ısı değiştiricisinin performans analizi. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 34 (1), 421-437.
- [5] Gürbüz, H., Baday, Ş. ve Sönmez, F., 2021. CNC takım tezgahlarında ayna ve punta basıncının talaşlı imalat parametrelerine etkisinin yüzey yanıt yöntemiyle değerlendirilmesi. Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10 (1), 160-169.
- [6] AYMAS Geri Dönüşüm Makinaları Firması, 2024. Erişim Tarihi: Temmuz 2024. <https://aymasmakina.com>.
- [7] AYMAS Geri Dönüşüm Makinaları Firması, Eğik Makaslar, 2024. Erişim Tarihi: Temmuz 2024. <https://aymasmakina.com/tr/urun/em-egik-makaslar>.
- [8] AYMAS Geri Dönüşüm Makinaları Firması, Eğik Makas Teknik Özellikleri, 2024. Erişim Tarihi: Ağustos 2024. [https://aymasmakina.com/upload/inclined\\_shear\\_190402102006\\_comp.pdf](https://aymasmakina.com/upload/inclined_shear_190402102006_comp.pdf).
- [9] Birçelik, <https://bircelik.com/tr/kategori/316-1-4401->.
- [10] ANSYS Workbench, Engineering Data Sources, 2024.
- [11] Turan, M. D. ve Altundoğan, H. S., 2011. Hidrometalurjik araştırmalarda yanıt yüzey yöntemlerinin (YYY) kullanımı. Madencilik Dergisi, 50 (3), 11-23.
- [12] Ögüçlü, Ö., 2024. Geri dönüşüm makinelerinin parametrik optimizasyon yöntemleriyle yapısal tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Bakırçay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 63-64.
- [13] Ergül, E. U., Gezeğin, C. ve Yılmaz, A., 2019. Yanıt yüzey yöntemi ve genetik algoritma kullanılarak transformatör sargı en sıcak nokta sıcaklığının modellenmesi ve optimizasyonu. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 10 (2), 467-480.
- [14] Uğur, L., 2019. 7075 Alüminyum malzemesinin frezelenmesinde yüzey pürüzlülüğünün yanıt yüzey yöntemi ile iyileştirilmesi. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12 (1), 326-335.



**T.C. MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ**  
**SOMA MESLEK YÜKSEKOKULU TEKNİK BİLİMLER DERGİSİ**  
**YAZIM KURALLARI VE YAYIN İLKELERİ**

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu **Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi**, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu tarafından yılda iki kez yayımlanır. Dergide, Meslek Yüksekokulları Teknik Programlarında yer alan anabilim dallarıyla ilgili konularda özgün ve nitelikli çalışmalar, yabancı dillerden Türkçe'ye çeviriler ve güncel tez özetleri yayımlanabilir.

Dergiye gönderilen eserlerde aranacak yayın ilkeleri ve yazım kuralları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

1-) Dergiye gönderilen yazı ve makaleler daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış ve yayın hakları verilmemiş olmalıdır.

2-) Dergide yayınlanacak yazı ve makaleler Türkçe, İngilizce, Fransızca ve Almanca'dan herhangi biriyle yapılabilir. Ancak Türkçe hazırlanan çalışmalarda Türk Dil Kurumunun belirlediği kurallar esas alınmalıdır. Çalışmanın başında Türkçe başlık ve en fazla 200 sözcükten oluşan Türkçe ve İngilizce özet ile en fazla 10 tane anahtar sözcük verilmelidir.

3-) Dergide yayımlanacak çalışmaların biçim sırası

- Türkçe başlık
- Özet
- Anahtar sözcükler
- İngilizce özet
- İngilizce anahtar sözcükler
- Metin
- Kaynaklar
- Ekler

şeklinde olmalıdır.

4-) Çalışmanın başlığı sol üst kenardan 6 cm. aşağıdan yazılmalıdır. Başlığın sağ alt tarafına yazar veya yazarların adları akademik ünvanlarla birlikte yazılmalı çalıştığı kurum, iletişim ve elektronik posta adresleri ise adların yanına konulacak dipnot işaretleriyle sayfa altına verilmelidir. Eğer çalışma başka bir kurumdan destek aldıysa başlık yanına verilecek dipnotla sayfa altına ilgili kurum yazılmalıdır.

5-) Dergiye gönderilecek yazı ve makaleler MS Word programında yazılmış üç kopya olarak eposta veya kargo yoluyla gönderilmelidir.

6-) Çalışmalar ekleriyle birlikte 15 sayfayı geçmemelidir.

7-) Metin yazımı A4 boyutundaki kağıda tek aralıklı olarak times new roman tur karakteriyle 10 punto, dipnot ve açıklamalar 8 punto ile yazılmalıdır. Başlıklar 12 punto koyu, özet ve dipnotlar tek ara ile yazılmalıdır. Sayfa boyutları sol 5 cm, sağ 4 cm, üst 7 cm ve alt 5 cm. olacak şekilde ayarlanmalıdır.

8-) Metin içindeki alıntı ve aktarma yoluyla kullanılan kaynaklar; parantez sistemine göre soyadı, yılı ve sayfası olacak şekilde metin içinde cümle bitiminde gösterilmeli ve ayrıca kaynakçada da yer almalıdır. Açıklama ve diğer dipnotlar numaralandırma esasına göre metnin sonuna eklenmelidir.

9-) Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu **Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi** ulusal hakemli bir dergidir. Dergiye gönderilen yazı ve makaleler ilgili alandaki en az iki hakeme gönderilir. Oy birliği sağlanamazsa üçüncü bir hakeme gönderilerek sonuca karar verilir. Yazı ve makalelerin içeriğinden yazarlar ve hakemler sorumludur.

**10-)** Yazı ve makalesi yayımlanan her yazara derginin ilgili sayısından 1 adet gönderilir. Ayrıca telif ücreti ödenmez.

**11-)** Dergi yayın ilkelerine, yazım kurallarına ve bilimsel araştırma yöntemlerine uygun olmayan yazı ve makaleler yayın kurulunca dikkate alınmaz.