



e-ISSN: 2667-4165 • CİLT / VOLUME: IV • SAYI / ISSUE: II • ARALIK / DECEMBER 2021

# AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALI BİLİMLER DERGİSİ

**Afyon Kocatepe University  
International Journal of  
Engineering Technology and  
Applied Sciences**

[www.dergipark.org.tr/tr/pub/akuumbd](http://www.dergipark.org.tr/tr/pub/akuumbd)



AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK TEKNOLOJİLERİ ve UYGULAMALI BİLİMLER DERGİSİ  
Afyon Kocatepe University  
International Journal of Engineering Technology and Applied Sciences

# Afyon Kocatepe University International Journal of Engineering Technology and Applied Sciences

<http://dergipark.org.tr/akuumubd>

e-ISSN:2667-4165

**Afyon Kocatepe University**  
**International Journal of Engineering Technology and**  
**Applied Sciences (AKU-IJETAS)**

Volume: IV / Number: 2 / December - 2021

*Owner / Publisher: Prof. Dr. Ayhan EROL for Afyon Kocatepe University*

*Editor in Chief Prof. Dr. Ayhan EROL*

*Co- Editor in Chief Assoc. Prof. Dr. Ahmet YÖNETKEN*

*Published Afyon Kocatepe University, December 2021,*

*ijetas@aku.edu.tr*

*This work is subject to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the material is concerned. Nothing from this publication may be translated, reproduced, stored in a computerized system or published in any form or in any manner, including, but not limited to electronic, mechanical, reprographic or photographic, without prior written permission from the Publisher Afyon Kocatepe University [www.ijetas.aku.edu.tr](http://www.ijetas.aku.edu.tr) [ijetas@aku.edu.tr](mailto:ijetas@aku.edu.tr) The individual contributions in this publication and any liabilities arising from them remain the responsibility of the authors. The publisher is not responsible for possible damages, which could be a result of content derived from this publication.*

**CONTACT INFORMATION**

Afyon Kocatepe University International Journal of Engineering Technology and Applied Science Afyon Kocatepe University, Technology Faculty, 03200 Afyonkarahisar, TURKEY

Phone: +90-272-2281446 /ext.

Fax: +90-272 228 1449

e-mail : [ijetas@aku.edu.tr](mailto:ijetas@aku.edu.tr), [aerol@aku.edu.tr](mailto:aerol@aku.edu.tr)

## **Welcome to AKU-IJETAS**

Dear Researchers;

Afyon Kocatepe University International Journal of Engineering and Applied Sciences ler has been published in Turkish and English since 2018 with 2 issues. Our journal will accept Turkish and English articles as 2 issues a year and the articles will be evaluated by at least two referees with the same system. Our magazine from December 2018; it offers many advantages to readers due to the practical and practical access to the authors as well as the process of publishing and publishing quickly and easily; The electronic journal (e-ISSN:2667-4165) accepts 2 numbers per year (June and December) in Turkish and English. The names of the judges evaluating the articles are not notified to the authors. The referees cannot see the names of the authors. The studies are evaluated as at least two referees. Our authors, who want to send articles, can register their original scientific articles online and follow the process by registering on our magazine page. Our journal is accepted as original and previously published research articles.

We are waiting for your contributions as both referee and writer. I thank you in advance for your support and I wish you success in your work.

**Prof. Dr Ayhan EROL**

**Chief Editor**

## Danışma Kurulu / Editörler/ Editorial Board

Adem KURT	Gazi University	TURKEY
Ahmet AKSOY	Akdeniz University	TURKEY
Ahmet YILDIZ	Afyon Kocatepe University	TURKEY
Alexander ONUFRAK	Pavol Jozef Safarik University	SLOVAKIA
Anas Sarwar QURESHI	Agriculture University	PAKISTAN
Artay YAGCI	Afyon Kocatepe University	TURKEY
Asım Gokhan YETGIN	Dumlupinar University	TURKEY
Behçet GULENC	Gazi University	TURKEY
Bojan ZLENDER	Maribor University	SLOVENIA
Cahit GURER	Afyon Kocatepe University,	TURKEY
David NOZADZE	Georgian Technical University	GEORGIA
Diñçer BURAN	Süleyman Demirel University	TURKEY
Dunja PERIC	Kansas State University, Manhattan	ABD
Dusan ORAC	Kosice Technical University	SLOVAKIA
Elena Cristina RADA	Trento University	ITALY
Gabor PAY	University College of Nyiregyhaza	HUNGARY
Gratiela BOCA DANA	Technical University Cluj Napoca	ROMANIA
Hazizan Md AKİL	Sains Malaysia University	MALAYSIA
Huseyin Ali YALIM	Afyon Kocatepe University	TURKEY
Huseyin AKBULUT	Afyon Kocatepe University	TURKEY
Huseyin BAYRAKCEKEN	Afyon Kocatepe University	TURKEY
Ilhan KOŞALAY	Ankara University	TURKEY
Ioan ABRUDAN	Technical University Cluj Napoca	ROMANIA
Ivan KURIK,	Technical University Zilina	SLOVAKIA
Iveta VASKOVA	Kosice Technical University	SLOVAKIA
João Pedro SILVA	Leiria Polytechnic Institute	PORTUGAL
Lucian Ionel CIOCA	Lucian Blaga University of Sibiu	ROMANIA
Marco RAGAZZI	Trento University	ITALY
Martina HRUBOVCAKOVA	Kosice Technical University	SLOVAKIA
Matjaž ŠRAML	Maribor University	SLOVENIA
Merlinda EBIBI	Mother Teresa University	MACEDONIA
Mihai BANICA	Technical University Cluj Napoca	ROMANIA
Mircea HORGOS	Technical University Cluj Napoca	ROMANIA
Monica Lopez ALONSO	University of GRANADA	SPAIN
Muhammed YURUSOY	Afyon Kocatepe University	TURKEY
Mustafa ERSOZ	University of Selcuk	TURKEY
Mustaque HOSSAIN	Kansas State University, Manhattan	ABD
Nadras OTHMAN	Sains University	MALAYSIA
Nicolae UNGUREANU	Technical University Cluj Napoca	ROMANIA
Neritan TURKESHI	Mother Teresa University	MACEDONIA
Olivera PETKOVSKA	Mother Teresa University	MACEDONIA

Olga OROSOVA	Pavol Jozef Safarik University	SLOVAKIA
Otar ZUMBURIDZE	Georgia Technical University	GEORGIA
P. Trinatha RAO	Gitam University	INDIA
Peter MONKA	Technical University Kosice	SLOVAKIA
Prasanna RAMAKRISNAN	Neo Education Institu	MALAYSIA
Ramazan KAÇAR	Karabük University	TURKEY
Radu COTETIU	Technical University Cluj Napoca	ROMANIA
Regita BENDIKIENĖ	Kaunas Technology University	LITVANIA
Renata PANOCOVA	Pavol Jozef Safarik University	SLOVAKIA
Rıdvan UNAL	Afyon Kocatepe University	TURKEY
Robert CEP	Technical University Ostrava	CZECH
Selçuk AKTURK	Mugla University	TURKEY
Serdar SALMAN	Marmara University	TURKEY
Serhat BASPINAR	Afyon Kocatepe University	TURKEY
Sermin OZAN	Fırat University	TURKEY
Sezai TAŞKIN	Celal Bayar University	TURKEY
Snezhina ANDONOVA	Sauth-West University	BULGARIA
Suleyman GUNDUZ	Karabük University	TURKEY
Stanislaw LEGUTKO	Poznan University of Technology	POLAND
Tomasz NIZNIKOWSKI	Lomza State University Applied Science	POLAND
Tomaz TOLLAZZI	Maribor University	SLOVENIA
Ugur CALIGULU	Fırat University	TURKEY
Yılmaz YALCIN	Afyon Kocatepe University	TURKEY
Yuksel OĞUZ	Afyon Kocatepe University	TURKEY
Zoran TRIFUNOV	Mother Teresa University	MACEDONIA

## CONTENTS

Page

### **AA6061 T6 Alüminyum Alaşımında Bilyeli Dövme İşleminin Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi**

*Ayşe Gül KOCAMAN, Ahmet DEMİRER* ..... 49-58

### **RLBP Metodu ile Mamografi Görüntülerinin İncelenmesi ve Sınıflandırılması**

*Muhammed Mustafa KELEK, Enes CENGİZ, Yüksel Oğuz, Ahmet YÖNETKEN*..... 59-64

### **MPPT Yöntemi ile İki Aşamalı Üç Fazlı Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Sistem**

*Mehmet DAYIOĞLU, Yüksel OĞUZ, Ahmet YÖNETKEN* ..... 65-73

### **$^{112}\text{Sn}(\alpha, \gamma) ^{116}\text{Te}$ Reaksiyonu için Astrofiziksel S-Faktörlerinin ve Reaksiyon Hızlarının Hesaplanması**

*Ercan YILDIZ, Abdullah AYDIN, İsmail Hakkı SARPÜN* ..... 74-77

### **Erkek Çocuklarda I-131 Radyoizotopunun Vücut Dozunun Yaşa Göre Değişimi**

*Tinur KOCA, İsmail Hakkı SARPÜN, Ünal YILDIRIR, İlkay Türk ÇAKIR, Selcan ŞAHİN*  
..... 78-82

### **CT Taramalarında Hastanın Kilosuna göre Alınan Dozun Değişimi**

*İsmail Hakkı SARPÜN, Cengiz ÖZSOY, Vedat AYDIN, Tinur KOCA*,..... 83-86

### **I-131 Radyoizotop Aktivitelerinin Nükleer Tıpta Kullanılan Organ Dozu Üzerine Etkisi**

*Timur KOCA, İsmail Hakkı SARPÜN, Cengiz ÖZSOY, Vedat AYDIN, Selcan ŞAHİN* ,..... 87-92

### **Yüksek Gerilim Kablolarında k-NN ile Arıza Konumu Belirleme ve Veri Boyutunun Sınıflandırmaya Etkileri**

*Fatih SERTTAŞ, Tuba Nur SERTTAŞ, Fatih Onur HOCAOĞLU*, ..... 93-98

### **Kalp Krizi ve Alternatif Tedaviler**

*Selcan KOCAMAN, Mine DOSAY AKBULUT*, ..... 99-106

## AA6061 T6 Alüminyum Alaşımında Bilyeli Dövme İşleminin Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi

Ayşe Gül KOCAMAN<sup>1</sup>, Ahmet DEMİRER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniv., Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Turkey

<sup>2</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniv., Teknoloji Fakültesi, Makine Müh. Turkey

e-posta: aysegul.kcmn1@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6555-7019

e-posta: ademirer@subu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-1252-9203

Geliş Tarihi:29.06.2021; Kabul Tarihi:25.07.2021

### Öz

#### Anahtar Kelimeler

AA6061 T6;  
Bilyeli Dövme;  
Bilye Boyutu;  
Püskürtme Basıncı.

Bilyeli dövme işlemi malzemenin mekanik ve yüzey özelliklerini iyileştirme amacıyla uygulanan bir prosestir. Dövme işlemi ile birlikte malzeme yüzeyi plastik deformasyona uğrar. Bu çalışmada otomotiv, savunma ve uçak sanayisi gibi birçok alanda kullanılan AA6061 T6 alüminyum alaşımına; farklı Almen şiddetlerinde S230 (0.6 mm) ve S330 (0.84 mm) çelik bilyeler ile dövme işlemi uygulanmıştır. Bu işlem sonucunda malzemenin mekanik ve yüzey özellikleri incelenmiştir. AA6061 T6 alüminyum alaşımının bilyeli dövme ile (%100 yüzey örtme oranında) çekme dayanımında %1 ile %3.8 arasında artış meydana gelmiştir. Yüzey örtme oranı 6 bar püskürtme basıncında %200'e çıkartıldığında %100 yüzey örtme oranına göre çekme dayanımı; küçük bilyede (S230/0.6 mm) %2.3, büyük çaplı bilyede (S330/0.84) %0.7 artış göstermiştir. Püskürtme basıncının artması ile her iki bilye çapında yüzey pürüzlülük değerleri artış göstermiştir. Çalışmada ayrıca yüzey özelliklerinin incelenmesi için SEM görüntüsü ele alınarak bilyeli dövmenin malzeme yüzeyindeki plastik deformasyonu incelenmiştir.

## Investigation of Effect of Shot Peening on the Mechanical Properties of AA6061 T6 Aluminum Alloy

### Abstract

#### Keywords

AA6061 T6;  
Shot Peening;  
Shot ball;  
Peening pressure.

Shot peening is a process applied to improve the mechanical and surface properties of the material. With the forging process, the material surface undergoes plastic deformation. In this study, to AA6061 T6 aluminum alloy that used in many areas such as automotive, defense and aircraft industry; shot peening was applied at different Almen intensities obtained with S230 (0.6 mm) and S330 (0.84 mm) stainless steel balls. At the end of this process, the mechanical and surface properties of the material were examined. With the ball forging (100% surface coverage) of AA6061 T6 aluminum alloy, an improvement in tensile strength from 1% to 3.8% occurred. When the surface coverage ratio is increased to 200% at 6 bar injection pressure, tensile strength compared to 100% surface coverage; increased 2.3% for small ball (S230/0.6 mm) and 0.7% for large diameter ball (S330/0.84). As the injection pressure increased, the surface roughness values of both ball types increased. For the surface evaluation, the plastic deformation of the shot peening on the material surface was investigated with SEM images.



## 1. Giriş

Bilyeli dövme, metalik malzemelerin yüzey ve yüzey altı özelliklerini geliştirmek için kullanılan soğuk şekil verme yöntemidir (Varol, 1990). Yüksek hızlarda fırlatılan küçük çaplı bilyelerin malzeme yüzeyine tekrarlı çarpması sonucu plastik deformasyon tabakası oluşturur (Alkan, 2016) Bu durum malzemenin tane yapılarını incelterek, çekme dayanımında artış, yüzeyde artık gerilme oluşumu, yüzey ve yüzey altı bölgelerinde sertlik artışı olarak gözlemlenir. Bilyeli dövme prosesinde bilyeler vasıtasıyla malzemeye kinetik enerji aktarımı sağlanmaktadır. Bu enerjinin ölçülmesi için Almen testi geliştirilmiştir. Almen şiddeti; bilye çapı, bilye cinsi, püskürtme basıncı, dövme süresi ve yüzey örtme oranına bağlı olarak değişir (Avcu E. , 2018). Almen şiddeti arttıkça plastik deformasyon kalınlığı da artmaktadır (Ünal & Varol, 2014). Bilyeli dövme otomotiv ve havacılık sektörlerinde sıklıkla kullanılan ucuz ve erişilebilir bir yöntemdir.

Alüminyum malzemeler yüksek korozyon direnci, yüksek özgül dayanım, kolay işlenebilirlik, hafiflik özellikleriyle çelikten sonra en yaygın kullanılan mühendislik malzemeleridir. Alüminyum çelik ile kıyaslandığında üç kat daha hafiftir enerji tasarrufunun önem kazandığı savunma sanayinde, trenler, uçaklar, gemiler ve otomobiller gibi pek çok alanda tercih edilmektedir (Başer, 2012). Son yıllardaki gelişmeler ile birlikte askeri araçlarda hız ve manevra kabiliyetinin artırılması önemli bir konu olmuştur. Çelik malzemelerin yerini alacak alüminyum alaşımlarının mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi bu çalışmanın başlıca amaçlarından. 6xxx serisi alüminyum alaşımları magnezyum (Mg) ve silisyum (Si) içerir. Kaynak edilebilme kabiliyetleri yüksektir. Bu özellik üretim masraflarını düşürür (Coşkun, 2002).

Alüminyum alaşımlar ile yapılan bilyeli dövme işlemleri incelendiğinde Chen ve arkadaşları farklı basınçlarda dövülen AA6061 malzemesini incelemiştir. Basınç arttıkça yüzey pürüzlülüğü, plastik deformasyon kalınlığı ve korozyon direncinde artış olduğunu gözlemlemiştir (Chen,

ve diğerleri, 2014). Alkan, AA1040 ve AA2024 alüminyum alaşımları üzerine yaptığı doktora çalışmasında S230 ve S460 bilyeler ile dövme işlemi gerçekleştirmiş ve akma sınırında artış elde ederken malzemelerin kopma uzamasında azalma olduğunu kaydetmiştir (Alkan, 2014). Sathyajith; lazer ile dövme işlemini AA6061 T6 alüminyum alaşımına uygulamış ve yüzeyde meydana gelen plastik deformasyonun bilye atış yoğunluğu ile birlikte arttığını ve malzemedeki mikrosertliğin 1.2mm artış gösterdiğini tespit etmiştir (Sathyajith & Kalainathan, 2012). Markovina ve arkadaşları, bilyeli dövme parametrelerinden nozul açısı ve nozul mesafesinin AA2024-T3 üzerine etkisini incelemiştir. Bilyeli dövme parametrelerinin hatalı seçilmesi durumunda malzeme yüzeyinde aşırı soyulmaya neden olacağını belirtmişlerdir (Markovina, Blagojević, & Ban, 2008). Patil ve arkadaşları yaptıkları derlemede bilyeli dövmenin alüminyum alaşımlarının mekanik özelliklerine etkisini inceleyen çalışmalara değinmişlerdir. Bilyeli dövmenin; çekme dayanımı, yorulma ömrü ve korozyon direnci ile doğrudan ilgili olduğunu belirtmişlerdir (Patil, Shrikant, S., & S., 2018). Günümüzde farklı alüminyum alaşımlarında ve farklı dövme türlerinde çok sayıda çalışma devam etmektedir.

Bilyeli dövme işleminde farklı parametreler, dövülen malzemenin özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Bu parametreler; bilye çapı, bilye türü, püskürtme basıncı, püskürtme açısı, yüzey örtme oranı, dövme süresi, püskürtme açısı, nozul çapı ve mesafesidir (Avcu E. , 2018). Yapılan bu çalışmada, AA6061 T6 alüminyum alaşımına dövme işlem parametreleri olarak iki farklı bilye çapı ve üç farklı püskürtme basıncı kullanılmıştır. Bu parametrelerin malzemenin mekanik ve yüzey özelliklerine olan etkisi incelenmiştir.

## 2. Malzeme ve Yöntem

### 2.1. Malzeme

Bu çalışmada incelemeye değer olarak otomotiv, savunma ve uçak sanayisi gibi birçok alanda

kullanılan AA6061 T6 malzemesi seçilmiştir. T6 alüminyum malzemenin maksimum akma mukavemetini sağlamaya yönelik ısıtıl işlem gördüğünü göstermektedir. Tablo 1’de kimyasal

özellikleri ve Tablo 2’de mekanik özellikleri verilen malzeme 320 x 320 x 3.17mm boyutlarında levha formunda hazırlanmıştır.

**Tablo 1.** AA6061 T6 Alüminyum alaşımının kimyasal özellikleri

Elementler	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Diğer	Al
Kütlece %	0.68	0.44	0.24	0.14	0.94	0.18	0.06	0.04	0.03	Kalan

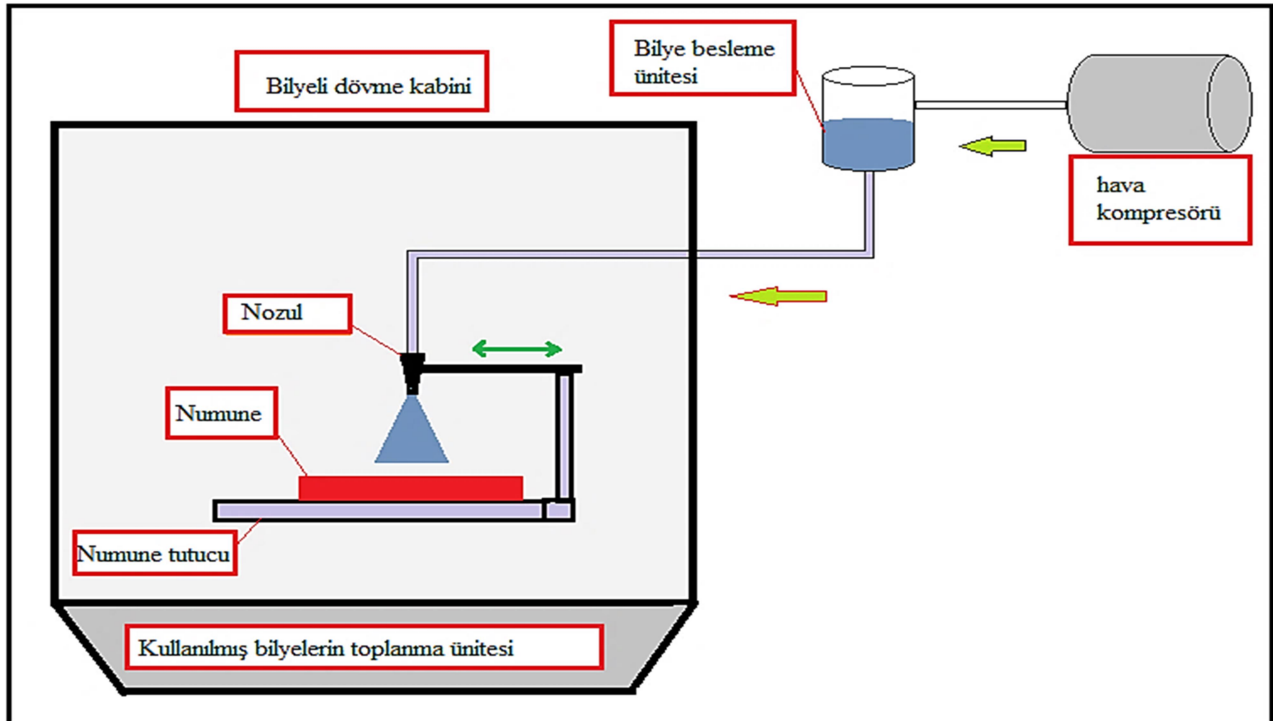
**Tablo 2.** AA6061 T6 Alüminyum alaşımının mekanik özellikleri

Temper	Akma Mukavemeti (MPa)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Uzama (%)	Sertlik (Vickers-HV)
T6	270	310	16	86

## 2.2. Yöntem

Bilyeli dövme işlemi SGM-1000G marka vakumlu tip bilyeli dövme makinesinde yapılmıştır. Manuel ayarlamalı olan makine için geliştirilen düzenek ile plakalara bilyeli dövme işlemi uygulanmıştır (Şekil 1).

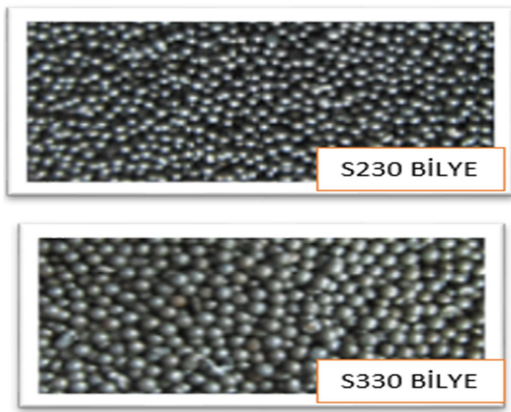
Çalışmada kullanılan bilyeler SAE tarafından belirlenen standartlara uygun olarak seçilmiştir. Bilye gösterimindeki “S” kodu çelik bilye oluşunu, “S230”daki rakam ise nominal çapın inç değerinin 10000 ile çarpılmasını gösterir. Bilyelere ait fiziksel özellikler Tablo 3’te verilmiştir.



**Şekil 1.** Bilyeli dövme düzeni

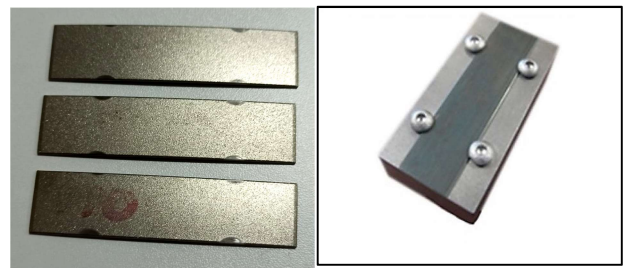
Tablo 3. Bilye özellikleri (Fetaş Metalurji , 2021)

SAE no	Nominal çap (mm)	Bilye sertliği (HRC)	Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	Kristal Şekli	SEA J444 Elek Analizi	
					Elek (mm)	Tolerans
S230	0.60	40-55	7.2	Martenzitik	1.00 18 No Elekten	Tamamı
					0.85 20 No Elekten	max. %10
					0.60 30 No Elekten	min. %85
					0.50 35 No Elekten	min. %97
S330	0.84	40-55	7.2	Martenzitik	1.40 14 No Elekten	Tamamı
					1.18 16 No Elekten	max. %5
					0.85 20 No Elekten	min. %85
					0.71 25 No Elekten	min. %96



Şekil 2. S230 ve S330 bilye görüntüleri (Fetaş Metalurji , 2021)

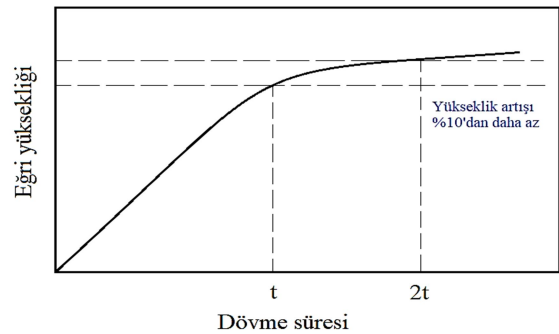
Bilyeli dövme işleminde fırlatılan bilyelerin aktardığı kinetik enerjiyi ölçmek için Almen şiddeti kullanılır. Bu yöntemde standart şeritler kullanılır. Bilyeli dövme ile birlikte şeritte konveks eğilme meydana gelir. Almen şiddeti deformasyona uğrayan şeritlerde meydana gelen eğriliğinin yüksekliği olup Almen ölçüm cihazı ile belirlenir (Şekil 4). Bilyeli dövme işleminin Almen şiddetinin ölçülmesi için farklı sürelerde dövme işlemi tekrarlanır. Dövme süresi iki katına çıkarıldığında şeritte meydana gelen eğri yüksekliği %10'dan daha az ise %100 yüzey örtme oranına ulaştığı kabul edilir. Almen şiddetinin ölçülmesinde standart şerit tipleri (N:hafif dövme şiddeti, A:orta dövme şiddeti, C:yüksek dövme şiddeti) kullanılmaktadır. Almen şeridi tutucuya (Şekil 3) sabitlenerek dövme işlemi gerçekleştirilir (Alkan, 2014).



Şekil 3. Almen şeritleri ve Almen tutucu



Şekil 4. Almen ölçüm cihazı



Şekil 5. Dövme süresi-eğrilik yüksekliği grafiğinden yüzey örtme oranı tayini (Ay &amp; Sakin, 1988)

Çalışmada işlem parametreleri iki farklı tane büyüklüğüne sahip (S230 ve S330) bilyelerle, üç farklı basınçta (4, 6 ve 8 bar) ve %100 yüzey örtme oranında dövülmüştür. Ayrıca yüzey örtme oranının bilyeli dövmedeki etkisinin incelenmesi amacıyla 6 bar basınçta yapılan dövme işlemi yüzey örtme

oranı %200'e çıkartılarak tekrar uygulanmıştır. Tablo 4'de belirlenen parametreler ve bu parametreler sonucunda elde edilen Almen şiddeti değerleri mevcuttur. Eğrilik yüksekliği 100 ile çarpılarak Almen şiddeti ifade edilir (Ay & Sakin, 1988).

**Tablo 4.** Bilyeli dövme parametreleri

Malzeme	Bilye ölçüsü	Yüzey örtme oranı (%)	Püskürtme Basınç (bar)	Eğri yüksekliği (inç)	Süre (sn)	Almen Şiddeti
AA6061 T6	S230	100	4	0.146	51	14A
		100	6	0.157	64	16A
		100	8	0.187	72	18A
	<b>S230</b>	<b>200</b>	<b>6</b>	<b>0.157</b>	<b>128</b>	<b>16A</b>
	S330	100	4	0.183	58	18A
		100	6	0.245	70	24A
		100	8	0.276	81	28A
	<b>S330</b>	<b>200</b>	<b>6</b>	<b>0.245</b>	<b>140</b>	<b>24A</b>

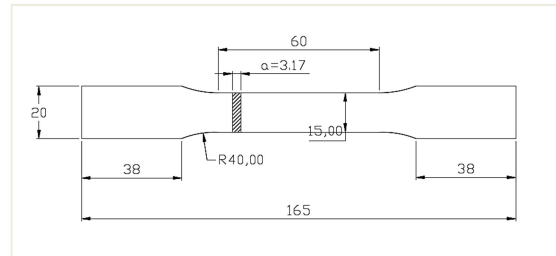
Çekme numuneleri, çekme testine hazırlık için Tablo 4'deki dövme işlemi sonrasında fiber lazer kesim makinesiyle (HD-F 3015) hazırlanmıştır. Tablo 5'te çekme test numunesi hazırlamak için kesim parametreleri verilmiştir.

**Tablo 5.** HD-F 3015 fiber lazer kesim makinesi parametreleri

Hız (mm/min)	5000
Nozul mesafesi (mm)	1
Gaz basıncı (bar)	15
Lazer güç (W)	3000
Frekans (Hz)	5000

Çekme numunelerinin boyutları Şekil 6'da verilmiştir. Hazırlanan çekme numuneleri LPM-3M polisaj makinesi ile 120 meshlik zımparalar takılarak lazer kesimi sırasında oluşan kesim izleri düzeltilmiştir. Çekme deneyleri ise SHIMADZU AG-IC çekme test cihazında gerçekleştirilmiştir. Bilyeli dövme işlemi öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi için ART300 cihazı (Şekil 7) kullanılmıştır. Bilyeli dövme ile yüzey özelliklerinin incelenmesi için dövülen plaka formundaki malzemelerden 10x10mm boyutunda

numuneler alınarak JEOL JSM-6060LV taramalı elektron mikroskopunda (SEM) incelenmiştir.



**Şekil 6.** Çekme numunesi boyutları (ISO 6892-1)



**Şekil 7.** Yüzey pürüzlülük ölçümü

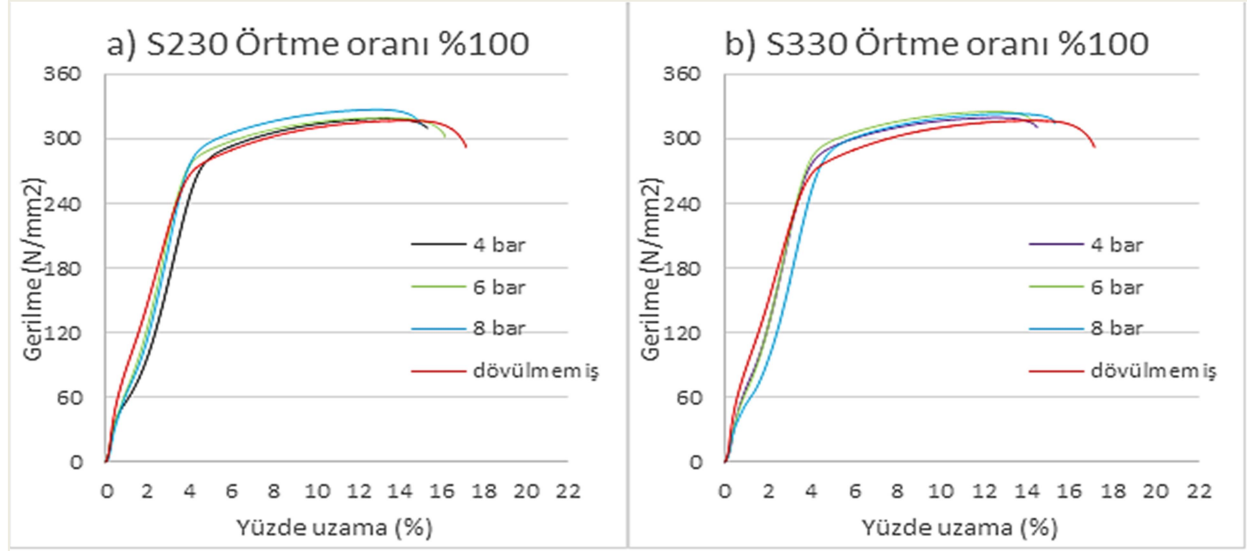
### 3. Deneysel Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Bilyeli dövme parametrelerinin çekme mukavemetine etkisi

AA6061 T6 alüminyum alaşımının S230 ve S330 çelik bilyeler kullanılarak 4, 6 ve 8 bar püskürtme

basıncında bilyeli dövme işlemi neticesinde kaydedilen çekme testi sonuçları Şekil 8 ve Tablo 6'da yer almaktadır. Bilyelerin yüzeye uyguladıkları bombardımanın etkisi mekanik özellikleri doğrudan etkilemiştir. Çekme mukavemetindeki artış Almen şiddetiyle doğru orantılı bir şekilde artmıştır.

Buradaki artış pekleşme sonucunda yüzeyde meydana gelen artık basma gerilmesi oluşumu ve tane yapılarındaki plastik deformasyonlar ile ilişkilendirilebilir (Avcu E. , 2018).



Şekil 8. Çekme testi sonuçları a)S230 bilye ile %100 yüzey örtme oranında b)S330 bilye ile %100 yüzey örtme oranında

Numunelerdeki mikro sertlik değerleri, iki tarafı dövülmüş numunelerin yanıl kesitleri (3.17mm) üzerinden alınmıştır. Ölçümler dıştan içe doğru gerçekleştirilmiştir. Tablo 6'da dövülmüş yüzey sertliği, iki yüzeyden alınan sertlik değerlerinin ortalaması olup iki yüzey arasındaki fark yaklaşık %1-2 kadar tespit edilmiştir. Ayrıca numunelerdeki

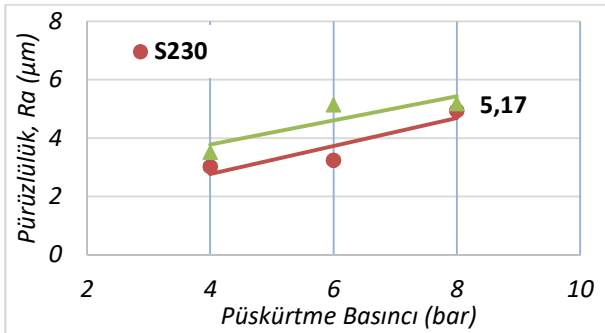
kesitin orta öz kısmından da ölçümler alınarak meydana gelen değişim verilmiştir. Püskürtme basıncı arttıkça yüzeylerde sertlik artışı görülürken, öz kısımda ancak yüksek püskürtme basıncında çok düşük bir artış gözlenmiştir. Bu mikro sertlik değerleri %100 örtücülük oranında alınan değerlerdir.

Tablo 6. Çekme mukavemeti ve Mikro sertlik değerleri (Örtücülük oranı:100)

Malzeme ve Bilyeler	Püskürtme Basıncı (bar)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Uzama (%)	Mikrosertlik HV (Dövülmüş yüzey)	Mikrosertlik HV (Numune orta kesiti)
Dövülmemiş AA6061 T6	--	315.8	16.8	86.00	86.00
S230 (0.60 mm)	4	318.8	16.6	104.25	86.00
	6	319.9	16.2	107.50	86.00
	8	327.8	15.0	117.15	86.60
S330 (0.84 mm)	4	319.1	15.4	120.25	86.00
	6	324.4	14.3	123.60	86.20
	8	323.0	14.3	126.00	86.30

### 3.1 Bilyeli dövme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi

Bilyeli dövme işlemi bu çalışmada mekanik özelliklerin iyileştirilmesine yönelik yapılmaktadır. Fakat parça yüzeyinin işlem sonunda kullanılacağı yere uygunluk açısından da değerlendirilmesi yapılmıştır. Bilyeli dövme işlemi sonucunda numunelerin yüzey pürüzlük değerinde artış meydana gelmiştir. S230 ve S330 çelik bilyelerde yapılan dövme sonucunda Ra (ortalama pürüzlülük) değerinde meydana gelen değişim Şekil 9'da verilmiştir.

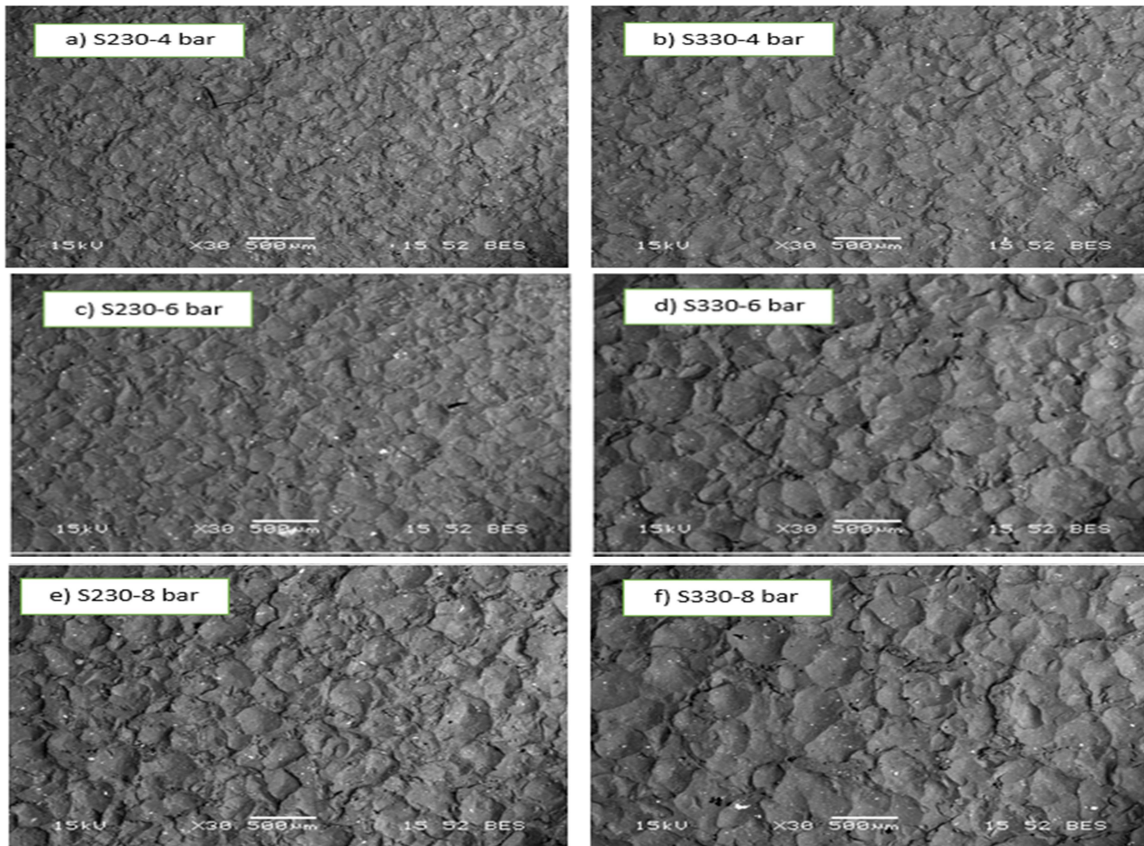


Şekil 9. AA6061 T6 malzemenin farklı basınçlardaki yüzey pürüzlülük değeri

S230 (0.6mm) ile dövülen yüzeylerde 4 bar'da yüzey pürüzlülüğü Ra=3.01 iken, 8 bar sonunda Ra=4.93 değerine çıkmaktadır. Yüzey pürüzlülüğündeki artış %63.8'dir. S330 (0.84mm) ile dövülen numunelerde 4 bar'da Ra=3.51 olan pürüzlülük değeri, 8 bar püskürtme basıncında Ra=5.17'e yükselmiştir. Buradaki artış oranı ise %47.3 olarak tespit edilmiştir.

### 3.3. Yüzey özellikleri SEM incelemesi

Bilyeli dövme ile birlikte yüzeyde plastik deformasyonlar meydana gelmiştir. Bilyelerin mevcut kütlesi ve hızıyla oluşturduğu kinetik enerji yüzeye aktarılmıştır. Yüzeyde kırılan tane yapıları sonunda yeni bir yüzey formu oluşmuştur. Şekil 10'da bilyeli dövme işlemi uygulanan AA6061 T6 alüminyum alaşımının SEM görüntüleri verilmiştir. Numunelerin SEM görüntüleri Jeol marka JSM 6060LV model cihazda çekilmiştir.



Şekil 10. Bilyeli dövme parametrelerinin SEM analizi a)S230 bilye-4 bar b) S330 bilye-4 bar c) S230 bilye-6 bar d) S330 bilye-6 bar e) S230 bilye-8 bar f) S330 bilye-8 bar

Şekil 10'daki SEM görüntüleri incelendiğinde, S230 bilyede basınç arttıkça yüzeyde oluşan tepe-çukur oluşumları giderek belirgin hale gelmiştir. Aynı yorumu S330 bilye için yapmak mümkündür. SEM görüntüleriyle yüzey pürüzlülük değerleri birbirini desteklemektedir.

Bilyeli dövmede aynı basınç değerlerinde S330 (0.84mm) bilyelerin S230 (0.6mm) bilyelere göre belirgin deformasyon bölgeleri oluşturmuştur. Bilye çapı arttıkça tepe-çukur oluşumlarının arttığı gözlemlenmektedir. Bu durum pürüzlülükle de örtüşmektedir.

### 3.4 Bilyeli dövme işleminde yüzey örtme oranının malzeme üzerindeki etkileri

Bilyeli dövme yönteminde önemli bir parametre olan yüzey örtme oranı, yüzeyin homojenliğinde

önemli bir etkiye sahiptir (Avcu Y. Y., 2019). AA6061 T6 alüminyum alaşımı 6 bar basınç sabit tutularak iki farklı yüzey örtme oranında (%100 ve %200) dövülmüştür. Yüzey örtme oranında numune daha fazla bilyeli dövme maruz kalmaktadır. Tablo 7.'de sabit 6 bar püskürtme basıncında ve iki farklı örtme oranında dövülmüş numunelerin çekme dayanımı, yüzey pürüzlülüğü ve mikro sertlik değerleri verilmiştir. Yüzey örtme oranı arttıkça çekme dayanımı ve sertlik değerleri artarken, yüzey pürüzlülüğünde düşme gözlenmektedir. Dövülmemiş halde 86 HV olan numuneler, sabit 6 bar püskürtme basıncı ve %100 örtücülükte S230 bilyelerle dövüldüğünde %25 sertlik artışı gözlenirken %200 örtücülükte ise %43.6 artış gözlenmiştir. Bilye çapı arttığında ise (S330) bu artış sırasıyla %43.7 den %55.2 ye çıkmıştır (Tablo 7).

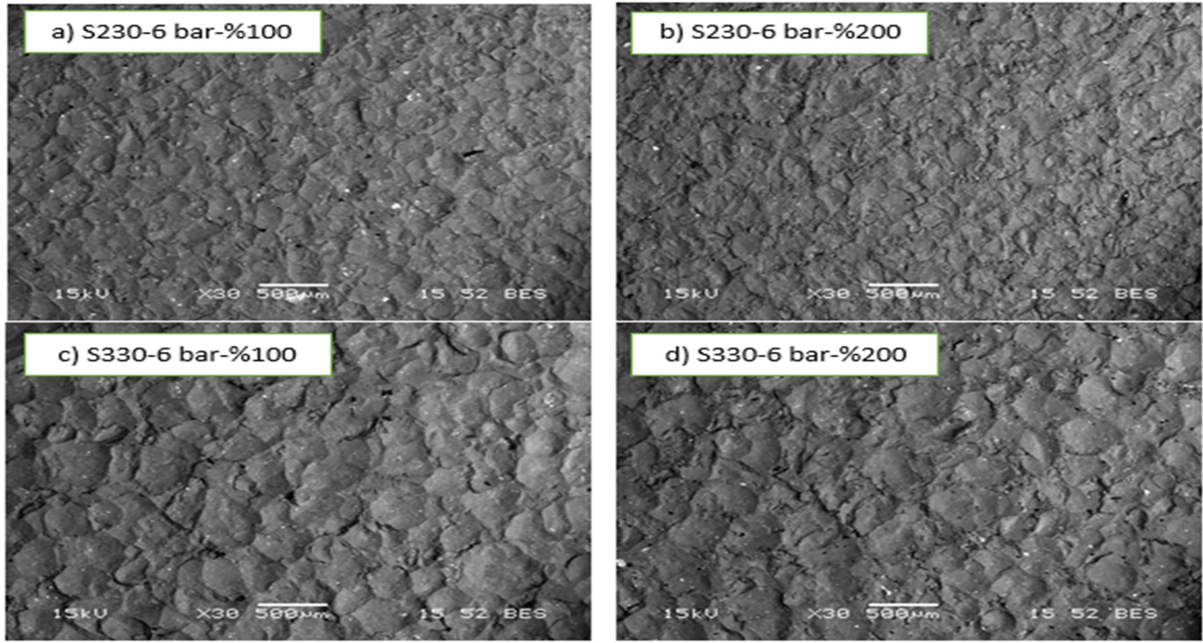
**Tablo 7.** Farklı örtme oranında çekme mukavemeti, yüzey pürüzlülüğü ve sertlik ölçüm sonuçları

SAE no	Püskürtme Basıncı (bar)	Yüzey örtme oranı (%)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Uzama (%)	Yüzey Pürüzlülüğü (Ra)	Mikrosertlik HV (Dövülmüş yüzey)
S230	6	100	319.9	16.2	3.23	107.50
	6	200	328.0	14.7	3.11	123.50
S330	6	100	324.4	14.7	5.13	123.60
	6	200	326.5	13.1	3.88	133.50

Şekil 11'de ise SEM analizi sonuçları yer almaktadır. Şekil 11.a ve Şekil 11.b incelendiğinde yüzey örtme oranı %100'den %200'e çıkartıldığında yüzey deformasyonu belirgin bir şekilde artmıştır. S230 çelik bilye ile dövülen numunelerde çekme dayanımındaki artış bu durumu desteklemektedir.

S330'luk büyük çaplı bilye ile dövülen AA6061 T6 malzemede örtücülük oranının artması çekme

dayanımında daha düşük artış gerçekleşmiştir. Yüzey pürüzlülüğü (Ra) örtme oranının artması ile düşmektedir. Şekil 11.c ve Şekil 11.d incelendiğine yüzey örtme oranı %100 den %200 e çıkarıldığına malzeme yüzeyinde düzleşmeler göze çarpmaktadır. Fakat en iyi çekme dayanımı 6 bar püskürtme basıncında, küçük çaplı bilyede (S230/0.6mm) ve %200 örtücülük oranında tespit edilmiştir.



Şekil 11. Bilyeli dövme parametrelerinin SEM analizi

a)S230 bilye-4 bar b) S330 bilye-4 bar c) S230 bilye-6 bar d) S330 bilye-6 bar

### 3.5. Sonuçlar

Bilyeli dövme yöntemi ile AA6061 T6 alüminyum alaşımına S230 ve S330 bilyelerle 4, 6 ve 8 bar püskürtme basınçlarında dövme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma sonunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Bilye çapı arttıkça numunelerde çekme mukavemetinde artış, % uzama değerlerinde ise düşme gözlemlenmiştir.
- Püskürtme basıncının artması ile düşük bilye çapında (S230/ 0.6mm) çekme dayanımı % 3.8'e ; büyük bilye çapında (S330/0.84mm) ise % 2.72'ye varan artışlar tespit edilmiştir. Çekme dayanımının dövülmemiş numuneye göre en yüksek olduğu değerler; düşük bilye çapında %100 yüzey örtme oranında 8 bar basınçtaki dövme işleminde %3.80, küçük bilye çapında %200 yüzey örtme oranında 6 bar basınçtaki dövme işleminde %3.86 artış gerçekleşmiştir. Dövme işleminin etkisiyle %100 yüzey örtme oranı ile tüm parametrelerde çekme dayanımında %1 ila %3.8 arasında artış tespit edilmiştir.
- Büyük bilye çapında ve yüksek püskürtme basıncında (8bar) çekme dayanımında bir

miktar düşme kaydedilmiştir. Bunun muhtemel sebebinin malzeme yüzeyindeki mikro çatlakların oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

- Yüzey örtme oranının artması (%100'den %200'e) ile farklı bilye çaplarında yapılan dövme işlemi çekme dayanımını, mikro sertliği arttırmıştır. Yüzey pürüzlülüğünü ise azaltmıştır. Püskürtme basıncı 6 bar basınçta gerçekleştirilen deneylerde küçük bilye çapında (S230/ 0.6mm) yüzey örtücülük oranı %100'den %200'e çıkartıldığında çekme dayanımı %2.3, dövülmemiş malzemeye göre ise %3.86 artış göstermiştir. Büyük bilye çapında (S330/0.84mm) çekme dayanımı %100 yüzey örtme oranı %200'e çıkartıldığında %0.7; dövülmemiş malzemeye göre %3.39 artış tespit edilmiştir. Büyük bilye çapındaki dayanımdaki artış daha az gerçekleşmiştir.
- Yüzey sertliği, %200 örtücülükte ve küçük bilye çapında dövülmemiş numuneye göre %43.6 ya kadar artış gösterirken, büyük bilye çapında %55.2 ye kadar çıkmaktadır.
- Yüzey pürüzlülüğü her iki bilye çapında da basıncın artması ile artış göstermiştir. Bilye



çapı arttıkça yüzey pürüzlülüğü artmıştır. Düşük bilye çapında basıncın iki kat artırılması (4 bar'dan 8 bar'a) ile yüzey pürüzlülüğündeki artış %63.8 olurken, büyük bilye çapında bu artış % 47.3 olarak tespit edilmiştir.

- Numunelerin SEM görüntüleri incelendiğinde bilye çapı arttıkça plastik deformasyon ve tepe-çukur oluşumunun artışı gözlenmiştir. Püskürtme basıncı arttıkça yüzeyde oluşan tepe-çukur oluşumları daha belirgin hale gelmiştir. Örtücülük oranı arttıkça numune yüzeyinde sertliğin artması ve pürüzlülüğün düşmesi ile daha düzgün bir yapı gözlenmektedir. Bu daha önce yapılmış literatür çalışmalarıyla uyum göstermiştir.

#### 4. Kaynaklar

- Alkan, Z., 2014. Alüminyum Alaşımlarında Bilyalı Dövmenin Fiziksel, Mekanik ve Yüzey Özelliklerine Etkisi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, ss.101.
- Alkan, Z., Varol, R., and Server, R. 2016. Bilyeli dövme uygulanmış AA1050 alüminyum malzemenin metalografik incelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (5), 524-529.
- Avcu, E., 2018. Bilyalı dövme parametrelerinin AA7075 T6 alüminyum alaşımının yüzey altı özelliklerine etkileri. *GU J Sci, Part C*, 6 (4), 741-752.
- Avcu, Y. Y., 2019. Ti6Al4V Titanyum Alaşımın Bilyalı Dövme Sonrası Aşınma Davranışının İncelenmesi. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, ss.173.
- Ay, İ., & Sakin, R., 1988. Kumlama ile Parça Temizleme ve Bilyalı Dövme Prosesi. *Makina & Metal Teknolojisi*, 68-72.
- Başer, T. A., 2012. Alüminyum Alaşımları ve Otomotiv Endüstrisinde Kullanımı. Mühendis ve Makina. *Mühendis ve Makina*, 53 (635), 51-58.
- Chen, B., Huang, B., Liu, H., Li, X., Ni, M., and Lu, C. 2014. Surface Nanocrystallization Induced By Shot Peening And Its Effect On Corrosion Resistance of 6061 Aluminum Alloy . *J. Mater. Res.*, 29 (24), 3002-3010.
- Coşkun, K., 2002. Hadde Alüminyum Alaşımlarının Uçaklarda Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, ss.155.
- Fetaş Metalurji . (2021, Mayıs 5). Fetaş Metalurji Web sitesi: <https://www.fetasmetalurji.com> adresinden alındı.
- Markovina, R., Blagojević, B., and Ban, D., 2008. Investigation of Influential Parameters on Shot-Peening of Aluminum Alloys. *12th International Research/Expert Conference*. İstanbul.
- Patil, S. S., S. P., S., S. K., & S., S. A. 2018. A Review on Influence of Various Technological Processes on Mechanical Properties of Aluminum Alloys. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*.
- Sathyajith, S., & Kalainathan, S., 2012. Effect of Laser Shot Peening on Precipitation Hardened Aluminum Alloy 6061-T6 Using Low Energy Laser. *Optics and Lasers in Engineering* (50), 345-348.
- Ünal, O., & Varol, R., 2014. Almen Intensity Effect on Microstructure and Mechanical Properties of Low Carbon Steel Subjected to Severe Shot Peening. *Applied Surface Science* (290), 40-47.
- Varol, R., 1990. 2024 Alüminyum Alaşımının Yorulma Ömrü Üzerine Farklı Bilyeli Dövme İşlem Parametrelerinin Etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

## RLBP Metodu ile Mamografi Görüntülerinin İncelenmesi ve Sınıflandırılması

Muhammed Mustafa Kelek<sup>1</sup>, Enes Cengiz<sup>2</sup>, Yüksel Oğuz<sup>1</sup>, Ahmet Yönetken<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Afyonkarahisar

<sup>2</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği, Afyonkarahisar

<sup>3</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

e-mail: [mmustafakelek@aku.edu.tr](mailto:mmustafakelek@aku.edu.tr), ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9915-4776>

e-mail: [enescengiz@aku.edu.tr](mailto:enescengiz@aku.edu.tr), ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1127-2194>

e-mail: [yukseloguz@aku.edu.tr](mailto:yukseloguz@aku.edu.tr), ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5233-151X>

e-mail: [yonetken@aku.edu.tr](mailto:yonetken@aku.edu.tr), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1844-7233>

Geliş Tarihi: 03.08.2021; Kabul Tarihi: 01.09.2021

### Öz

Göğüs kanseri dünya genelinde kadınlarda en çok karşılaşılan kanser türüdür. Günümüzde her kadının başına gelebilecek olan göğüs kanseri, erkeklerde de görülebilmektedir. Göğüs kanserinde insanların fiziksel ve zihinsel halleri çok etkilidir. Göğüs kanserine karşı tedbirli olabilmek için belirli aralıklarla göğüs dokularının incelenmesi gerekmektedir. Bu dokular, uzmanlar tarafından incelenmektedir. Ancak inceleme esnasında yapılan yanlış teşhisler tedavi sürecini olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple, bu dokuların sayısal ortamda işlenip incelenmesi daha faydalı olmaktadır. Bu çalışmada, YSA ile göğüs kanserinin sınıflandırması yapılmıştır. Mamografi görüntüleri üzerinde Döndürülmüş Yerel İkili Örüntü (RLBP) metodu kullanılarak öznitelikler çıkarılmıştır. Bu öznitelikler, parametreleri belirlenmiş olan YSA aracılığı ile eğitilmiştir. Eğitim sonucunda iyi ve kötü huylu olarak sınıflandırılan ikili sınıflandırmada %87,82 ve Yağlı, Yağlı-Glandüler ve Yoğun-Glandüler olarak sınıflandırılan üçlü arka plan doku sınıflandırmasında %80,95 başarı oranı elde edilmiştir.

### Anahtar Kelimeler

Mamogram; Yapay

Sinir Ağı (YSA); RLBP;

Göğüs Kanseri.

## Examination and Classification of Mammography Images with the RLBP Method

### Abstract

Breast cancer is the most common type of cancer in women worldwide. Breast cancer, which can happen to every woman, can also be seen in men. The physical and mental state of people is very important in breast cancer. The breast tissues should be examined at intervals in order to be cautious against breast cancer. The breast tissues should be examined periodically in order to be cautious against breast cancer. These tissues are examined by experts. However, misdiagnoses made during the examination adversely affect the treatment process. For this reason, it is more beneficial to process and examine these tissues in digital environment. In this study, classification of breast cancer was made with ANN. Features were extracted using the Rotated Local Binary Pattern (RLBP) method on mammography images. These features were trained by ANN whose parameters have been determined. As a result of the training, a success rate of 87.82% was achieved in the binary classification classified as benign and malignant, and 80.95% in the triple background tissue classification classified as Fatty, Fatty-Glandüler and Dense-Glandüler.

### Keywords

Mammogram; Artificial

Neural Network (ANN);

RLBP; Breast Cancer.

## 1. Giriş

Kanser çağımızın en tehlikeli ve ölümcül hastalıklarından birisidir. Kanserde erken tanı, teşhis ve tedavi ciddi önem arz etmektedir. Göğüs kanseri ise, kadınlar arasında çok rastlanan kanser tipidir. Ancak sadece kadınlarda değil erkeklerin de göğüs kanserine yakalanma ihtimalleri vardır (Hossfeld 1992, Topuz at al 2003). Kanser, hücrelerde çevresel ve kalıtsal nedenlerden dolayı DNA'nın hasar alması sonucu, hücrelerin kontrolsüz veya anormal bir şekilde büyümesi ve çoğalmasdır. Dünyada genelinde kadınlardaki kansere bağlı ölüm oranlarında en yüksek orana sahip olan göğüs kanseridir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte erken tanıda eski dönemler ile kıyaslandığında gözle görülebilir bir gelişme vardır. Tıbbi görüntüleme, bir bozukluğu teşhis etmek, izlemek veya tedavi etmek, insan vücudunu analiz etmek için kullanılan belirli teknikleri ifade eder. Bazı araştırmacılar, hastalıkları tanımlamak için tıbbi görüntülerin üretimi ve yorumlanmasına yoğun bir şekilde odaklanmaktadır. Yapay zekâ tıbbi görüntülerin analizi gibi tıbbi alanda rol oynayarak son yıllarda önemli ilerleme kaydetti. Erken teşhiste hekim muayenesi, tıbbi görüntüleme olan göğüs ultrasonografisi ve iki taraflı mamografi ile göğüslerin kansere karşı etkin bir şekilde incelenmesi mümkündür. Mamografi, erken teşhiste etkin bir metot olarak bilinmektedir (Baldi et al. 2003, Houssein et al. 2020, Society 2019). Mamografi düşük miktarda X-ray ışını kullanarak görüntüleri oluşturmaktadır. Başarısını kanıtlamış olan mamografi görüntüleri ile göğüs kanserinden kaynaklanan ölüm oranlarının düştüğü gözlemlenmiştir (Humprey et al. 2009, Kopans and Feig 1993). Literatürde yer alan bilgiler incelendiğinde; dünyada her üç dakikada bir kadına göğüs kanseri tanısı konulduğu ifade edilmektedir (Howlader et al. 2012, Klarenbach et al. 2018). Mamografi görüntüleri incelenerek kanserin hangi aşamada olduğu ve kanserin şiddeti (iyi – kötü) belirlenebilmektedir. Uzmanların görüntüleri incelerken tanı koyma esansında çeşitli hatalar yaptığı ve bu hataların tedavi sürecini olumsuz etkilediği görülebilmektedir (Smith et al. 2001).

Mamografideki kitlelerin özellikleri, boyutu ve şekli büyük ölçüde değişir. Bu nedenle, birçok bilgisayar tekniği, mamografi görüntülerinde kitlelerin tespiti için çok ölçekli kavramları kullanmıştır.

Brzakovic ve Neskovic, kitle lokalizasyonu için bulanık piramit bağlantısı önerdiler ve konumlarına göre, görüntünün çeşitli çözünürlük seviyelerinde kenar piksellerin yoğunluk bağlantılarını kullandılar (Brzakovic and Neskovic 1994). Miller ve Ramsey Doğrusal olmayan çok ölçekli yaklaşımı kullanarak, tarama veri setindeki kötü huylu tümörlerini saptamada %85 doğruluk elde etmiştir (Miller and Ramsey 1996). Chang ve Laine lezyonları analiz etmek üzere kullanılacak görsel ipuçlarını sağlamak ve özellikleri arttırmak için çok boyutlu analiz prosedüründe tutarlılık ve yönelim ölçümlerini kullandılar (Chang and Laine 1999). Petrick ve arkadaşları 14 adet benign ve 11 adet kötü huylu vakayı içeren 25 mamografinin bir veri setini kullanarak kitlelerin tespiti için bir Laplacian-of-Gaussian kenar dedektörü ile birlikte iki aşamalı bir adaptif yoğunluk ağırlıklı kontrast geliştirme filtresinin kullanılmasını bildirdiler (Petrick et al 1996). Çalışmalarında Marcano-Cedeño ve ark. 2011'de göğüs kanserinin sınıflandırılması için YSA kullanan bir model sundular (Marcano-Cedeño et al. 2011). Yöntemlerini Wisconsin göğüs kanseri veri setinde (WBCD) test ederek geri yayımlı çok katmanlı perseptron sinir ağı ile karşılaştırdılar. Bhardwaj ve Tiwari'de 2015 yılında, WBCD veri setini kullanarak göğüs kanseri sınıflandırma problemini sinir ağı tekniğine dayalı olarak çözmek için bir yöntem önermişlerdir (Bhardwaj and Tiwari 2015). Mahersia ve ark nöro-bulanık ile yapay sinir ağı (YSA) kullanan kitle algılama sistemi oluşturmuşlardır (Mahersia et al 2016). Mias görüntü veri seti ile gerçekleştirdikleri sistemi kullanarak %97,08'lik yüksek bir performans elde ettiklerini ifade etmişlerdir. Singh ve Urooj ve Xie ve ark göğüs kanseri tümörünü sınıflandırmak için aşırı makine öğrenmesi ve dalgacık YSA hibrit şekilde kullanarak YSA kullanmışlardır (Singh and Urooj 2016, Xie et al. 2016). Göğüs kanserinin sınıflandırma için Mias ve DDSM veri setlerini kullanmışlardır.

Bu çalışmanın birinci bölümde göğüs kanserinin önemi ve daha önce yapılan literatürdeki akademik çalışmalardan bahsedilmiştir. İkinci bölümünde görüntü özellik çıkarımı için kullanılan yerel ikili desenin (LBP) ve YSA'nın çalışma mantığı aktarılmıştır. Çalışmada kullanılan Mias veri seti de detaylı şekilde tanıtılmıştır. Oluşturulan YSA ile Mias veri setinde elde edilen performans yine bu bölümde verilmiştir. Üçüncü bölümde ise elde edilen sonuçların genel olarak sunulması yer almaktadır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1 Döndürülmüş Yerel İkili Örüntü (Rotated Local Binary Pattern – RLBP)

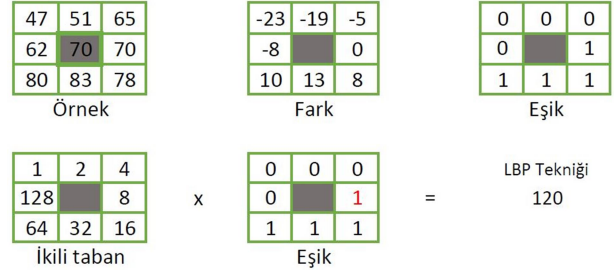
LBP, her pikselin yerel komşuluk değerlerine dayalı olarak görüntünün piksellerini etiketleyen bir özellik çıkarma metodudur. Literatüre ilk olarak Ojala ve arkadaşları tarafından 1996 yılında girmiştir (Ergene et al. 2016). Matematiksel basitliği ve hızlı olması nedeniyle oldukça tercih edilmektedir. LBP, ayırt etme gücü, ışığa karşı duyarsızlığı ve hesaplama kolaylığı nedeniyle çeşitli uygulamalarda popüler bir yaklaşım haline gelmiştir. En önemli özelliği, gri seviyedeki ışık değişikliklere dayanıklı olmasıdır. Buda tanıma yöntemlerinde oldukça popüler olmasını sağlamaktadır. 3B boyutlu görüntü sınıflandırmada, yüz tanımda, yaş belirleme, arka plan modelleme gibi çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır (Ergene et al. 2016, Ojala et al. 1996, Zahran et al. 2018, Kaymak et al. 2017). Bir diğer önemli özelliği ise gerçek zamanlı çalışmalarda zorlu görüntüleri analiz etmeyi mümkün kılan hesaplama basitliği olmasıdır. LBPP, R şeklinde gösterimi bulunan yöntemde P merkez piksel etrafından alınacak olan komşu piksellerin sayısını ve R ise örnek sayısını temsil etmektedir.

Bu metot, merkez pikselin komşu pikseller ile olan ilişkilerine bakılmaktadır. Merkez piksel ve komşu pikseller arasındaki farklar  $u(x)$  birim basamak fonksiyonu ile etiketlenmektedir. Bu ikili tabandaki etiketin onluk tabanı merkezdeki pikselin yerel değerini verir. LBP'nin matematiksel formülü Denklem 1 ve 2'de verilmiştir.

$$LBP_{P,R}(x_c) = \sum_{i=0}^{P-1} u(x_p - x_c)2^i \quad (1)$$

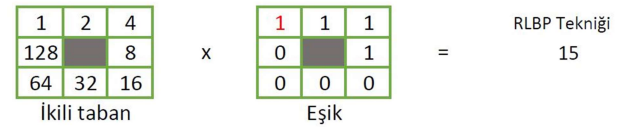
$$u(y) = \begin{cases} 1, & y \geq 0 \\ 0, & y < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Bu denklemdeki  $x_c$ : Merkez piksel,  $x_p$ : Komşu pikselleri, R: Komşu piksellerin merkez piksele uzaklığını ve P: İşleme sokulan komşu piksel sayısını verir. Şekil 1'de merkez piksele LBP metodunun uygulanması gösterilmiştir. Çıktı olarak elde edilen değerlerin hesaplanmasında ikilik taban saat yönünde alınmıştır.



Şekil 1. LBP'nin matematiksel hesaplanmasının örneği

RLBP tekniğinde, LBP'deki işlemlerin aynısı uygulanmaktadır. En son çıktı olarak elde edilen ikilik tabandaki sayının minimum olanı bularak onun seçilmesini RLBP sağlamaktadır. Yukarıdaki örnekte LBP tekniği ile elde edilen 240 değeri, RLBP tekniğinde ise 15'dir. Yapılan döndürme işlemi Şekil 2'de gösterilmiştir.



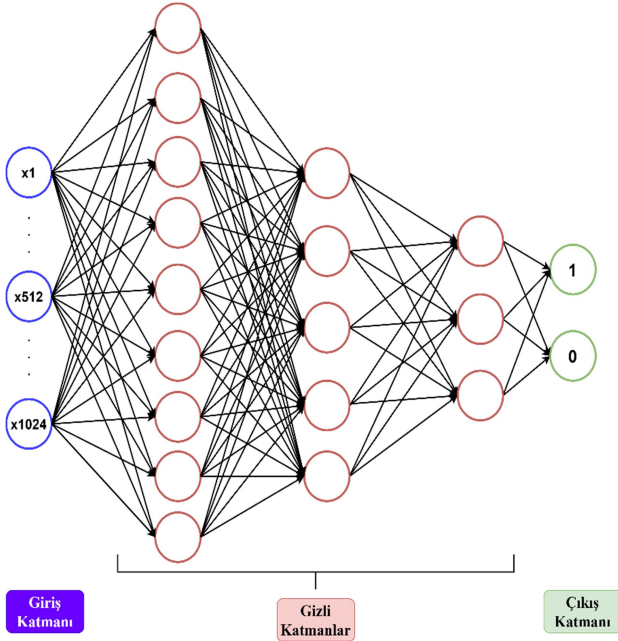
Şekil 2. RLBP'nin matematiksel hesaplanmasının örneği

Göğüs kanserinin tümürlü olup olmadığının (0,1) sınıflandırması için veri setinde yer alan görüntülere RLBP metodu uygulanmıştır. RLBP yöntemi ile görüntü verileri daha anlamlı hale getirilerek öz nitelikleri çıkartılmıştır. Çalışmada kullanılan MİAS veri tabanındaki görüntüler 1024x1024 boyutunda olup RLBP yöntemi sonucunda 1024x1 boyutunda bir vektöre dönüştürülmektedir.

### 2.2 Yapay Sinir Ağları (YSA)

Canlı vücudunda bir sinir hücresinin yapı olarak dentrit, gövde ve aksonlardan oluştuğu bilinmektedir. Bu yapının matematiksel olarak modellenmesi ile yapay zekâ öğrenme algoritmalarından yapay sinir ağları meydana gelmiştir. Bir sinir hücresinin taklit edilmesi ile Yapay Sinir Hücresi (YSH) elde edilir. Bir veya daha fazla yapay sinir hücresinin paralel olarak kullanılması ile

elde edilen yapıya Yapay Sinir katmanı denir. Şekil 3'te örnek bir sinir ağı katmanı gösterilmiştir. Katmanların seri olarak birbirine bağlanmasından oluşan yapıya da YSA denir. Böylece canlı vücudunda gözlemlenen sinir ağının küçük bir parçası modellenmiş olur.



Şekil 3. Yapay sinir ağı örnek gösterimi

Bir YSH'de Şekil 3'e göre çalışma parametrelerine uygun istenilen miktarda giriş kullanılabilir. Gövde olarak bir adet Aktivasyon Fonksiyonu bulunmaktadır. Aktivasyon fonksiyonu bu YSH'nin, ona verilen değerleri uygulamaya aldığı bir matematiksel fonksiyondur. Bu fonksiyondan elde edilen sonuç YSH'nin çıkış değeridir. Böylece gerçek bir hücredeki aksonda modellenmiş olur.

Girişlere verilen veri dizisi, her birine ait olan ağırlıklı çarpılarak toplam fonksiyonlarına gönderilir. Bu fonksiyonlardan elde edilen değerler aktivasyon fonksiyonlarına gönderilir. Buradan elde edilen sonuçlar çıkış değerleri dizisini oluşturur.

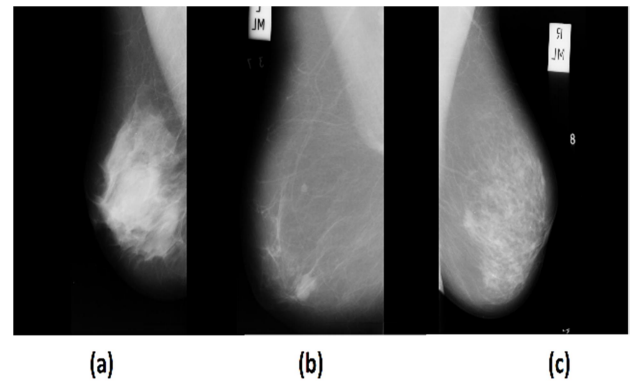
Aktivasyon fonksiyonu, sürekli ve türevi belirlenebilen herhangi bir F fonksiyonu olabilir. Hataya bağlı olarak ağırlıkların güncellenmesi için geriye yayılım yöntemiyle hesap yapılırken aktivasyonu fonksiyonunun türevi alınır olması gerekir. YSA da birçok çalışma incelendiğinde lineer ve sigmoid fonksiyonların kullanıldığı karşımıza çıkmaktadır. Çalışmada kullanılan YSA giriş, çıkış ve 3 gizli katmana sahiptir.

Bir YSA'nın kullanılabilmesi için önce sistemin eğitilmesi, sonra performansının ölçülerek yeterli eğitimin sağlanıp sağlanmadığının test edilmesi

gerekir. İlk aşamada giriş ve çıkış için kullanılacak verilerin tür ve adetlerinin belirlenmesi, kullanılacak örnek verilerin toplanması gerekir. Elde edilen veriler YSA eğitiminde kullanmak için uygun olmayabilirler. Bu gibi durumlarda verilerin, normalizasyon, özellik çıkarımı gibi çeşitli işlemlerden geçirilerek kullanıma uygun hale getirilmeleri gerekmektedir. Sonraki aşamalarda eğitim ve test için kullanılacak verilerin ayrıştırılması önemlidir. Örnekler arasından seçilecek eğitim ve test verilerinin seçim aşamaları değerlendirme açısından önemlidir. Daha sonra eğitimin ve testin gerçekleştirilmesi aşamasına geçilebilir. Yeterli başarının elde edilmesi ile hazırlanan YSA, uygulamalarda kullanıma hazır hale gelmektedir (Cengiz et al. 2021).

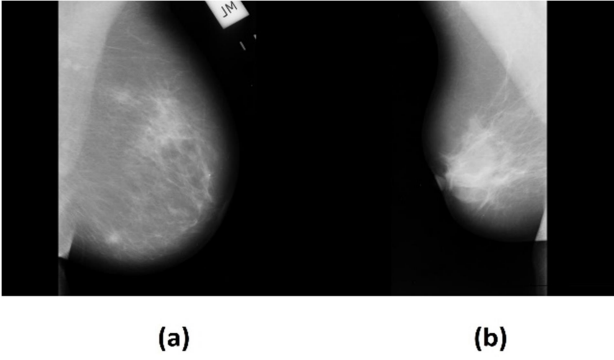
### 2.3 Mias Veri Tabanı

Bu çalışmada, Mamografik Görüntü Analiz Derneği (MIAS) veri tabanından alınan mamogram görüntüleri üzerinde incelemeler yapılmıştır. Veri tabanında toplamda 322 adet görüntü bulunmaktadır. Bu görüntüler 1024x1024 piksel boyutundadırlar. Kullanılan verilerde arka plan dokusuna (yağlı(Y), yağlı-glandüler(YG), yoğun-glandüler(YoG)) ve anormalliğin şiddeti (iyi huylu ya da kötü huylu) gibi çeşitli özelliklerin etiketlenmesi verilmiştir (Maaenpaaa and Pietikaainen 2004). Şekil 4'te yağlı-glandüler (a), yağlı (b) ve yoğun-glandüler (c) doku özellikleri verilmiştir.



Şekil 4. Yağlı-glandüler (a), Yağlı (b) ve Yoğun-glandüler (c) mamografik görüntüler

iyi huylu (a) ve Kötü huylu (b) kist görüntüleri Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. İyi huylu (a) ve Kötü huylu (b) mamografik görüntüler

## 2.4 Uygulama Sonuçları

Mamografi görüntülerinin YSA'da kullanılması için ilk önce özneliklerinin çıkarılarak giriş ve çıkış veri setinin düzenlenmesi gerekir. RLBP yöntemi ile veri tabanında yer alan görüntülerin öznelikleri çıkartılmıştır. 1024x1 boyutunda olan bu öz nitelik vektörü YSA modeline giriş olarak verilmiştir. YSA modelinin çıkışında ise iki farklı kategoride sınıflandırma yapılmıştır. Bunlardan birincisi göğüs kanseri tümörünün iyi huylu veya kötü huylu olup olmadığının sınıflandırılmasıdır. Diğer sınıflandırma kategorisi ise arka plan dokusuna göre (yağlı, yağlı-glandüler ve yoğun-glandüler) yapılan sınıflandırmadır. YSA modelinde sırasıyla toplam görüntülerin yaklaşık %85'i eğitim ve %15'i test olacak şekilde ayrılmıştır. Bu aşamadan sonra eğitim için YSA modeli oluşturulur. Matlab ortamında gerçekleştirilen eğitim işlemi için sırasıyla 9, 5 ve 3 nörona sahip 3 gizli katman kullanılarak model oluşturulmuştur. Eğitim işleminin ardından test veri seti ile test işlemi gerçekleştirilerek YSA'nın çalışma performansı gözlemlenmiştir. Tablo 1'de yapılan çalışmanın sonuçları verilmiştir.

Tablo 1. İki farklı tip sınıflandırmanın başarı sonuçları.

	İ-K Huylu Sınıflandırması	Y-YG-YoG Sınıflandırması
Veri Sayısı	115	322
Doğru tahmin edilen veri sayısı	101	260
Yanlış tahmin edilen veri sayısı	14	62
Başarı Oranı (%)	87,82	80,95

## 3. Sonuçlar

Yapılan bu çalışmada RLBP metodu kullanılarak mamografi görüntülerin öznelikleri çıkarılmıştır. Çıkarılan öznelikler, yapay sinir ağlarına giriş olarak verilmiştir. MIAS veri setinde toplamda 322 görüntü verisi bulunmaktadır. Bu verilerin %85'i (280 adet veri) YSA eğitimi için kullanılmış olup geriye kalan %15'i (42 adet veri) ise test aşamasında kullanılmıştır. Yapılan doku sınıflandırmasında (Yağlı, Yağlı-Glandüler, Yoğun-Glandüler) %80,95'lik bir başarı elde edilmiştir. Kullanılan veri setinde iyi huylu – kötü huylu kist sınıflandırmasında 115 adet veri bulunmaktadır. Bu verilerden 100 tanesi eğitim için kalan 15 tanesi ise test için kullanılmıştır. Yapılan iyi – kötü huylu sınıflandırmada ise %87,82'lik bir sonuç elde edilmiştir. Bilgisayar teknolojileri ile elde edilen bu başarı oranları mamografi görüntülerindeki oluşumun fark edilmesinde ve iyi – kötü huylu olmasının belirlenmesinde sağlık personellerine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

## 4. Kaynaklar

- Baldi, V. Cicalese, A. Coppala, G. Scarano, M. Gatto, E, 2003. *Results of Mammographic Screening*.
- Bhardwaj, A., and Tiwari, A, 2015. *Breast cancer diagnosis using genetically optimized neural network model*. *Expert Systems with Applications*, **42**(10), 4611–4620.
- Brzakovic D. and Neskovic M., 1994. *Mammogram screening using multiresolution-based image segmentation, in State of the Art in Digital Mammographic Image Analysis*, K.W. Bowyer and S. Astley, Eds, Singapore: World Scientific, 103–127.
- Cengiz, E., Yılmaz, C., & Kahraman, H., 2021. *Classification of Human and Vehicles with The Deep Learning Based on Transfer Learning Method*. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **9**(3), 215-225.
- Chang C. M. and Laine A., 1999. *Coherence of multiscale features for enhancement of digital mammograms*, *IEEE Trans. Inform. Technol. Biomed.*, **3**, 32–46.
- Ergene, Mehmet Celalettin, Akif Durdu, and Halil Cetin, 2016. *Imitation and learning of human hand gesture*

- tasks of the 3D printed robotic hand by using artificial neural networks. Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI), 2016 8th International Conference on. IEEE.
- Hossfeld, DK, 1992. *Manual of Clinical Oncology*, 5th ed. Springer- Verlag, UICC.
- Houssein, E. H., Emam, M. M., Ali, A. A., and Suganthan, P. N., 2020. *Deep and machine learning techniques for medical imaging-based breast cancer: A comprehensive review*, Expert Systems with Applications, **114161**.
- Howlader, N. Noone, AM. Krapcho, M. et. al. (eds), 2012. *SEER Cancer Statistics Review, 1975–2009*
- Humphrey, LL. Helfand, M. Chang, BK. Woolf, SH, 2009. *Breast cancer screening: a summary of the evidence for the U.S Preventive Services Task Force*.
- Kaymak, S., Helwan, A., & Uzun, D.,2017. *Breast cancer image classification using artificial neural networks*. Procedia computer science, **120**, 126-131.
- Klarenbach, S., Sims-Jones, N., Lewin, G., Singh, H., Thériault, G., Tonelli, M., ... & Thombs, B. D. 2018. *Recommendations on screening for breast cancer in women aged 40–74 years who are not at increased risk for breast cancer*. Cmaj, **190**(49), 1441-1451.
- Kopans, D.B. Feig, S.A, 1993. *The Canadian National Breast Cancer Screening Study*.
- Maaenpaaa T., Pietikaainen M., 2004. *Texture Analysis with Local Binary Patterns*, University of Oulu,
- Mahersia, H., Boulehmi, H., and Hamrouni, K., 2016. *Development of intelligent systems based on Bayesian regularization network and neuro-fuzzy models for mass detection in mammograms: An comparative analysis*. Computer Methods and Programs in Biomedicine, **126**, 46–62.
- Marcano-Cedeño, A., Quintanilla-Domínguez, J., and Andina, D., 2011. *WBCD breast cancer database classification applying artificial metaplasticity neural network*. Expert Systems with Applications, **38**(8), 9573–9579.
- Miller L. and Ramsey N., 1996. *The detection of malignant masses by nonlinear multiscale analysis*, in Proc. 3rd Int.Workshop Digital Mammography, K. Doi, M. L. Giger, R. M. Nishikawa, and R. A. Schmidt, Eds., Chicago, IL, June 9–12, 335–340.
- Ojala, T., Pietikinen, M., and Harwood,D., 1996. *A comparative study of texture measures with classification based on featured distribution*, Pattern Recognition, **29**, no. 1.
- Petrick N., Chan H. P., Sahiner B., and Wei D., 1996. *An adaptive densityweighted contrast enhancement filter for mammographic breast mass detection*, IEEE Trans. Med. Imag.,**15**, 59–67.
- Singh, S. P., and Urooj, S, 2016. *An improved CAD system for breast cancer diagnosis based on generalized pseudo-Zernike moment and Ada-DEWNN classifier*. Journal of Medical Systems, **40**(4), 105.
- Smith, R. A., von Eschenbach, A. C., Wender, R., Levin, B., Byers, T., Rothenberger, D., ... & Eyre, H., 2001. *American Cancer Society guidelines for the early detection of cancer: update of early detection guidelines for prostate, colorectal, and endometrial cancers: Also: update 2001—testing for early lung cancer detection*. CA: a cancer journal for clinicians, **51**(1), 38-75.
- Society, A. C., 2019. *Breast cancer facts and figures 2019-2020*. Atlanta: American Cancer Society, Inc.
- Topuz, E. Aydiner, A. Dincer, 2003. *M. Meme Kanseri*, Nobel Tıp Kitabevi.
- Zahran, B., Al-Azzeh, J., Alqadi, Z., Al-Zoghoul, M. A., & Khawatreh, S., 2018. *A Modified Lbp Method to Extract Features from Color Images*. Journal of Theoretical & Applied Information Technology, **96**(10).
- Xie, W., Li, Y., and Ma, Y., 2016. *Breast mass classification in digital mammography based on extreme learning machine*. Neurocomputing, **173**, 930–941.

## MPPT Yöntemi ile İki Aşamalı Üç Fazlı Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Sistem

Mehmet Dayıoğlu<sup>1</sup>, Yüksel Oğuz<sup>1</sup>, Ahmet Yönetken<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe University, Faculty of Engineering, Department of Electrical&Electronics Engineering, Afyonkarahisar.

<sup>2</sup>Afyon Kocatepe University, Faculty of Engineering, Department of Electrical Engineering, Afyonkarahisar.

e-mail: mehmetdayioglu03@hotmail.com. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8323-0730>

e-mail: yukseloguz@aku.edu.tr. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5233-151X>

e-mail: yonetken@aku.edu.tr. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1844-7233>

The arrival date: 07.09.2021 ; Date of Acceptance: 12.09.2021

### Öz

Bu çalışma, fotovoltaik (FV) sistem tarafından üretilen gücün, üç fazlı alternatif akım (AA) güç şebekesine maksimum verimle iki aşamada kontrol edilerek aktarılmasını incelemektedir. Tasarlanan FV sistemi ile güç kararlılığını sağlamak için kaynaktan yüksek verimle alınan enerjinin maksimum güç noktası izleme (MGNT) yöntemi kullanılarak ağa aktarılması amaçlanmaktadır. Ayrıca ikinci bir kontrol mekanizması ile evirici çıkışındaki akım anlık olarak kontrol edilmekte ve üretilen gücün gerilim değeri sabit tutulmaktadır. Bu kontrol sistemi sayesinde güneş enerjisi, elektrik enerjisi üretiminden elektrik şebekesine aktarılmasına kadar kontrol altında tutulmuştur. Üretilen gücün kalitesinin tahmin edilebilmesi için bilgisayar ortamında yapılan simülasyonlar sonucunda FV sistem çıkışındaki akımın toplam harmonik bozulma (THB) oranı belirlenmiştir. Simüle edilen FV sisteminin, farklı güneş ışınım seviyeleri değerlerine göre, şebekeye aktarılacak gücün voltaj değerini istenilen seviyede sabit tutma eğiliminde olduğu ve maksimum güç üretimi sırasında THB değerinin yüzde üçün altına düşürüldüğü görülmektedir.

### Anahtar Kelimeler

Fotovoltaik Sistem;  
Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Maksimum Güç Noktası Takibi; DC-DC Çevirici; DC-AC Evirici; Güç Şebekesi

## Two-Stage Three-Phase Grid-Tied Photovoltaic System with MPPT Method

### Abstract

This paper examines the transfer of the power generated by the photovoltaic (PV) system to the three-phase alternating current (AC) power grid with maximum efficiency by controlling in two stages. With the designed PV system, it is aimed to transfer the energy received from the source with high efficiency to the network by using the maximum power point tracking (MPPT) method in order to ensure power stability. In addition, with a second control mechanism, the current at the output of the inverter is instantly controlled and the voltage value of the generated power is kept constant. Thanks to this control system, solar energy has been kept under control from electrical energy generation to its transfer to the power grid. In order to predict the quality of the generated power, the total harmonic distortion (THD) rate of the current at the output of the PV system was determined as a result of the simulations made in the computer environment. It is seen that the simulated PV system, according to the values of different solar radiation levels, tends to keep the voltage value of the power to be transferred to the grid constant at the desired level and that the THD value has been reduced below three percent at the time of maximum power generation.

### Keywords

Photovoltaic System;  
Renewable Energy Sources; Maximum Power Point Tracking; DC-DC Converter; DC-AC Inverter; Power Grid



## 1. Introduction

Today, the increasing demand for energy and the decrease of fossil fuels directs humanity to use renewable energy resources (RES) more effectively. By extending the use of resources such as solar energy, wind energy and hydroelectric energy we can obtain electrical energy without spending a resource and the harmful effects of power plants or nuclear power plants that use fossil fuels during energy production are avoided (Libo et al., 2007; Durusu et al., 2020).

While wind and hydroelectric energy have had a large installed capacity among renewable energy sources in the last decade, in recent years, PV systems continue to increase their capacity increase year by year, with the effect of easy installation and low maintenance costs, as well as government incentives (Bllabjerg et al., 2006). According to Irena data, as of 2020, the total installed PV power in the world is 707,494 MW (Irena data).

In addition, as a result of the global warming, which has increased its effect in recent years, the increase of the radiation effect all over the world makes the use of solar energy much more important (Trenberth et al., 2009).

PV systems can basically be considered as two main groups. The first of these are standalone systems, which are suitable for individual use. In these systems, a battery or battery group stores the energy absorbed during the day and feeds the loads connected to the system when necessary. The other is grid-connected PV systems that transfer the energy absorbed by the panels directly to the power grid (Isen et al., 2021).

In both types of PV systems, the voltage value at the output of the PV panel will vary continuously with the effect of weather conditions and non-linear loads in the system. Feeding the battery for standalone systems with this unregulated voltage will reduce the life of the battery (Gelen et al., 2019) and will also cause synchronization problems in systems connected to the grid. If this

synchronization problem is not resolved, it may lead to unstable behavior and even failure in the power grid (Rekik et al., 2015).

Power electronic circuits have a critical importance in PV systems in order to regulate the voltage at the panel output and to operate the system stably (Libo et al., 2007). In addition, the V-I curve of the PV system can be created by considering the panel characteristics according to the estimated data of solar irradiance level and temperature (Kumar et al., 2018). An algorithm called Maximum Power Point Tracking (MPPT), which will switch the power electronics circuit, will always try to reach the peak point of the V-I curve so the transferred power be maximum at any time.

In order to increase the efficiency of PV systems, many MPPT methods have been presented in the literature. Apart from traditional methods such as perturbation and observation (P&O), incremental conductance (IC) (Putri et al., 2015), there are also new intelligent MPPT methods such as optimum gradient control (Gui et al., 2012), fuzzy logic controller (Prasad et al., 2017; Algarin et al., 2017), type-2 fuzzy logic controller (Kececioğlu et al., 2020), neural networks (Messalti et al., 2017). (Cetin et al., 2018) presents a different perspective with this study, by controlling the inverter instead of the converter, unlike other methods. According to the literature, P&O method and IC method are frequently used in solar energy systems due to their success, easy application and affordable prices. Although they have not reached as high efficiency as the new intelligent control methods, they are still advantageous and valid methods in many ways (Bendib et al., 2015).

In this study, it is aimed to design a solar power plant with a total rated power of 100 kW while working at full capacity. In this case, it is aimed to keep the solar energy harvested by the selected number of solar cells at the desired voltage value with the direct current-direct current (DC-DC) converter controlled by the MPPT method. This voltage value determined according to cell parameters enables the designed system to

produce maximum power for variable solar radiation levels. A second control method is a pulse width modulation (PWM) loop that modulates the current at the DC-AC inverter output. Thus, it allows the generated energy to be transferred to the power grid in a synchronous manner by keeping the DC bus voltage constant. The parallel operation of these two separate control systems constitutes a two-stage cycle.

## 2. Materials and Method

### 2.1 Photovoltaic Model

Photovoltaic (PV) system is a structure formed by many solar cells. Solar cells can convert the light falling on it directly into electrical energy with the help of a circuit. It is possible to increase the voltage values by connecting the modules formed by the solar cells in series. These series modules can be called as PV-strings. Also, by combining PV-strings in parallel, PV-arrays can be created by increasing the current value while keeping the voltage value constant. Thus, it is possible to increase the nominal power of the PV system to the desired level (Qun et al, 2008; Hussaini et al., 2017).

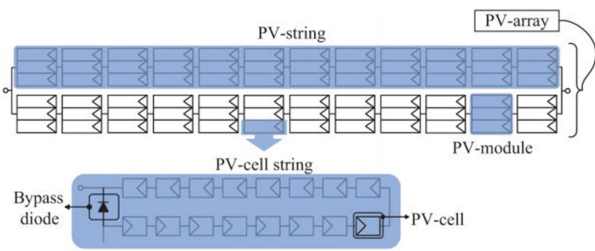


Figure 1. Pv-array (Psarros et al.,2015)

As seen in Fig.1, the total voltage value of the series can be calculated by summing the voltage values of the modules connected in series. Therefore, the required number of modules can be determined for this system, which is designed with a nominal power of 100 kW. It is possible to determine the characteristic V-I curve for a single PV-module used in the design with the help of some parameters. It is possible to calculate the power by using the determined voltage and current values. The voltage value corresponding to the

maximum power point (MPP) can be determined from the V-P curve defined according to calculation. The voltage value corresponding to the peak value of the created V-P graph, in other words, the voltage value corresponding to the maximum power value that will operate with the highest efficiency of the system is the value at which the system aims to work constantly. The MPPT algorithm will control this value in small time intervals and try to keep it at the desired level instantly.

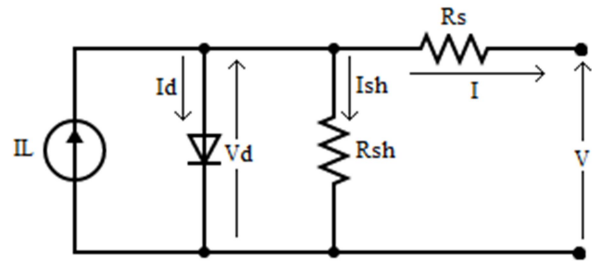


Figure 2. The equivalent circuit of a solar cell

$$I = I_L - I_d - V_d/R_{sh} \quad (1)$$

$$V_d = V - IR_s \quad (2)$$

$$I_d = I_0 \left[ \exp\left(\frac{qV_d}{nkT}\right) - 1 \right] \quad (3)$$

$$I = I_L - I_0 \left[ \exp\left(\frac{q(V + IR_s)}{nkT}\right) - 1 \right] \quad (4)$$

Where  $I$  is output current (A),  $V$  is output voltage (V),  $I_d$  is average current through diode (A),  $V_d$  is the voltage across the diode (V),  $I_L$  is light generated current (A),  $I_0$  is diode saturation current (A),  $R_{sh}$  is shunt resistance of the cell,  $R_s$  is the series resistance of the cell,  $n$  is diode ideality factor,  $k$  is Boltzmann's constant =  $1.3806e-23$  J/K,  $q$  is Electron charge =  $1.6022e-19$  C,  $T$  is cell temperature (K).

In the circuit diagram shown in Fig. 2, the current source indicated as  $I_L$  represents the solar cell. Using Eq. (1), the current generated by PV cell can be calculate. When Eq. (1) is expressed again using terms in Eq. (2) and (3) current corresponding to the voltage values of the power absorbed from the cell and transferred to the output diode can be calculating by using Eq. (4). Thus, a V-I plot can be

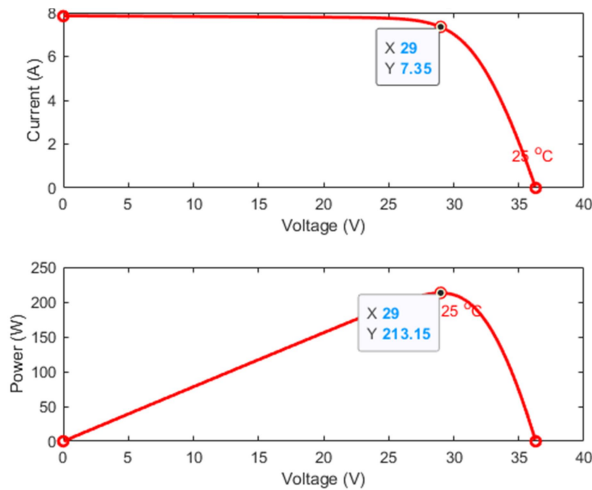
obtained for the solar cell's output. Using the obtained current and voltage value, the V-P graph is created to determine the MPP.

**Table 1.** Model Parameters

Module Parameters	Values
Light-generated current (IL)	7.8645 A
Diode saturation current (I0)	2.9273e-10 A
Diode ideality factor	0.98119V
Shunt resistance Rsh	313.0553 ohm
Series resistance Rs	0.39381 ohm

**Table 2.** Module Data

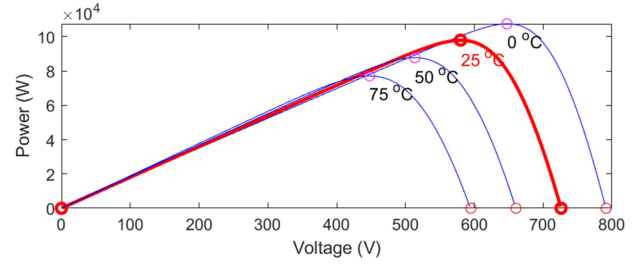
Module Data	Values
Maximum Power	213.15 W
Cells per module (Ncell)	60
Voltage at maximum power point (Vmp)	29 V
Current at maximum power point (Imp)	7.35 A
Open circuit voltage (Voc)	36.3 V
Short circuit current (Isc)	7.84 A
Temperature coefficient of Voc (%/deg.C)	-0.36099
Temperature coefficient of Isn (%/deg.C)	0.102
Temperature of cell (Tcell)	25 deg.C



**Figure 3.** V-I and V-P characteristic curves of a solar module at 25 deg.C temperature and 1000 W / m ^ 2 irradiance level

The V-P curve obtained by using the module parameters in Table I. can be seen in Fig. 3. The voltage and current values for MPP, which is the point where this curve reaches its peak value, have been determined as 29 V and 7.35 A. Thus, the

power of a module that will operate under 1000 W / m ^ 2 irradiance level and 25 ° C temperature has been determined as 213.15 W. Also, the MPP for different temperature values are determined in Fig 4. When the system is aimed to have a total power of 100 kW and the temperature determined for the system designed in this paper is 25 ° C so it will be sufficient to use 23 parallel strings consisting of 20 parallel modules each. Therefore, the voltage value for MPP of the PV-array is determined as 580 V.



**Figure 4.** V-I and V-P characteristic curves of a solar module at 25 deg.C temperature and 1000 W / m ^ 2 irradiance level

### 2.2 MPPT Method

MPPT system periodically receives output voltage and current data from the PV module. Thus, the power data calculated by the P&O algorithm is compared with the previous measurement. As it is stated in the flowchart in Fig 5. the new value of voltage changes according to the increases or decreases of the previous power and voltage values. For values below the MPP value, the output voltage is increased and this process go on until the new power reaches the MPP. If the MPP point is exceeded, the perturbation will work in reverse and try to reach the MPP in the same way. Thus, the MPPT algorithm consist of all possibilities for changes in voltage and power values and they all end up with reaching to MPP.

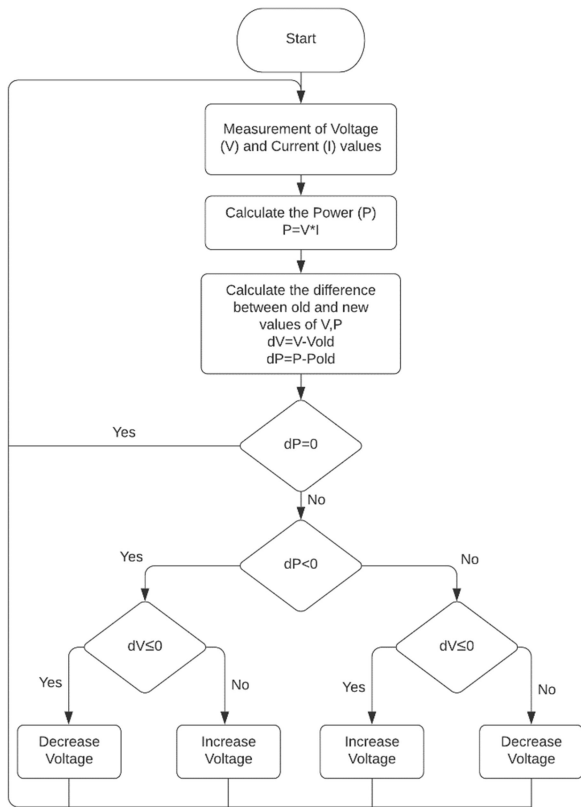


Figure 5. Flowchart of P&O algorithm

MPPT system periodically receives output voltage and current data from the PV module. Thus, the power data calculated by the P&O algorithm is compared with the previous measurement. As it is stated in the flowchart in Fig 5. the new valued of voltage changes according to the increases or decreases of the previous power and voltage values. For values below the MPP value, the output voltage is increased and this process goes on until the new power reaches the MPP. If the MPP point is exceeded, the perturbation will work in reverse and try to reach the MPP in the same way. Thus, the MPPT algorithm consists of all possibilities for changes in voltage and power values and they all end up with reaching to MPP.

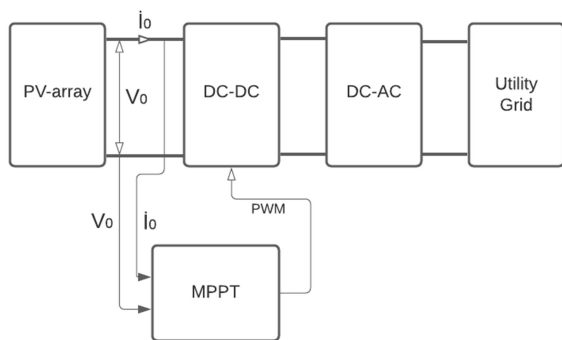


Figure 6. Block diagram of the PV system with MPPT algorithm

### 2.3 DC-DC Boost Converter

DC-DC boost converters are power electronic circuits that step up the DC voltage to desired higher level. As can be seen in Fig.7, the boost converter circuit consists of inductor, diode, capacitor and semiconductor device for switching operation. By electronically switching the DC voltage from the source at certain intervals, the output voltage can be regularly increased to the desired level by changing the current direction between the inductor and the capacitor. In this paper, insulated gate bipolar transistor (IGBT) is used as the switching device and the switching duty cycle is determined by the MPPT algorithm. If it is necessary to decrease the voltage level to reach MPP, the algorithm decreases the duty cycle, if the voltage level is to be increased, the duty cycle is increased. The duty cycle obtained by the algorithm is converted into a PWM signal by modulating it with a switching frequency of 5000 Hz.

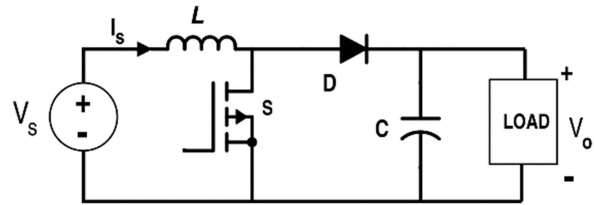


Figure 7. Boost converter circuit diagram (Kumar et al., 2017)

As a result, it is possible to determine the inductance and capacitance values required for the inductor and capacitor of a boost converter with an input voltage of 580 V and an output voltage of 800 V.

$$V_0 = \frac{V_s}{1 - D} \quad (5)$$

$$L_{min} = \frac{D(1 - D)^2 R}{2} \quad (6)$$

$$C \geq \frac{D}{R(\Delta V_0/V_0)f} \quad (7)$$

Where  $V_0$  is output voltage,  $V_s$  is input voltage,  $D$  is duty ratio,  $f$  is switching frequency,  $\Delta V_0/V_0$  is voltage ripple ratio. The output resistant ( $R$ ) can be

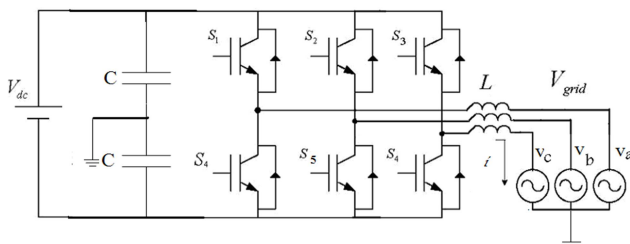
express as  $\frac{V_o^2}{P}$  since there is no directly connected load in the output of the boost converter. Minimum inductance value for continuous current and minimum capacitance value to limit the required voltage ripple percentage can determine from Eqs. (6) And (7) (Hart, 2010).

In order to reduce the fluctuation in output current, 0.1 mH selected for the inductance. For the capacitor, the minimum capacitance value is calculated as approximately 18 mF. With the boost converter circuit working in coordination with the designed MPPT algorithm, the power received from the PV system is transferred to the DC - AC inverter in order to be transmitted to the alternating current grid with maximum efficiency.

### 2.4 DC-AC Inverter

DC-AC inverters are used to transfer the DC power generated in the PV system to the AC power grid. As shown in Fig.8, three-phase grid-tied DC-AC inverter consist of two capacitors at the DC side and six power switches with six diodes connected them at the AC side (Erfidan et al., 2008).

The current converted to AC by the inverter must ensure synchronization before it is transferred to the grid. Therefore, a phase locked loop (PLL) method detects the phase angle of the grid voltage. Also, the output current of the inverter compares with the reference current. This error generates control a signal with help of a proportional-integral (PI) controller. This signal transform from a dqo rotating reference to a three-phase (abc) signal with the help of angular position of rotating frame mentioned before. The obtained three-phase signal modulate to PMW signal to provide switching signal for IGBT power switches of the DC-AC inverter (Phap et al., 2017).



**Figure 8.** Three-phase inverter circuit diagram (Ghani et al., 2010).

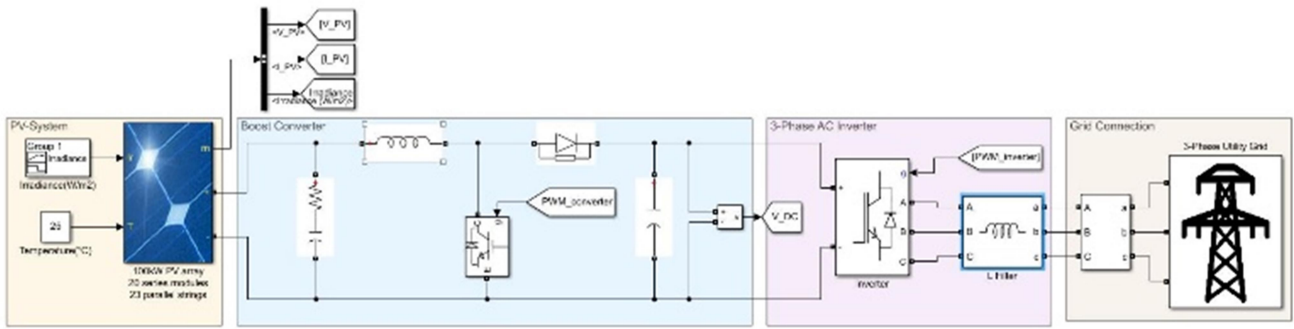
The fundamental problem of nonlinear power electronic systems such as inverters in connecting to the grid is harmonic distortion (HD). As a result of connecting systems with regular fluctuations such as PV to the grid, deterioration in energy quality occurs due to the stress applied to the power in the grid. Therefore, this problem can be reduced by filtering the generated powers before they are transferred to the grid. In this paper, a L-filter, which is a passive element, was placed between the inverter output and each phase to reduce HD. It is very important for the stability of the power systems to keep the THD ratio of the power under control and to ensure that it is as low as possible. It is possible to determine the inductance of the L filter to be used for this study.

$$L_f = \frac{0.1U^2}{2\pi f P_{1-phase}} \quad (8)$$

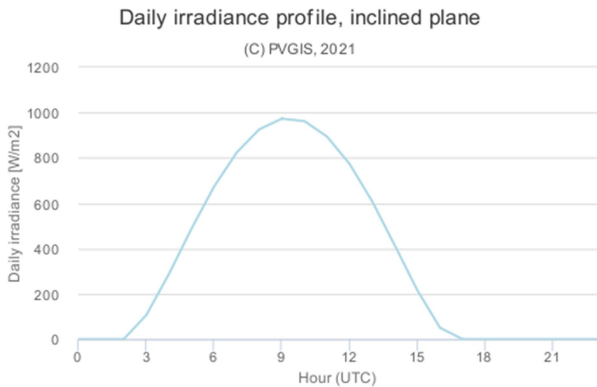
The inductance of the L filter was calculated as 1.4 mH, based on the value calculated using Eq. (6). Thanks to this filter added to the system, THD was reduced and the stability that started with the power generation in the PV system was maintained during the transfer of the generated power to the network (Güler et al., 2019).

### 3. Results

Grid-connected PV system prepared in MATLAB & Simulink environment is shown in Figure 9. During the simulation, the cell temperature was fixed at 25 ° C. In addition, solar radiation data from the PVGIS-SARAH database created by the Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) were used during the simulation. As seen in Figure 10, the daily radiation value of clear sky for one day from July 2019 for Afyonkarahisar province in Turkey varies between 0 and 1000 W / m ^ 2. These two signals applied for 24 seconds to represent a day constitute the inputs of the PV panel system.

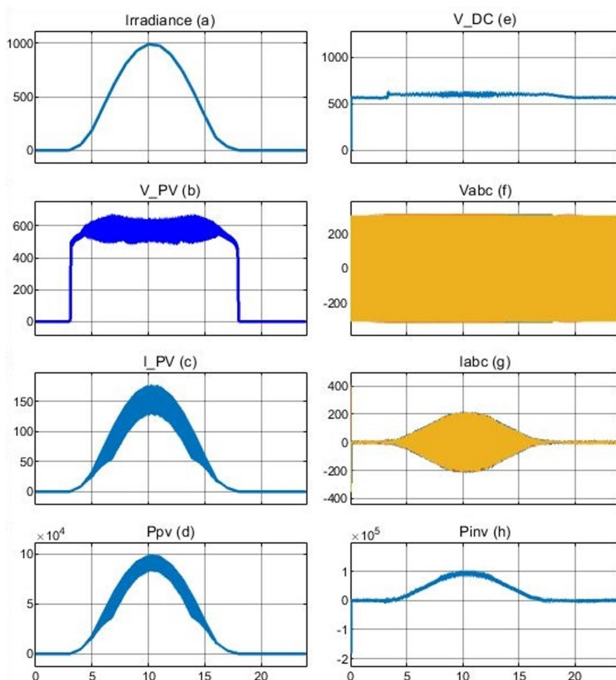


**Figure 9.** Grid tied PV system Simulink model.



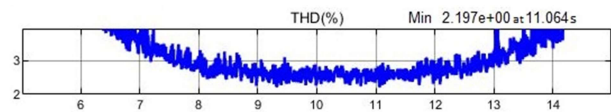
**Figure 10.** Daily irradiance graph of a province.

According to PVGIS-SARAH data in a 24-hour period, one-day radiation level for the province of Afyonkarahisar for the month of July (Huld et al., 2012).



**Figure 11.** Simulation results, a: Daily radiation level, b: PV voltage, c: PV current, d: Transferred power from PV, e: DC bus voltage, f: 3-phase

AC grid voltage, g: 3-phase current transferred to the grid, h: Power transferred from inverter to grid.



**Figure 12.** THD (%) value for current represent to grid.

Fig.11 (a) represents the data of the radiation level used in the simulation. Fig. 11 (b) refers to the voltage of the energy absorbed by the PV system according to the MPPT algorithm. Fig.11 (c) refers the current transferred from PV system. It is possible to reduce the fluctuation in the current by increasing the value of the inductance used in the converter. Fig.11 (d) refers to the power generated from the PV-array. Although the power value change with the radiation level as expected, the PV system can produce up to 100 kW of power at maximum capacity. Fig.11 (e) represent the voltage level of DC busbar. Since the capacitor in the DC bus is empty at the beginning and the radiation level is 0, the PV system has been fed from the grid. Later, by increasing the radiation the DC bus voltage in reached the reference voltage 600V and kept constant. Fig.11 (f) represent the grid voltage which 310 V peak value and 50 Hz frequency. Fig.11 (g) represent the current which transferred to grid. Fig.11 (h) represent the total active power transferred to grid. Fig.12 refers the THD value of the transferred current. As seen in the figure, the total distortion is below 5% at the 5-15 seconds time interval when the power generation is high. When the power generation reaches the highest value, THD declined to 2.197%. This refers to the

quality of the power transferred from the designed system to the network.

#### 4. Discussion and Conclusion

In this paper, the connection of the PV system to the three-phase grid and the control methods consisting of two stages are presented. It has been determined that an MPPT control algorithm to be added to the PV system greatly increases the efficiency of the system, so that the power generation is at the highest level for each radiation level. Also, with the help of a current-controlled inverter, the synchronization problems during connection to the grid were overcome by keeping the output current constant. In addition, the HDs generated by the use of power electronics systems was reduced with the help of a filter. As can be observed from the simulation outputs, the two-stage PV system can both use solar energy efficiently in power generation and transfer it to the 3-phase grid without having synchronism problems. In this context, although the proposed PV system is open to development and improvement, it can still be actively used in projects due to its being economical, having the advantages of RESs and its very stable operation.

#### 5. References

- Algarin, C. R., Giraldo, J. T. and Alvarez, O. R., 2017. Fuzzy Logic Based MPPT Controller for a PV System. *Energies*, **10(12)**, 2036
- Bendib, B., Belmili, H. and Krim, F., 2015. A survey of the most used MPPT methods: Conventional and advanced algorithms applied for photovoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **45**, 637-648.
- Blaabjerg, F., Teodorescu, R. and Timbus, A.V., 2006. Overview of Control and Grid Synchronization for Distributed Power Generation Systems. *IEEE Transactions On Industrial Electronics*, **53(3)**, 1398-1408.
- Cetin, N. S., Deniz, E. and Basaran, K., 2018. Fotovoltaik Uygulamalar İçin Alternatif Akım Tarafında Maksimum Güç Noktası Takibi. *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering*, **18**, 495-503.
- Durusu, A., Erduman, A., 2020. PV Panellerin Farklı Koşullar Altında I-V Eğrisini Çıkartan ve Maksimum Güç Noktası Takibi Yapan Deney Sisteminin Tasarımı. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, **9(3)**, 1242-1250.
- Erfidan, T., Urgun S. and Hekimoglu, B., 2008. Low cost microcontroller based implementation of modulation techniques for three-phase inverter applications. *The 14th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference*, 541-546.
- Gelen, A. and Ayık, M., 2019. Gerçek bir PV Sistem için Akü Şarj Devresi Tasarımı. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, **3(2)**, 196-198.
- Gui, C., Xie, Y., Lu, X., Wang, Z. and Cheng, L., 2012. The MPPT Control Of Photovoltaic Power System Based On Numerical Control And Optimum Gradient Method. *IEEE 7th International Power Electronics and Motion Control Conference*.
- Güler, N. and Irmak E., 2019. MPPT Based Model Predictive Control of Grid Connected Inverter for PV Systems. *8th International Conference on Renewable Energy Research and Applications*, 3-6.
- Ghani, P., Chiane, A. A. and Kojabadi, H. M., 2010. An adaptive hysteresis band current controller for inverter base DG with reactive power compensation, *2010 1st Power Electronic & Drive Systems & Technologies Conference (PEDSTC)*, 429-434
- Hart, D. W., 2010. Power Electronics. New York, McGraw-Hill.
- Huld, T., Müller, R. and Gambardella, A., 2012. A new solar radiation database for estimating PV performance in Europe and Africa. *Solar Energy*, **86**, 1803-1815.
- Hussaini, M. Güngör, O., 2017. Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi ve Bulanık Mantık Tabanlı MPPT Tasarımı ve Kıyaslanması. *EMO Bilimsel Dergi*, **7(14)**, 13-20.
- Isen, E. and Kochan, O., 2021. Energy Management For Pv/Battery Standalone Photovoltaic System. *Journal of Engineering Sciences and Design*, **9(2)**, 414-424.
- Kececioglu, O. F., Gani, A. and Sekkeli, M., 2020. Design and Hardware Implementation Based on Hybrid Structure for MPPT of PV System Using an Interval Type-2 TSK Fuzzy Logic Controller. *Energies*, **13(7)**, 1842.
- Kumar, S. Kumar, R. and Singh, N., Performance of closed loop SEPIC converter with DC-DC converter for solar energy system. *2017 4th International Conference on Power, Control & Embedded Systems (ICPCES)*, 1-6.

- Kumar, S., Singh, N., Yadav, S. and Tiwari, P., 2018. Evaluation & Analysis of MPPT Controller for PV Systems. *International Conference on Computing, Power and Communication Technologies*, 1161-1165.
- Libo, W., Zhengming, Z. and Jianzheng, L., 2007. A Single-Stage Three-Phase Grid-Connected Photovoltaic System With Modified MPPT Method and Reactive Power Compensation. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, **22(4)**, 881-886.
- Messalti, S., Harrag, A. and Loukriz, A., 2017. A new variable step size neural networks MPPT controller: Review, simulation and hardware implementation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **68(1)**, 221-233.
- Prasad, B., Reddy, R. G. R., Sonami, S. K. and Harika, P., 2017. A Fuzzy Logic based MPPT Method for Solar Power Generation. *International Conference on Intelligent Computing and Control Systems*.
- Psarros, G. N., Batzelis, E. I. and Papathanassiou, S. A., 2015. Partial Shading Analysis of Multistring PV Arrays and Derivation of Simplified MPP Expressions. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, **6(2)**, 499-508.
- Phap V. M., Yamamura N., Ishida, M. Hirai J., Yubai, K. and Nga, N. T., 2017. Modeling and Experimental Test of Grid-Tied Photovoltaic Cell Emulating System in the Stand-alone Mode. *J. Electrical Systems*, **13(2)**, 387-397
- Putri, R. I., Wibowo, S. and Rifa, M., 2015. Maximum power point tracking for photovoltaic using incremental conductance method. *Energy Procedia*, **68**, 22-30.
- Rekik, M., Abdelkafi, A. and Krichen, L., 2015. Synchronization of Wind Farm Power System to Utility Grid under Voltage and Frequency Variations. *International Journal Of Renewable Energy Research*, **5(1)**.
- Trends in Renewable Energy IRENA data
- Trenberth, K. E. and Fussulo, J. T., 2009. Global warming due to increasing absorbed solar radiation. *Geophysical Research Letters*, **36**.
- Qun, L. L., Xin, W. Z., 2008. A Rapid MPPT Algorithm Based on the Research of Solar Cell's Diode Factor and Reverse Saturation Current. *WSEAS Transactions on Systems*, **7(5)**.



## $^{112}\text{Sn}(\alpha, \gamma)^{116}\text{Te}$ Reaksiyonu için Astrofiziksel S-Faktörlerinin ve Reaksiyon Hızlarının Hesaplanması

Ercan Yıldız\*<sup>1</sup>, Abdullah Aydın<sup>2</sup>, İsmail Hakkı Sarpün<sup>3,4</sup>

\*<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Vocational School of Health Services, Kahramanmaraş, <sup>2</sup> Kırıkkale University, Physics Department, Kırıkkale, Turkey

<sup>3,4</sup> İsmail Hakkı, Sarpün, Akdeniz University, Physics Department, Antalya, Turkey, Akdeniz University, Nuclear Sciences Research and Application Center, Antalya, Turkey

Corresponding author e-mail: [ercan7306@hotmail.com](mailto:ercan7306@hotmail.com) ORCID ID:<http://orcid.org/0000-0001-8709-4764>  
[aaydin@kku.edu.tr](mailto:aaydin@kku.edu.tr), ORCID ID:<http://orcid.org/0000-0001-8629-6268>  
[isarpun@gmail.com](mailto:isarpun@gmail.com), ORCID ID:<http://orcid.org/0000-0002-9788-699X>

The arrival date: 19.08.2021 ; Date of Acceptance: 26.10.2021

### Anahtar Kelimeler

Reaksiyon hızı; TALYS;  
astrofiziksel S-  
faktör; EXFOR; NON-  
SMOKER

### Öz

Çalışmamızda  $^{112}\text{Sn}(\alpha, \gamma)^{116}\text{Te}$  reaksiyonunun reaksiyon hızları hesaplanmıştır. Hesaplamalar için TALYS 1.95 kodları kullanılmıştır. Ek olarak, düşük enerjili bölgelerde bir reaksiyon olasılığını açıklayan astrofiziksel S faktörleri elde edildi. Hesaplamalarımızın sonuçları, EXFOR veri tabanından alınan deneysel verilere göre kontrol edildi.

## Calculation of Astrophysical S-factors and reaction rates for reaction

### $^{112}\text{Sn}(\alpha, \gamma)^{116}\text{Te}$

### Keywords

Reaction rates;  
TALYS; astrophysical S-  
factors; EXFOR; NON-  
SMOKER

### Abstract

In our study, the reaction rates of  $^{112}\text{Sn}(\alpha, \gamma)^{116}\text{Te}$  reaction were calculated. TALYS 1.95 codes were used for calculations. In addition, astrophysical S-factors were obtained that explain the probability of a reaction in low-energy regions. The results of our calculations were checked according to experimental data from the EXFOR database.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

## 1. Introduction

Photonuclear reactions play an important role in many different subfields of nuclear astrophysics, and particularly for nucleosynthesis applications. The solar abundance of most of the nuclei heavier than iron is explained by the slow and rapid neutron capture processes known as the s and r processes, respectively (Utsonomiya et al. 2006).

By calculating the reaction rate and astrophysical S-factor of the  $^{112}\text{Sn}(\alpha, \gamma)^{116}\text{Te}$  reaction, it is possible to estimate the reaction cross-sections for low energy zones.

## 2. Material ve Metod

Cross-section values, which are of great importance for understanding a reaction, may not be obtained, especially in the low energy zones. Using the Astrophysical S-factor for these regions will be useful for understanding the reaction.

The astrophysical S-factor is defined as

$$S(E)=\sigma(E).E.\exp(2\pi\eta) \quad (1)$$

where,  $\eta$  is the Sommerfeld parameter,  $(Z_1Z_2e^2)/\hbar v$ . The astrophysical S-factor is especially helpful in low energy regions. Empirical measurements of  $\sigma$  (E) are often not available in measuring these energies (Yildiz and Aydin 2006). The astrophysical S-factor has been investigated theoretically and practically by different authors and contributed to the literature (Yakovlev et al. 2010, Dubovichenko 2012, Dohet-Eraly et al. 2016, Goncharov 2018, Bysritsky et al. 2013, Ozdogan et al. 2019).

Thermonuclear reaction formula can be expressed in eq. (1)

$$N_A(\sigma v)T = N_A [8/\pi m(kT)^3]^{1/2} \int_0^E \sigma(E) E \exp(-E/kT) dE \quad (2)$$

where  $N_A$  is Avagadro's number,  $m$  is reduced mass and  $E$  is centre-of-mass energy, and  $T$  indicates temperature of the environment for the reaction (Santos et al. 2000).

Experimental studies required for nuclear reactions are not always possible in terms of both material and possibilities. It is not always possible to obtain and use reactants. In such cases, it is advantageous to make theoretical experiments or to make half-experimental calculations with various simulation programs.

For cases where experimental studies cannot be carried out, it is thought that theoretical studies such as we do will contribute.

## EXFOR

EXFOR data library is a comprehensive collection of experimental nuclear reaction data, stored and reused.

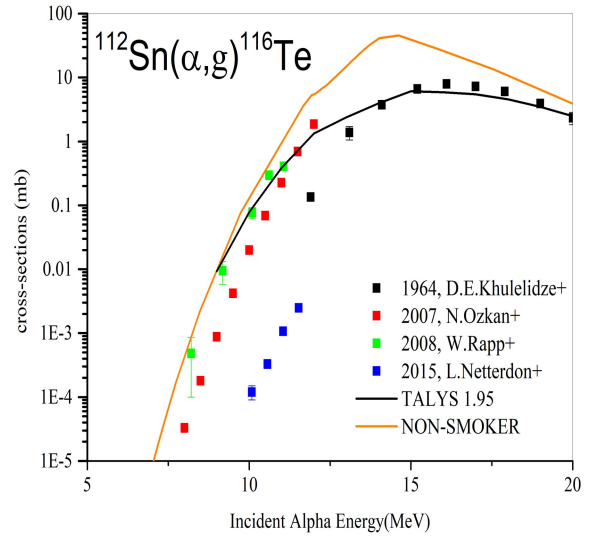
## TALYS (Nuclear Reaction Code)

The TALYS 1.95 (Koning et al. 2017) nuclear code program determines all reaction mechanisms, reaction channels and all observable possibilities using nuclear models. In the simulation reactions created in this program, it can operate in the energy region of 1 keV –1 GeV with n, p, d, t,  $^3\text{He}$ ,  $\alpha$  particles and  $\gamma$  beams as bullet particles

## NON-SMOKER

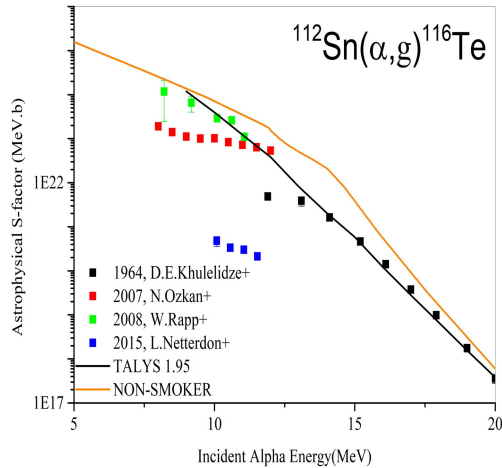
NON-SMOKER (Rauscher and Thielemann 2000) is a computer code using the Hauser-Feshbach Model that theoretically calculates cross section values.

## 3. Results



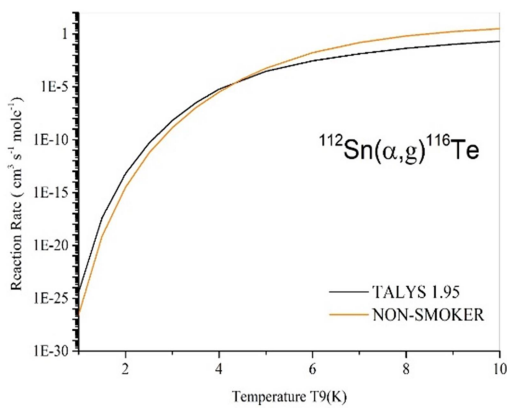
**Figure 1.** Cross-section values of the  $^{112}\text{Sn}(\alpha, \gamma)^{116}\text{Te}$  reaction

Fig. 1, calculated cross-section values of the  $^{112}\text{Sn}(\alpha, \gamma)^{116}\text{Te}$  reaction are shown together with available experimental data. As it can be seen from Fig. 1, experimental cross section values are compatible with the those of Ref.(Khulelidze et al. 1965),(Ozkan et al. 2007) and , (Rapp et al. 2008) ,(Netterdon et al. 2015) values in the range of 10-12.5 MeV. The values of Ref. (Khulelidze et al. 1965) and TALYS 1.95 are almost the same in the range of 13-20 MeV. TALYS 1.95 and NON-SMOKER values are in great similarity in low energy region (9-12 MeV). NON-SMOKER data has a peak around 15 MeV incident alpha energy.



**Figure 2.** Astrophysical S-factor values of the  $^{112}\text{Sn}(\alpha, \gamma)^{116}\text{Te}$  reaction according to alpha energy

If the astrophysical S-factor values are examined in Figure 2, it gives concordant results. Especially in the 13-19 MeV range, (Khulelidze et al. 1965) and TALYS 1.95 values are in remarkable harmony. There is a similar fit in NON-SMOKER. However, similar harmony is not seen in (Netterdon et al. 2015). Using the astrophysical S-factor, the cross-section in the low energy region can be calculated by various fit processes.



**Figure 3.** Thermonuclear reaction rates for  $^{112}\text{Sn}(\alpha, \gamma)^{116}\text{Te}$  reaction

The thermonuclear reaction rate curves show the expected behaviour as a function of temperature and mass. TALYS 1.95 reaction rates and NON-SMOKER values are compatible.

#### 4. Discussion and Conclusion

It is thought that using such code programs will be very useful in understanding nuclear reactions. It is assumed that it will contribute to the development of programs such as TALYS 1.95 with the increase of experimental studies.

It is thought that the reaction rate calculations will contribute to various estimation and extrapolation studies, especially because it depends on the cross section values. Reaction rate values treated for a reaction allow us to interpret and evaluate the influence cross-section and astrophysical S-factors and Gamow Window. In addition in the low energy region where experimental data is difficult to obtain, it should be stated that experimental studies should be carried out.

#### 5. References

Bystritsky, V. M., Kobzev, A. P., Krylov, A. R., Parzhitskii, S. S., Philippov, A. V., Dudkin, G. N., Guran, I. 2013. "Measuring the astrophysical S factors and the cross sections of the  $p(d, \gamma)^3\text{He}$  reaction in the ultralow energy region using a zirconium deuteride target". *Physics of Particles and Nuclei Letters*, **10(7)**, 717–722.

D E Khulelidze V L Chikhldaze M Z Maksimov V G. 1965. "Excitation functions of the (a,c) and (a, n) reactions of tin isotopes". *Soviet Physic*, **20**, 259.

Dohet-Eraly, J., Navrátil, P., Quaglioni, S., Horiuchi, W., Hupin, G., Raimondi, F. 2016. " $^3\text{He}(\alpha, \gamma)^7\text{Be}$  and  $^3\text{H}(\alpha, \gamma)^7\text{Li}$  astrophysical S factors from the no-core shell model with continuum". *Physics Letters, Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics*, **757**, 430–436.

Dubovichenko, S. B. 2012. "Astrophysical S-factor for the radiative-capture reaction  $p^{13}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N}\gamma$ ". *Physics of Atomic Nuclei*, **75(2)**, 173–181.

Goncharov, P. R. 2018. "Differential and total cross sections and astrophysical S-factors for  $2\text{H}(d,n)^3\text{He}$  and  $2\text{H}(d,p)^3\text{H}$  reactions in a wide energy range". *Atomic Data and Nuclear Data Tables*, **120**, 121–151. (06.09.2020)

Koning A, Hilaire S, G. S. 2017. "TALYS–1.95".

National Nuclear Data Center. 2017. (06.09.2020)

Netterdon, L., Mayer, J., Scholz, P., Zilges, A. 2015. "Total and partial cross sections of the Sn 112 ( $\alpha, \gamma$ ) Te 116 reaction measured via in-beam  $\gamma$ -ray spectroscopy". *Physical Review C - Nuclear Physics*, **91(3)**, 1–8.

Özdoğan, H., Şekerci, M., Kaplan, A. 2019. "S-Factor Analysis of Proton Capture Reactions on  $^{112}, ^{114}, ^{116}, ^{119}\text{Sn}$  and  $^{113}, ^{115}\text{In}$  Isotopes". *Physics of Atomic Nuclei*, **82(4)**, 324–329.

Özkan, N., Efe, G., Güray, R. T., Palumbo, A., Görres, J., Lee, H. Y., ... Somorjai, E. 2007. "Astrophysical S factor for  $\alpha$ -capture on Sn112 in the p-process energy range". *Physical Review C - Nuclear Physics*, **75(2)**. 1-7

Rapp, W., Dillmann, I., Käppeler, F., Giesen, U., Klein, H., Rauscher, T., ... Hilpp, S. 2008. "Cross section measurements of  $\alpha$ -induced reactions on Mo $^{92,94}$  and Sn112 for p-process studies". *Physical Review C - Nuclear Physics*, **78(2)**, 1–9.

Santos, W. M. ., Barros, S., Suita, J. 2000. "Cross sections and thermonuclear reaction rates for  $^{181}\text{Ta}(\alpha, n)^{184}\text{Re}$ ,  $^{169}\text{Tm}(\alpha, n)^{172}\text{Lu}$ ,  $^{191}\text{Ir}(\alpha, n)^{194}\text{Au}$ ". *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* **26** 301–308.

T. Rauscher, F. K. T. 2000. "NON-SMOKER". <https://nucastro.org/nonsmoker.html> (06.09.2020)

Utsunomiya, H., Mohr, P., Zilges, A., Rayet, M. 2006. "Direct determination of photodisintegration cross sections and the p-process". *Nuclear Physics A*, **777**, 459–478.

Yakovlev, D. G., Beard, M., Gasques, L. R., Wiescher, M. 2010. "Simple analytic model for astrophysical s factors". *Physical Review C - Nuclear Physics*, **vol. 82**, no. 4, pp. 1–12.

Yildiz, E. and Aydin, A. (2016). Calculation of Cross-sections and Astrophysical S-Factors for  $^{62}\text{Ni}(\alpha, n)$  and  $^{62}\text{Ni}(\alpha, \gamma)$  Reactions of Structural Fusion Material Nickel. *Journal of Fusion Energy*, **35(3)**, 605–607. doi:10.1007/s10894-016-0079-9

## Erkek Çocuklarda I-131 Radyoizotopunun Vücut Dozunun Yaşa Göre Değişimi

Timur Koca<sup>1</sup>, İsmail Hakkı Sarpün<sup>1,2,3</sup>, Ünal Yıldırım<sup>4</sup>, İlkey Türk Çakır<sup>5</sup>, Selcan Şahin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Akdeniz University, Medicine Faculty, Radiation Oncology Department, Antalya, Turkey

<sup>2</sup> Akdeniz University, Physics Department, Antalya, Turkey

<sup>3</sup> Akdeniz University, Nuclear Sciences Application and Research Center, Antalya, Turkey

<sup>4</sup> Ministry of National Education, Göynük Science High School, Antalya, Turkey

<sup>5</sup> Giresun University, Energy Systems Engineering Dept., Giresun, Turkey

e-posta: timurkoca3@gmail.com. ORCID ID:<http://orcid.org/0000-0002-7400-1837>

Geliş Tarihi: 23.08.2021 ; Kabul Tarihi: 26.10.2021

### Öz

#### Anahtar kelimeler

Monte Carlo  
Nükleer Tıp  
Radyasyon  
Doz

Nükleer tıpta kritik organların aldığı doz, vücut içine yerleştirilen radyoizotoplar nedeniyle önem kazanmaktadır. Tıbbi uygulamalar, genel popülasyonun radyasyona maruz kalmasının ana nedenleri arasındadır. Bu uygulamalarda, Bilgisayarlı Tomografi (BT) taramaları birincil kaynak olurken, nükleer tıp ise ikinci en büyük kaynaktır. Nükleer tıp prosedürlerinin kullanımına ilişkin olarak verilmesi gereken bilinçli kararlar, soğurulan radyasyon dozunun ve ilişkili risklerin daha iyi anlaşılmasını gerektirir. Bu çalışmada Monte Carlo merkezli NCINM (Nükleer Tıp için Ulusal Kanseri Enstitüsü Dozimetri Sistemi) kodu yardımıyla 0, 1, 5, 10 ve 15 yaşındaki erkek çocukların tiroit bezine iyot radyoizotopu, I-131 yerleştirildiğinde tiroit bezi, timüs ve lenf bezlerinin absorbe edilen dozunun değişimi araştırılmıştır.

## Change in Body Dose of I-131 Radioisotope in Boys by Age

### Abstract

#### Keywords

Monte Carlo  
Nuclear Medicine  
Radiation  
Dose

In nuclear medicine, the dose received by the critical organs becomes important due to the radioisotopes placed inside the body. Medical applications are among the main causes of radiation exposure to the general population. In these applications, Computed Tomography (CT) scans are the primary source, while nuclear medicine is the second largest. The informed decisions that must be made regarding the use of nuclear medicine procedures require a better understanding of the absorbed radiation dose and the associated risks. In this study, when iodine radioisotope I-131 inserted into the thyroid gland of boys aged 0, 1, 5, 10 and 15, change of the absorbed dose of the thyroid gland, thymus and lymph nodes was investigated by the Monte Carlo based NCINM (National Cancer Institute Dosimetry System for Nuclear Medicine) code.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Introduction

In nuclear medicine applications, imaging of organs, evaluation of organ functions and treatment of damaged organs, albeit limited, can be provided by means of radioactive substances that are given to the patient's body and emit low-dose radiation (Smith 1984). In nuclear medicine

procedures, in which radioactive nuclei with short half-lives are generally preferred, gamma rays emitted from the radioactive nucleus are collected with the help of a gamma camera and transferred to the computer to obtain visual information about the desired region.

In nuclear medicine, which is mostly for diagnostic imaging, it is an important issue to determine which organs the radiation emitted by the radiopharmaceutical applied to the patient will affect and the total radiation risk for the patient (Toohey *et al.* 2000). Because it is desired that the radiation dose to be given to the suspected organ should not cause damage to other healthy tissues and organs. Since this information cannot be determined by clinical measurements in practice, it is calculated using computer-generated body-like models. These models may be mathematical models developed in the 1970s, in which organ and tissue volumes are represented by simple geometric shapes, or they may be tomographic models developed in the late 1990s and based on real body images.

The Monte Carlo technique was first used in the design of atomic weapons in the 1940s and has been accepted as a successful tool for applications where the interactions of radiation with material are studied (Andreo 1991). The method is widely used today where physical measurements are either very difficult or impossible, and it is a modeling technique that tries to describe an event or experiment numerically using various statistical techniques in general. In modeling the interactions of radiation with the material medium, this method determines the properties of the particles carrying the radiation energy, such as energy, position, flight direction and flight distance, using random numbers and appropriate probability distributions. Thus, the physical interaction types that the particles moving in the medium will undergo, the amount of energy to be lost in each interaction, the scattering angles etc. tries to guess. As a result, the amount of radiation dose to be released in predefined volumes is calculated.

Radioactive iodine therapy is a method that has been successfully applied for almost 50 years in the treatment of goiter diseases, which are defined as hyperthyroidism and cause high thyroid gland hormone levels in the blood. Radioactive iodine, which is given orally as a capsule or liquid, is absorbed from the digestive system, and collected in the thyroid gland cells, and the radiation it emits

stops the growth and activity of thyroid cells. The function of the overactive thyroid gland returns to normal or unwanted thyroid tissues are destroyed. While radioactive iodine is excreted from the body mostly through the urine, some of it is excreted with saliva, sweat, and feces. The ones that are not excreted also disappear after a while, and there is no more radioisotope in your body between 10 days and 1 month. Residence time in the body is shorter at low doses and longer at higher doses. Radioactive iodine treatment is usually given on an outpatient basis to patients with hyperthyroidism, and hospitalization is required in some special cases. In some kinds of cancers of the thyroid gland, radioactive iodine therapy is also used for the destruction of thyroid gland residues left behind after thyroid gland surgery and for the treatment of the spread of thyroid cancers in the body. The dose of radioactive iodine varies according to the kind of thyroid cancer.

In this study, Monte Carlo simulation studies were performed by placing I-131 radioisotope in the thyroid in a newborn, 1-, 5-, 10-, and 15-years old boy phantom. The doses received by the thyroid gland, thymus, and lymph nodes were calculated via the NCINM code.

## 2. Material and Method

The absorbed radiation dose of any tissue of the organ cannot be directly measured or calculated without exposure. Some of the physical quantities related with radiation, such as air kerma or fluency, are converted to the absorbed organ dose using radiation dose coefficients (ICRP 1987, ICRP 1996, ICRP 2000). In calculations of the dose coefficients, computational phantoms are often combined with a Monte Carlo based computer simulation code. In the earliest forms of the phantoms, the contours of the body and organs were defined by mathematical equations or shapes (Eckerman *et al.* 1996). Although, these phantoms offered flexibility for modification, were far from anatomically realistic. The next generation of voxel (volume element) or tomographic phantom was created from medical images, mostly CT or MR images, and provide very

realistic anatomical similarity (Xu 2014). However, due to the limitations of voxels, changing phantom and organ sizes, shapes, and positions is time-consuming. The latest generation of phantoms is known as hybrid phantoms that combine the advantages of both stylized and voxel phantoms and are both flexible and anatomically realistic (Xu 2014).

NCINM code is based on the widely accepted MIRD formalism (Loevinger *et al.* 1991). This code was developed in three steps:

- First, calculations of a comprehensive library of specific absorbed fractions (SAFs) for multiple combinations of source and target sites in a set of computational phantoms (both pediatric and adult) combined with a MCNP code.
- Second, derivation of a S values library from SAFs and nuclear decay data from ICRP report (ICRP 2008).
- Finally, a GUI-based user-friendly code was compiled to facilitate the dosimetry process.

The code will give following outputs:

- Absorbed doses and absorbed doses  
Absorbed doses and absorbed doses per unit administered activity are calculated for all target regions in terms of mGy and mGy/MBq, respectively. Absorbed doses per unit administered activity to target region  $r_T$ , which is also called absorbed dose coefficients,  $\frac{D(r_T)}{A_0}$ , is calculated using:  
$$\frac{D(r_T)}{A_0} = \sum_{r_s} \frac{\tilde{A}(r_s)}{A_0} S(r_T \leftarrow r_s)$$
where first term is the cumulated activity per unit administered activity in source tissue  $r_s$  and second term is the S value for regions  $r_s$  (source) and  $r_T$  (target).
- Two effective doses  
Effective doses is calculated based on ICRP 60 (ICRP 1991) and 103 (ICRP 2007) in terms of  $S_v$ .
- Target region mass
- S values (mGy/MBq.s)  
S values are calculated for selected regions  $r_s$  (source) and  $r_T$  (target), selected phantom, and also selected radionuclide. Besides S

values are displayed on screen and could be taken as a file in text format.

### 3. Results

In this study, NCINM code developed by NCI was used. With the help of this Monte Carlo-based code, the I-131 radioisotope with an activity of 666 MBq or 18 mCi was placed in the thyroid gland of a boy phantom of different ages for half an hour. This selected activity is in the selected range for Hyperthyroid treatment. The doses taken by the thyroid gland, thymus, and lymph nodes were calculated and compared with each other. In Fig. 1, the input window of the code where the parameters are entered is given. The phantom selected in this window belongs to a newborn boy.

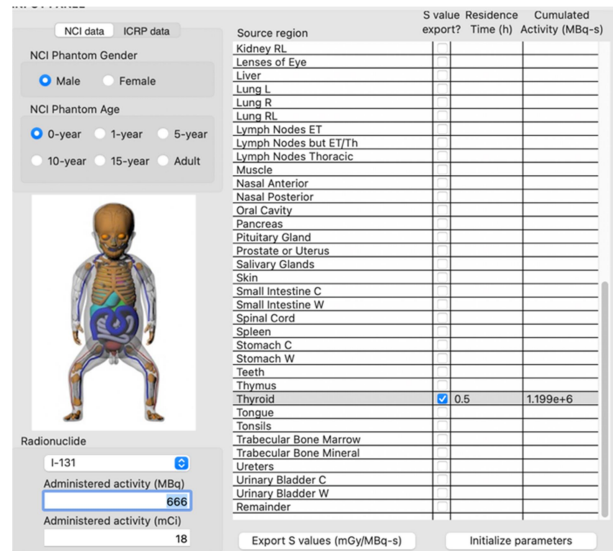


Figure 1. NCINM code input window.

In Fig. 2, phantoms of boys at different ages (1, 5, 10, 15) are shown. As can be seen in this figure, the internal organs, bone and tissue structure have a more realistic appearance compared to the older phantoms.

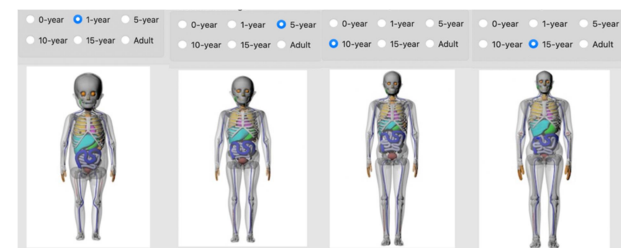
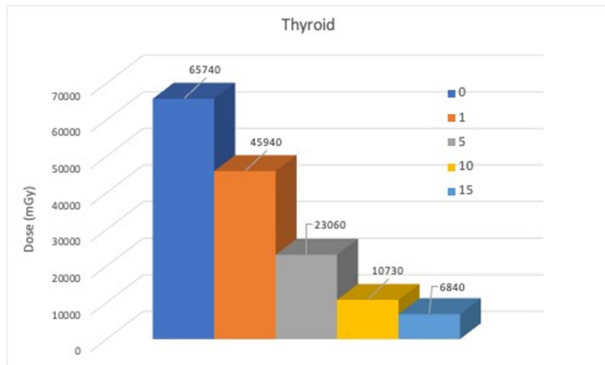
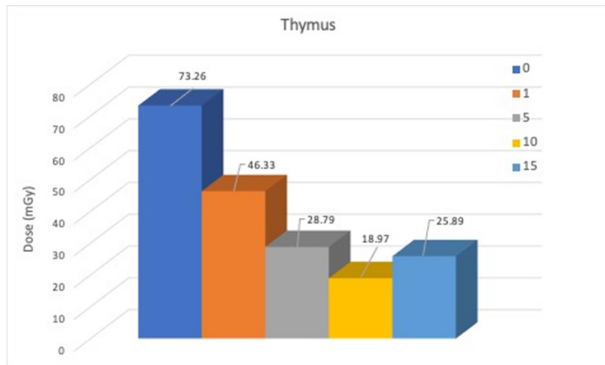


Figure 2. Phantom of a boy aged 1, 5, 10 and 15.

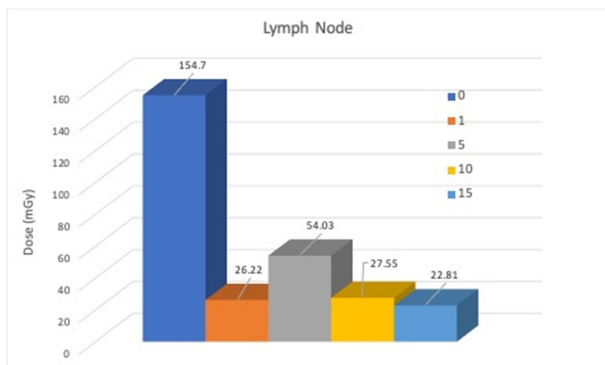
In Fig. 3, the doses taken by the thyroid gland are given according to age. The same graph is given for the Thymus in Fig. 4 and the lymph node in Fig. 5.



**Figure 3.** The change in the dose of the thyroid gland according to the age.



**Figure 4.** The change in the dose of the thymus according to the age.



**Figure 5.** The change in the dose of the lymph node according to the age.

#### 4. Conclusion

Using the reference pediatric computational phantoms available in the NCINM code, we calculated the doses received by the thyroid gland, thymus, and lymph nodes via Monte Carlo-based

NCINM code. Organ dose coefficients were calculated for the I-131 radioisotope with the activity of 666 MBq (equal to 18 mCi) placed in the thyroid gland for half an hour for 5 different male phantoms (newborn, 1-, 5-, 10- and 15-years old). The results showed that the absorbed doses of critical organs were inversely proportional to age and became highly significant at younger ages. As expected, the x-ray exposed region geometry plays an important role in the age-related dependence of organ doses, followed by effective dose. The data obtained will be useful to other users using pediatric reference phantoms for MCNPX based dose calculation to compare the calculation process.

#### Acknowledgement

This study was partly presented at the ICETAS 2020 Conference.

#### 5. References

- Andreo, P., 1991. Monte Carlo techniques in medical radiation physics, *Phys Med Biol*, **36**, 861-920.
- Eckerman, K.F., Cristy, E. and Ryman, J.C., 1996. The ORNL Mathematical Phantom Series (Oak Ridge National Laboratory).
- ICRP, 1987. Data for use in protection against external radiation Ann. ICRP 17, 1–132.
- ICRP, 1991. 1990 recommendations of the international commission on radiological protection ICRP publication 60, Ann. ICRP 21, 1–201.
- ICRP, 1996. Conversion coefficients for use in radiological protection against external radiation Ann. ICRP 26, 1–205.
- ICRP, 2007. The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection ICRP publication 103, Ann. ICRP 37, 1–332
- ICRP, 2008. ICRP Publication 107: Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, ICRP Publ. 107 Ann. ICRP 38-3, 1-123.
- ICRP, 2010. Conversion coefficients for radiological protection quantities for external radiation exposures Ann. ICRP 40, 1–258.
- Loevinger, R., Budinger, T.F., Thomas, F. and Watson, E.E., 1991. MIRD Primer for Absorbed Dose Calculations revised edition (New York: Society of Nuclear Medicine)
- Smith, T., 1984. Internal Exposure of Patients and Staff in Diagnostic Nuclear Medicine Procedures, *J Soc Radiol Prot*, **4**(2), 45-57.
- Toohy, R.E., Stabin, M.G. and Watson, E.E., 2000. Internal Radiation Dosimetry: Principles and Applications. *The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents*, **20**, 533-546.



Xu, X.G., 2014. An exponential growth of computational phantom research in radiation protection, imaging, and radiotherapy: a review of the fifty-year history, *Phys Med Biol*, **59**, R233–302.

## CT Taramalarında Hastanın Kilosuna göre Alınan Dozun Değişimi

İsmail Hakkı Sarpün<sup>1,2,3</sup>, Cengiz Özsoy<sup>4</sup>, Vedat Aydın<sup>4</sup>, Timur Koca<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Akdeniz University, Medicine Faculty, Radiation Oncology Department, Antalya, Turkey

<sup>2</sup> Akdeniz University, Physics Department, Antalya, Turkey

<sup>3</sup> Akdeniz University, Nuclear Sciences Application and Research Center, Antalya, Turkey

<sup>4</sup> Ministry of National Education, Göynük Science High School, Antalya, Turkey

e-posta: [isarpun@gmail.com](mailto:isarpun@gmail.com). ORCID ID:<http://orcid.org/0000-0002-9788-699X>

The arrival date:19.08.2021 ; Date of Acceptance:11.11.2021

### Anahtar kelimeler

BT;  
Fantom;  
NCICT;  
Monte Carlo

### Öz

Tüm radyoterapi işlemi sırasında çekilen Bilgisayarlı Tomografi (BT) görüntüleri, tedavi portalı tasarımı, planlaması ve hasta pozisyonunun sağlanması için önemlidir. Ancak bu BT taramalarında hastanın aldığı doz, planlama doz hesaplamalarına dahil edilmez. Özellikle adaptif tedavilerde kritik organların limit dozlarının hesaplanmasında günlük BT taramalarından alınan doz çok önemli hale gelmektedir. Bu çalışmada, Monte Carlo tekniğinin kullanıldığı NCICT kodu ile hastaların bazı kritik organları olan kalp ve karaciğerin aldığı dozun hastanın ağırlığına göre değişimi araştırıldı.

## Variation of the Dose by the Weight of the Patient in CT Scanning

### Abstract

#### Keywords

CT;  
Phantom;  
NCICT;  
Monte Carlo

Computed Tomography (CT) images taken during whole radiotherapy procedure is important for treatment planning, portal design and providing patient position. However, the dose received by the patient in these CT scans are not included in the planning dose calculations. Especially in adaptive treatments, the dose received from daily CT scan becomes very important in calculation of the limit doses of critical organs. In this study, with the NCICT code, which use the Monte Carlo technique, the change of the dose absorbed by some critical organs of the patients, namely the heart and liver, according to the weight of the patient, was investigated.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Introduction

Computed tomography (CT) is a device for diagnostic imaging using ionizing radiation. Patients are exposed to some amount of radiation with the application of the examination, and radiation dose loading occurs in the relevant region or organs of their bodies. Since the radiation used is ionizing, it is necessary to know the patient doses and to optimize the dose image.

Although computed tomography is very useful for patients, there are concerns about the potential

risks of exposure to radiation; especially, for much more sensitive pediatric patients (National Research Council 2006). CT is very important in pre-treatment planning in cancer patients and in maintaining the position of the patient throughout the treatment. However, the dose given by CT before and during the treatment is not taken into account in the TPS of cancer patients. Therefore, knowledge of the absorbed dose of the tissues exposed to Bremsstrahlung x-rays emitted from CT scanners for these patients will enable better conformal treatment planning.

Dose measurements in computed tomography are possible with the use of certain systems and devices. However, these procedures are time consuming and cannot be repeated for every patient. For this reason, Monte Carlo simulation techniques, which are a reliable calculation method, can be used to calculate the radiation dose.

The calculation method, which used in this study, adopted by the ICRP to evaluate various dose descriptors including organ doses for CT patients using pediatric and adult reference voxel phantoms and Monte Carlo simulation of x-rays, was developed by Lee *et al.* (2015).

## 2. Materials and Method

The algorithm, which used in calculation of absorbed dose in NCICT code, is based on the study of Turner *et al.* (2010) that  $CTDI_{vol}$  can be used as a normalization factor to account for differences among CT scanners. The algorithm is explained by the Eq. (1) and expressions given in Lee *et al.* (2015):

$$D(\text{organ, age, gender, spectrum}) = \sum_{z=SS}^{z=SE} DC(\text{organ, age, gender, spectrum, } z) \times CTDI_{vol} \quad (1)$$

Eq. (1) requires two calculations, DC and  $CTDI_{vol}$ , which were expressed in Lee *et al.* (2015), Reiser *et al.* (2004), AAPM (2011) and the  $CTDI_{vol}$  could derive from the Eq. (2).

$$CTDI_{vol}(\text{make, model, spectrum}) = \frac{nCTDI_w(\text{make, model, spectrum})}{Pitch} \times \left(\frac{I \times t}{100}\right) \times k_{OB} \quad (2)$$

Absorbed organ dose per unit air kerma were calculated using Monte Carlo-based NCICT for heart wall and liver for adult male and female phantoms (variable weight and constant height (170 cm)). Radiation exposure was simulated by selecting the predefined chest as the area for the 200 kV voltage and 100 mAs current-time value of the irradiation geometry. Fig. 1 shows the input screen used in the calculation and a 170 cm tall female phantom with different masses.

In CT, a situation that requires control in the acquisition of images is the application of high doses and one of the important factors this, the

radiation of healthy tissues and critical organs (medulla spinalis, kidney, heart, lung). Although radiation tolerance doses vary greatly depending on the organizational state of the tissue (hierarchical, flexible or hybrid tissues) and the volume irradiated, they are usually lower than the doses that should be administered. Therefore, it is necessary to try to give as few doses as possible within the target volume.

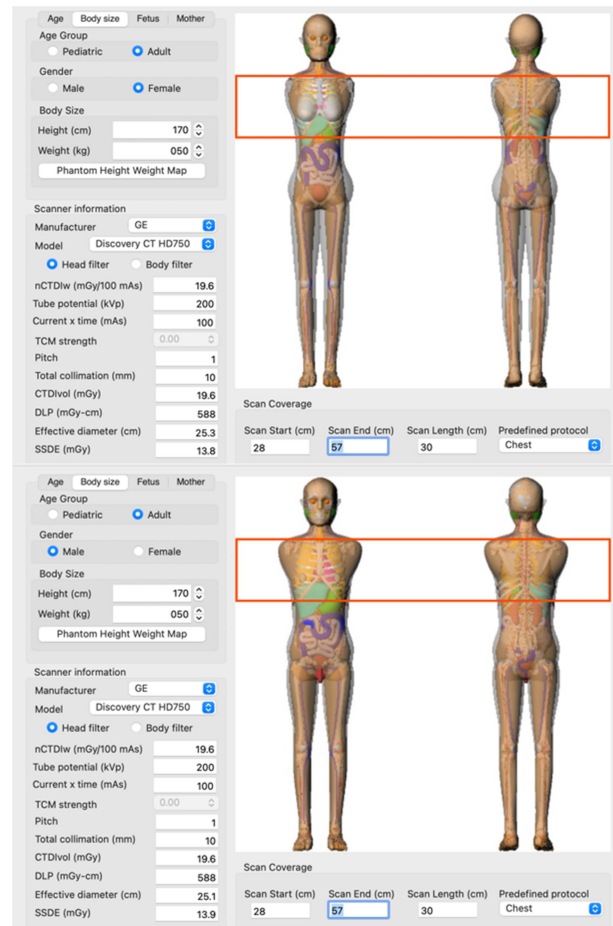


Figure 1. A 170 cm tall female phantom with different masses.

## 3. Calculations

By using both male and female phantoms with different masses of 170 cm, 200 kV tube voltage, and 100 mAs current-time parameters were selected as constant for the pre-defined scanner and the predefined chest region shots in CT were simulated via Monte Carlo-based NCICT code. Organ doses were calculated for the heart wall and liver, which were determined as critical organs inside the scanned region. The variation of organ

doses for the female and male phantoms are given in Figs. 2 and 3, respectively.

The effective doses obtained in the calculation are given in Fig. 4 for both female and male phantoms.

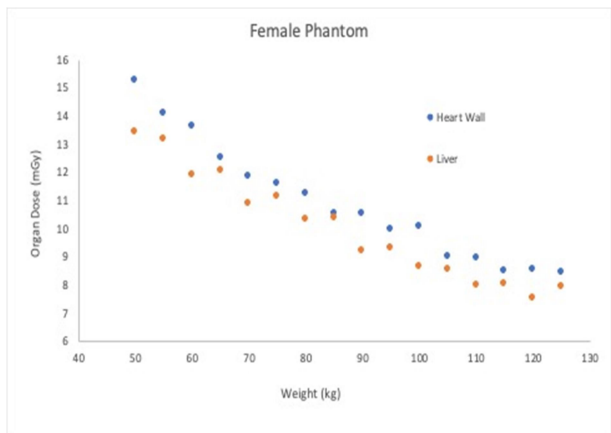


Figure 2. Variation of organ doses by mass for female phantoms of different masses.

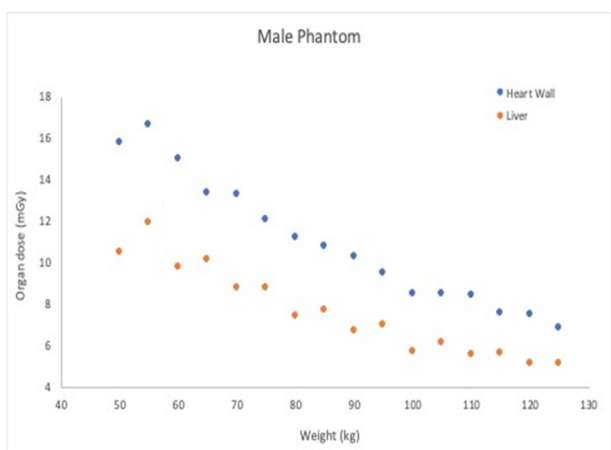


Figure 3. Variation of organ doses by mass for male phantoms of different masses.

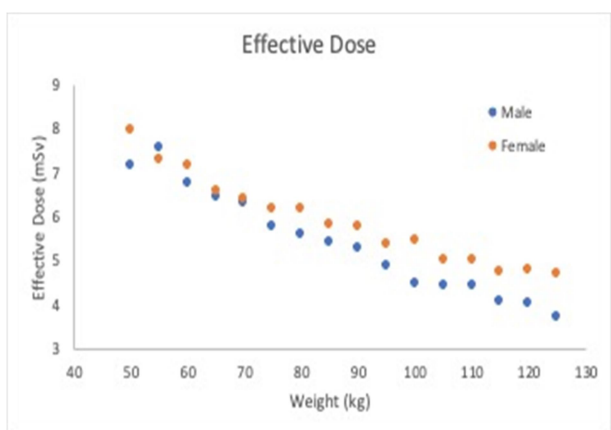


Figure 4. Variation of effective dose by mass for both male and female phantoms.

#### 4. Conclusion

Both male and female phantoms were used in the Monte Carlo-based NCICT code to calculate Heart Wall and Liver organ doses and the effective dose. Although the organ doses for both phantoms decrease with increasing mass, there are irregularities in the values for both the male phantom and the female phantom when the effective doses are examined. When the organ and effective doses are examined, one can see that the code gives varying results for the male and female phantom in 55 and 100 kg masses. These obtained data will be useful for users using ICRP phantoms for Monte Carlo dose calculation to compare the calculation process.

#### Acknowledgement

This study was partly presented at the ICETAS 2021 Conference.

#### 5. References

AAPM, 2011. Size-specific dose estimates (ssde) in pediatric and adult body ct examinations, *AAPM Report* **204**, 1-30.

Lee, C., Kim, K.P., Bolch, W.E., Moroz, B.E. and Folio, L., 2015. NCICT: a computational solution to estimate organ doses for pediatric and adult patients undergoing CT scans, *J Radiol Prot*, **35**, 4, 891-909.

National Research Council, 2006. *Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase 2*, Washington DC, National Academies Press.

Lee, C., Kim, K.P., Long, D. and Bolch, W.E., 2012. Organ doses for reference pediatric and adolescent patients undergoing computed tomography estimated by Monte Carlo simulation, *Med Phys*, **39**, 2129-46.

Lee, C., Kim, K.P., Long, D., Fisher, R., Tien, C., Simon, S.L., Bouville, A. and Bolch, W.E., 2011. Organ doses for reference adult male and female undergoing computed tomography estimated by Monte Carlo simulations, *Med Phys*, **38**, 1196-206.

Lee, E., Lamart, S., Little, M.P. and Lee, C., 2014. Database of normalised computed tomography dose index for retrospective CT dosimetry, *J Radiol Protect*, **34**, 363-88.

Reiser, M.F., Takahashi, M., Modic, M. and Becker, C.R., 2004. *Multislice CT*, ed. Reiser, M.F., et al., Berlin, Springer.

Sechopoulos, I., Trianni, A. and Peck, D., 2015. The DICOM radiation dose structured report: what it is and what it is not, *J Am Coll Radiol*, **12**, 712-3.

Turner, A.C., Zankl, M., DeMarco, J.J., Cagnon, C.H., Zhang, D., Angel, E., Cody, D.D., Stevens, D.M.,

McCullough, C.H. and McNitt-Gray, M.F., 2010. The feasibility of a scanner-independent technique to estimate organ dose from MDCT scans: using  $CTDI_{vol}$  to account for differences between scanners, *Med Phys*, **37**, 1816.

## I-131 Radyoizotop Aktivitelerinin Nükleer Tıpta Kullanılan Organ Dozu Üzerine Etkisi

Timur Koca<sup>1</sup>, İsmail Hakkı Sarpün<sup>1,2,3</sup>, Cengiz Özsoy<sup>4</sup>, Vedat Aydın<sup>4</sup>, Selcan Şahin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Akdeniz University, Medicine Faculty, Radiation Oncology Department, Antalya, Turkey

<sup>2</sup> Akdeniz University, Physics Department, Antalya, Turkey

<sup>3</sup> Akdeniz University, Nuclear Sciences Application and Research Center, Antalya, Turkey

<sup>4</sup> Ministry of National Education, Göynük Science High School, Antalya, Turkey

e-posta: timurkoca3@gmail.com. ORCID ID:<http://orcid.org/0000-0002-7400-1837>

The arrival date:23.08.2021 ; Date of Acceptance:11.11.2021

### Öz

#### Anahtar kelimeler

Nükleer Tıp;  
Radyasyon;  
Doz;  
NCINM

Hayatta radyasyona maruz kalmanın birçok yolu vardır. Özellikle tıbbi uygulamalar, şiddetli maruziyetin en önemli sebebidir. Tıbbi uygulamalarda Bilgisayarlı Tomografi (BT) taramaları ilk sırada yer alırken, nükleer tıp ikinci sırada yer almaktadır. Tabii ki, maruz kalan doku ve dolayısıyla organlar tarafından emilen doz, sağlığa yönelik risklerle doğru orantılıdır. Nükleer tıpta tedavi amaçlı vücuda yerleştirilen radyoizotoplar nedeniyle sadece tümörün bulunduğu organ ve/veya dokulara değil, çevredeki diğer organ ve dokular az miktarda olsa da doz absorbe eder. Bu çalışmada erişkin fantomların (erkek ve dişi) tiroid bezine yerleştirilen iyot radyoizotop I-131'in aktivitelerine göre tiroid bezi, timüs ve lenf bezlerinin aldığı dozlardaki değişim Monte Carlo-tabanlı NCINM kodu ile araştırılmıştır.

## Effect of I-131 Radioisotope Activities on Organ Dose Used in Nuclear Medicine

### Abstract

#### Keywords

Nuclear Medicine;  
Radiation;  
Dose;  
NCINM

There are many ways to be exposed to radiation in life. Medical applications, in particular, are the most important form of severe exposure. In medical applications, Computed Tomography (CT) scans are in the first place, while nuclear medicine is in the second place. Of course, the dose absorbed by the exposed tissue and therefore the organs is directly proportional to the risks to health. In nuclear medicine, due to the radioisotopes placed in the body for therapeutic purposes, some doses are not given only to the organ and/or tissues where the tumor is placed, but also to other surrounding organ and tissues. In this study, the change in the doses received by the thyroid gland, thymus, and lymph nodes according to the activities of the iodine radioisotope I-131 placed in the thyroid gland of adult phantoms (both male and female) were investigated with the Monte Carlo-based code.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Introduction

Nuclear medicine is the use of radioisotopes placed in the body of patients for the purposes of diagnosis or treatment of diseases. Recently, functional imaging is performed in diseases related to almost every organ system in universities, state

hospitals, and nuclear medicine departments serving in some private centers in our country. The diagnostic tests performed in all these centers mentioned above are scintigraphic imaging of the many organs and diseases, as well as the treatment of some tumors, especially thyroid diseases.

The nuclear medicine history goes back to the introduction of the atomic theory by John Dalton in the early 1800s, the discovery of X-rays by Wilhelm Konrad Roentgen in 1895, and the creation of the cyclotron by Ernest Lawrence in 1928. The most important step is the discovery of artificial radioactivity by Marie Curie in 1934, which is accepted as a milestone. However, many historians accept as the true beginning of nuclear medicine is the usage of radioactive iodine to treat toxic goiter in the 1940s.

Technetium radioisotope, which is still the most frequently used in nuclear medicine imaging, was produced artificially in 1937 and its commercial production, distribution and use started after 1965. In the following years, nuclear medicine started to develop rapidly with the discovery of agents used in liver-spleen and brain imaging.

In nuclear medicine, which was used only for diagnostic imaging in the beginning, but also for therapeutic purposes, it is very important to determine which organs will be affected by the radiation of the radiopharmaceutical used as an internal radiation source and the total radiation risk for the patient (Toohey *et al.* 2000). Because it is desired that the dose of radiation to be given should not cause the slightest damage to other healthy tissues and organs. The radiation dose to the body and organs cannot be determined by clinical measurements but is calculated using body-like models called phantoms created in the computer environment. These phantoms can be mathematical models developed in the 1970s in which organ and tissue volumes are represented by the simplest geometric shapes (rectangular prism, cylinder, etc.), as well as they may be tomographic models developed towards the end of the 1990s, which are very similar to real body images.

The Monte Carlo technique is used as a random numbers technique and was used in the design of atomic weapons in the 1940s. It is considered to be a very successful tool, especially for applications where the interaction of radiation with material environments is examined (Andreo *et al.* 1991) It is a modeling technique that is commonly used in situations where physical measurements are either

very difficult or impossible or in the planning phase of a very large physical experiment, generally trying to describe an event or experiment numerically using statistical random numbers. In modeling the interactions of radiation in the material environment, it determines the physical properties and parameters of the particles carrying the radiation energy, such as energy, position, flight direction, and flight distance, by using random numbers and appropriate probability distributions within the geometry you have created. Then, the types of physical interactions that the particles moving in the medium will undergo, the amount of energy to be lost in each interaction, the scattering angles, etc. tries to calculate. As a result, the radiation dose amounts left in the predefined geometries are calculated.

The use of radioactive iodine is a method that is successfully applied in the treatment of goiter diseases, which are defined as hyperthyroidism and cause thyroid gland hormone elevation in the blood. In some cancers of the thyroid gland, radioactive iodine therapy is also used for the destruction of thyroid gland residues left behind after thyroid gland surgery and for the treatment of the spread of thyroid cancers in the body. Radioactive iodine, injected into the body in different ways, is absorbed from the digestive system and collected in the thyroid gland cells. Due to the radiation, it emits, the growth and activity of thyroid cells stop, the function of the overactive thyroid gland returns to normal, or the unwanted thyroid tissues are destroyed. The rest of the radioactive iodine is excreted from the body mostly through the urine, and some of it is excreted with saliva, sweat, and feces, and there is no more radioisotope in your body between 10 days and 1 month. The dose of radioactive iodine varies according to the nature of thyroid cancer.

In this study, Monte Carlo simulation studies were performed by placing I-131 radioisotope in the thyroid in adult female and male phantoms. The doses received by the thyroid gland, thymus, and lymph nodes were calculated via NCINM code.

## 2. Material and Method

The dose absorbed by the organ is a baseline dose amount defined by the International Commission on Radiation Protection (ICRP) as the average energy delivered to the mass substance (ICRP 1991, ICRP 2007). The dose absorbed by the organ is not directly measurable but can be obtained from measurable quantities such as air kerma or particle flux via dose conversion coefficients.

Dose conversion coefficients are calculated by modeling the radiation field of the exposure event and scoring the energy deposition for the tissues and organs involved in a human phantom, a representative model of human anatomy. The solution of the radiation transport problem is accomplished by well-characterized Monte Carlo methods. Computational human phantoms have developed very rapidly due to the need in the industry. In the 1980s, first-generation phantoms, known as stylized phantoms, modeled body and organ contours with mathematical equations and thus geometric shapes (Cristy 1980). These phantoms lacked anatomical realism but could be easily modified by changing parameters in mathematical equations. New generation phantoms, also known as voxel phantoms, have anatomical realism as they are developed using datasets obtained from tomographic images (Caon 2004). However, voxel phantoms are rigid and cannot be easily manipulated to account for anthropometric variations in populations. Hybrid phantoms, the third and newest generation of phantoms, have been developed to offer the flexibility of first-generation mathematical phantoms as well as the anatomical realism of voxel phantoms (Xu 2014). This flexibility of hybrid phantoms allows body sizes to be adjusted to develop phantoms with different body morphologies (Ding *et al.* 2012, Geyer *et al.* 2014).

NCINM code is based on the widely accepted MIRD formalism (ICRP 2008). This code was developed in three steps:

- First, calculations of a comprehensive library of specific absorbed fractions (SAFs) for multiple combinations of source and target sites in a set

of computational phantoms (both pediatric and adult) combined with a MCNP code.

- Second, derivation of a S values library from SAFs and nuclear decay data from ICRP report (ICRP 1991).
- Finally, a GUI-based user-friendly code was compiled to facilitate the dosimetry process.

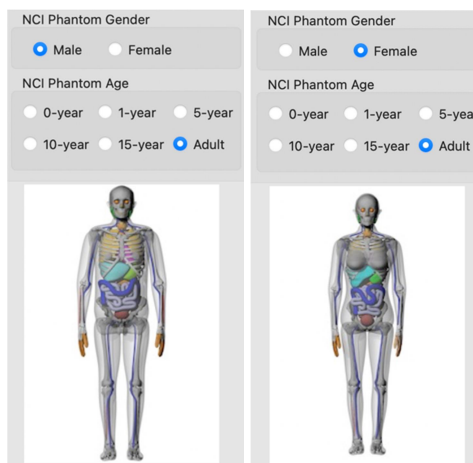
The code will give following outputs:

- Absorbed doses and absorbed doses per unit administered activity: Absorbed doses and absorbed doses per unit administered activity are calculated for all target regions in terms of mGy and mGy/MBq, respectively. Absorbed doses per unit administered activity to target region  $r_T$ , which is also called absorbed dose coefficients,  $\frac{D(r_T)}{A_0}$ , is calculated using:

$$\frac{D(r_T)}{A_0} = \sum r_s \frac{\bar{A}(r_s)}{A_0} S(r_T \leftarrow r_s)$$

where first term is the cumulated activity per unit administered activity in source tissue  $r_s$  and second term is the S value for regions  $r_s$  (source) and  $r_T$ .

- Two effective doses: Effective doses is calculated based on ICRP 60 (1991) and 103 (2007) in terms of  $S_v$ .
- Target region mass
- S values: S values are calculated in terms of mGy/MBq.s for selected regions  $r_s$  (source) and  $r_T$  (target), selected phantom, and also selected radionuclide. Besides S values are displayed on screen and could be taken as a file in text format.





**Figure 1.** Adult female and male phantoms.

**3. Results**

In this study, Monte Carlo-based NCINM code developed by NCI was used. The I-131 radioisotope with different activity was placed in the thyroid gland of adult female and male phantoms for half an hour. These selected activities are both for Hyperthyroid treatment (9, 12, 15 and 18 mCi) and for Differentiated thyroid cancer treatments (50, 100, 150 and 200 mCi) are in the used range. The doses taken by the thyroid gland, thymus, and lymph nodes were calculated and compared with

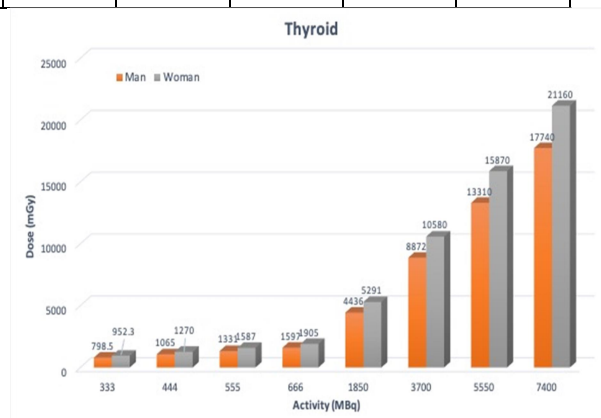
each other. In addition, the specific activity obtained in accordance with the ICRP-60 and ICRP-103 reports was also given. Fig. 1 shows the images of adult phantoms used in the calculations.

In Table 1, the doses taken by the Thyroid gland, Thymus, and Lymph nodes according to the activity for the I-131 radioisotope placed in the thyroid for both adult male and female phantoms at the end of the simulation are given in mGy. In addition, in the same table, the effective dose received by the phantom is given in mSv in accordance with the ICRP-60 and ICRP-103 reports.

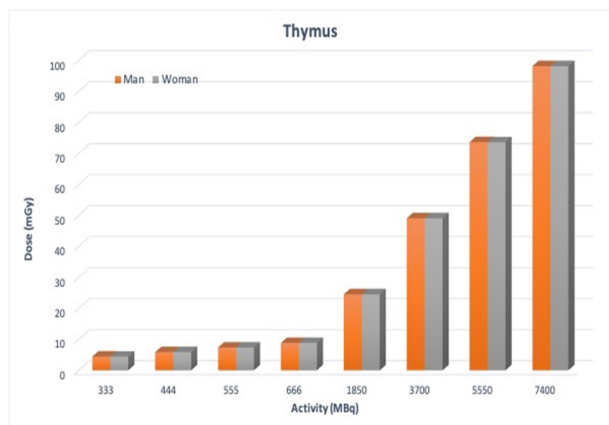
**Table 1.** Doses of adult man and woman phantoms according to activity.

Activity (MBq)	Male					Female				
	Organ Doses (mGy)			Effective Doses (mSv)		Organ Doses (mGy)			Effective Doses (mSv)	
	Thyroid gland	Thymus	Lymph nodes	ICRP60	ICRP103	Thyroid gland	Thymus	Lymph nodes	ICRP60	ICRP103
333	798.5	4.416	4.518	40.17	32.27	952.3	4.414	3.127	48.01	38.55
444	1065	5.888	6.024	53.57	43.03	1270	5.885	4.17	64.01	51.4
555	1331	7.36	7.53	66.96	53.79	1587	7.357	5.212	80.01	64.26
666	1597	8.831	9.035	80.35	64.55	1905	8.828	6.255	96.01	77.11
1850	4436	24.53	25.1	223.2	179.3	5291	24.52	17.37	266.7	214.2
3700	8872	49.06	50.2	446.4	358.6	10580	49.05	34.75	533.4	428.4
5550	13310	73.6	75.3	669.6	537.9	15870	73.57	52.12	800.1	642.6
7400	17740	98.13	100.4	892.8	717.2	21160	98.09	69.5	1067	856.7

The change in the dose taken by the thyroid gland according to the values given in Table 1 is given graphically in Fig. 2 according to both adult male and female phantoms. Similarly, the doses received by the Thymus and lymph node are given in Figs. 3 and 4, respectively.



**Figure 2.** The change of the dose received by the thyroid gland according to the activity.

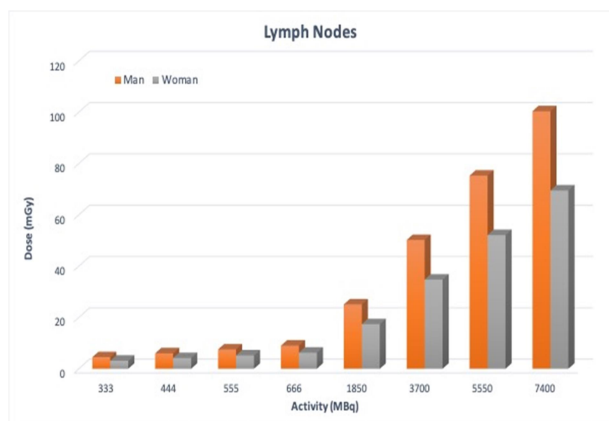


**Figure 3.** The change of the dose received by the thymus according to the activity.



**Figure 6.** Variation of effective dose with activity according to ICRP-103 reference.

The effective dose calculated in both male and female phantoms according to the ICRP-60 and ICRP-103 references is given according to the varying activity in Figs. 5 and 6, respectively.



**Figure 4.** The change of the dose received by the lymph node according to the activity.



**Figure 5.** Variation of effective dose with activity according to ICRP-60 reference.

#### 4. Conclusion

The doses of the thyroid, thymus, and lymph nodes were calculated with the help of the Monte Carlo-based NCINM code, using the reference adult male and female phantoms available in the NCINM code developed by NCI. Organ dose coefficients for the radioisotope I-131 with a different activity, which was placed in the thyroid for half an hour, and effective doses were calculated according to the ICRP-60 and ICRP-103 references for both adult male and female phantoms (given in Fig. 1). While activities of 333, 444, 555, and 666 MBq used in this study are used in the treatment of hyperthyroidism, activities of 1850, 3700, 5550, and 7400 MBq are used in differentiated thyroid cancer. As can be seen from the graphics, it shows that more doses are taken in women in treatments with the same activity. As expected, the irradiation geometry plays an important role in the dependence of the organ doses on the body structure and then on the effective dose. The data obtained will be useful to other users using ICRP reference phantoms for Monte Carlo dose calculation to compare the calculation process.

#### Acknowledgement

This study was partly presented at the ICETAS 2020 Conference.

#### 5. References

Andreo, P., 1991. Monte Carlo techniques in medical radiation physics, *Phys Med Biol*, 36, 861-920.

- Caon, M., 2004. Voxel-based computational models of real human anatomy: a review, *Radiat Environ Biophys*, 42, 229–35.
- Cristy, M., 1980. *Mathematical Phantoms Representing Children of Various Ages for use in Estimates of Internal Dose*, Oak Ridge, Oak Ridge National Laboratory.
- Ding, A., Mille, M.M., Liu, T., Caracappa, P.F. and Xu, X.G., 2012. Extension of RPI-adult male and female computational phantoms to obese patients and a Monte Carlo study of the effect on CT imaging dose, *Phys Med Biol*, 57, 2441–59.
- Geyer, A.M., O'Reilly, S., Lee, C., Long, D.J. and Bolch, W.E., 2014. The UF/NCI family of hybrid computational phantoms representing the current US population of male and female children, adolescents, and adults—application to CT dosimetry, *Phys Med Biol*, 59, 5225–42.
- ICRP, 1991. 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection, *ICRP Publ. 60, Ann. ICRP 21*, 1–201.
- ICRP, 2007. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection *ICRP Publ. 103, Ann. ICRP 37*, 1–332.
- ICRP, 2008. *Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations*, *ICRP Publ. 107, Ann. ICRP 38-3*, 1-123.
- Loevinger, R., Budinger, T.F., Thomas, F. and Watson, E.E., 1991. *MIRD Primer for Absorbed Dose Calculations* revised edition, New York: Society of Nuclear Medicine.
- Toohey, R.E., Stabin, M.G. and Watson, E.E., 2000. Internal Radiation Dosimetry: Principles and Applications. *The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents*, 20, 533-546.
- Xu, X.G., 2014. An exponential growth of computational phantom research in radiation protection, imaging, and radiotherapy: a review of the fifty-year history, *Phys Med Biol*, 59, R233–302.

## Yüksek Gerilim Kablolarında k-NN ile Arıza Konumu Belirleme ve Veri Boyutunun Sınıflandırmaya Etkileri

Fatih Serttaş<sup>1</sup>, Tuba Nur Serttaş<sup>2</sup>, Fatih Onur Hocaoglu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe University, Engineering Faculty, Electrical Engineering, Afyonkarahisar Turkey

<sup>2</sup>Afyon Kocatepe University, Technology Faculty, Electrical - Electronic Engineering, Afyonkarahisar Turkey

e-posta: [serttasf@gmail.com](mailto:serttasf@gmail.com) , ORCID ID:<http://orcid.org/0000-0003-3109-716X>

Geliş Tarihi: 10.09.2021 ; Kabul Tarihi:26.11.2021

### Öz

Yüksek gerilim elektrik tesislerindeki kablolarda meydana gelen arızaların büyük bir kısmı, kısmi boşalma kaynaklı yalıtım sorunlarından oluşmaktadır. Bu tür arızalar, genellikle kablolar üzerindeki montaj kusurlarından, nadir olarak da üretim hatalarından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada, yüksek ve orta gerilim sistemlerinde kullanılan çapraz bağlı polietilen yer altı kabloları (XLPE) üzerindeki kusurların konumlarının belirlenmesi amacıyla, bir dizi deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar ortamında, farklı mesafelerde kusurları bulunan aynı türde XLPE kablo numunelerine aynı orta gerilim seviyesinde gerilim belirli periyotlarda uygulanmış ve elde edilen kısmi boşalma sinyalleri zaman serisi olarak dijital ortama kaydedilmiştir. Kaydedilen veriler k En Yakın Komşuluklar (k-NN) yöntemiyle sınıflandırılmış ve sınıflandırma doğrulukları, veri azaltma yöntemi ile analiz edilmiştir. Veri azaltmadaki amaç, pek çok farklı ölçüm frekansında modelin doğru sınıflandırmalar yapabildiğini gözlemlemek ve daha düşük frekans bandında çalışan cihazlarla yapılacak ölçümlerin doğruluğunu test etmektir. Sonuçlar k-NN yönteminin, kısmi boşalma sinyallerinin incelenmesinde yüksek oranda başarılı sonuçlar verdiğini göstermekte ve verilerin büyük oranda azaltılmasının, istatistiksel özellikler kullanıldığında, sınıflandırma doğruluğunu etkilemediğini göstermektedir.

### Anahtar kelimeler

Kısmi boşalma; yüksek gerilim; K-NN; arıza tanılama;

## Fault Location Detection with k-NN in High Voltage Cables and Effects of Data Size on Classification

### Abstract

In high voltage electrical installations, most of the faults in cables are caused by insulation problems caused by the partial discharge. Such failures are usually caused by assembly defects on the cables and rarely by manufacturing defects. In this study, a series of experimental studies were carried out to determine the locations of defects on cross-linked polyethylene underground cables (XLPE) used in high and medium voltage systems. The same medium voltage level was applied to the same type of XLPE - cable samples with defects at different distances at specific periods in the laboratory environment. The partial discharge signals obtained were recorded in the digital environment as time series. Recorded data were classified by the k Nearest Neighborhood (k-NN) method, and classification accuracies were analyzed by the data reduction method. The purpose of data reduction is to observe that the model can make accurate classifications at many different measurement frequencies and test the accuracy of the measurements with devices operating in the lower frequency band. The results show that the k-NN method gives highly successful results in analyzing partial discharge signals and shows that the considerable reduction of data does not affect the classification accuracy when statistical features are utilized.

### Keywords

Partial discharge; high voltage; K-NN; failure diagnostic;

## 1. Giriş

Yüksek ve orta gerilim elektrik şebekelerinde, XLPE güç kabloları, en yaygın kullanılan kablo türlerinden birisidir. Elektromanyetik güvenilirlik, fiziksel dayanım gibi pek çok faktör, bu kabloları tercih sebebi yapmaktadır. Günümüzde kablo üretim tesisleri, oldukça yüksek verimlilikte kaliteli kablolar üretmekte ve üretim kaynaklı kablo arızalarını minimize etmektedir. Ancak üretim esnasında kablo yalıtkanı üzerinde oluşabilecek küçük bir boşluk (çizik, kesik gibi küçük kusurlar) oluşması veya kabloların tesiste montajı sırasında yaşanabilecek işçilik hataları, kabloların kısa vadede ömrünü tüketebilen, daha da önemlisi can ve mal kaybına neden olabilecek iş kazalarına sebebiyet veren önemli konulardır. Yalıtımların, malzemenin gerilim seviyelerine uygun ve hasar görmemiş, topraklamaların doğru yapılandırılmış olması gerekmektedir. Yüksek gerilim mühendisliğinde yalıtım koordinasyonu, üzerinde durulması gereken önemli bir husustur. Kısmi boşalma (KB) ölçüm ve analizleri, yüksek gerilim teçhizatının yalıtım kalitesini belirlemede önemli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Bu ölçümlerin gerçekleştirilmesinde, IEC60270 gibi pek çok uluslararası standart belirleyici olmaktadır.

Yüksek gerilim XLPE kablolarında boşluklarda oluşan kısmi boşalmaların net bir şekilde anlaşılabilmesi için iyi bir gözlem ve ölçüm takibi gereklidir (Joseph vd. 2019). Çeşitli nümerik yöntemlerle, XLPE kabloların bilgisayar ortamında benzetimi gerçekleştirilmekte ve kısmi boşalma olayları analiz edilmektedir. Analizler çevrim içi ve çevrim dışı yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir (Adhikari ve Kalla 2020). 1990 lı yıllarda önerilen yansıma zamanı farklılıkları yönteminin üzerine yıllar içerisinde bilim insanları tarafından çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Mashikia vd. 1990). Cavallini vd. (2007) tarafından geliştirilen genlik-frekans haritalamaya dayalı yöntem, Mardiana ve Su (2010) tarafından önerilen faz farkına dayalı yöntem ve Sheng vd. (2015) tarafından sunulan darbe yükselme zamanı ve aktarım fonksiyonu (RTTF) yöntemi literatürde bulunabilecek yöntemlere örnek olarak ele

alınabilir. Bunların yanı sıra ANSYS ve EMTP gibi yazılımlar yardımıyla da elektromanyetik analizler gerçekleştirilebilmektedir. Analizler başarılı sonuçlar verse de, deneysel çalışmalarla desteklenmesi ve doğruluklarının tartışılması gerekmektedir. Khan vd. (2021), gelişmiş bir sonlu eleman tabanlı hesaplama algoritması kullanılarak farklı boşluklar modellemiş ve analiz etmiştir. Önerilen yaklaşım, şekil ve boyutlarından bağımsız olarak boşluklarda ve boşluklarda KB'yi ölçmek için kullanılmaktadır. Kısmi boşalma davranışı, benzetimi yapılmış KB sinyalinde elde edilen KB istatistiksel özellikleri aracılığıyla incelenmiş ve analiz edilmiştir. Önerilen modelleme yaklaşımının doğruluğunu doğrulamak için benzetim yapılmış ve deneysel sonuçlar arasında karşılaştırmalı bir çalışma da yapılmıştır.

Pattanadech ve Nimsanong (2014), kısmi boşalma (KB) sınıflandırması için dört istatistiksel sınıflandırma modelinin karşılaştırmasını önermişlerdir. Bu dört yöntem şu şekilde sıralanabilir: k-en yakın komşuluklar (k-NN) modeli, olasılıksal sinir ağı (PNN) modeli ve temel bileşen analizini (PCA) kullanan PCA-KNN ile PCA-PNN modelidir.

Yüksek frekanslı akım trafosu ( HFCT) ve UHF yöntemlerinin kablo arızaları tespitinde etkili olduğuda çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (Jahangir vd. 2017, Dukanac 2017). UHF sensörlerinin yer altı kablolarındaki arızaların tespiti için kullanıldığı çalışma örneklerinde ise, deney veya çevrimiçi koşulda yapılan tüm testlerden sonra, kablodaki doğru PD konumunu elde etmek için kırılmış ortalama veri filtresi tekniği kullanılarak verilerin analiz edilebileceği gösterilmiştir (Muslim vd. 2013, Yii vd. 2015).

Dönüştürücü transformatör için kNN tabanlı bir tür arıza teşhis yöntemi önerilmiştir. Dört tip yapay yağlı kâğıt yalıtım hatası tasarlanmış ve KB sinyallerini toplamak için UHF (Ultra Yüksek Frekans) anteni kullanılmıştır (Liu vd. 2013). Toplanan KB UHF sinyallerinin enerji katsayılarını hesaplamak için çok ölçekli dalgacık paket dönüşümü gerçekleştirilmiş ve karakteristik parametrelerini tanımak için kNN algoritması

uygulanmıştır. BPNN (Geri Yayımlı Sinir Ağı) tarafından tanınan KB modu, önerilen algoritma ile karşılaştırılmış; bu, ikincisinin dönüştürücü transformatörün arıza tespiti için daha uygun olduğunu gösterilmiştir. Deneysel olarak elde edilen veriler ile yapılan çalışmalarda en büyük dezavantaj yüksek gürültü oranıdır.

Lan vd. (2019) önerdikleri faz farkı yöntemini uygularken kullandıkları veriyi düşük gürültülü ortamda elde etmişlerdir.

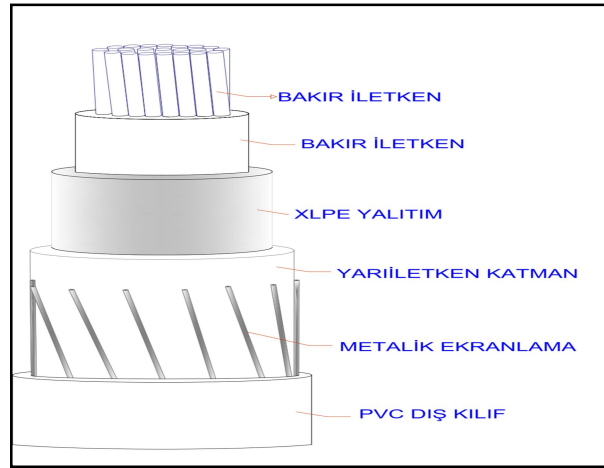
Muhr ve Woschitz (2000), 50 Hz ve 0,1Hz test geriliminde kablo arızaları için kısmi deşarj tespiti ve lokalizasyonu için bir karşılaştırma sunmaktadır. Ölçüm sistemi, kablo boyunca PD darbelerinin karakteristik yayılımı ve zayıflaması ilkesine göre çalışır. Bu çalışmada da aynı prensipten yola çıkılarak elde edilmiştir.

Literatürdeki çalışmalarla eşgüdümlü olarak ve yüksek gerilim mühendisliğine kazanım sağlayacak şekilde yapılan bu çalışmada, deneysel olarak kablolarda kusurlar meydana getirilmiş (2. Bölüm) ve bu kusurların konumlarının belirlenmesinde k-NN yöntemiyle KB verileri sınıflandırılmıştır (3. Bölüm). Verilerin istatistiksel özniteliklerinin yüksek doğrulukla sınıflandırıldığı bu teknikte, kullanılan KB verilerinin boyutu her sefer yarıya indirilmiş ve yeniden sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Yapılan testlerin tüm aşamalarındaki sonuçlar bulgular kısmında mevcuttur. Elde edilen bulgular, analiz sonuçları ve gelecekte yapılabilecek çalışma önerileri, tartışma ve sonuç kısmında sunulmuştur.

## 2. Materyal ve Metot

Numune olarak hazırlanan, Şekil 1'de çizimi yapılarak gösterilen 50 mm<sup>2</sup>'lik XLPE güç kablolarının, yaklaşık 10 kV enerji altında, kuplaj kondansatörlü sistem ve portatif bir KB ölçüm cihazı aracılığıyla laboratuvar ortamında kısmi boşalma ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Eşit uzunlukta ve kesitteki numune XLPE kabloların iki farklı konumunda kusur meydana getirilmiştir. Bu kusurlar montajda oluşabilecek kusurların benzetimi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Sırayla çeşitli ölçümler gerçekleştirilerek veri toplanmıştır. Ölçümlerin gerçekleştirildiği test düzeneği Şekil 2'de verilmiştir. Test geriliminin belirlenmesinde,

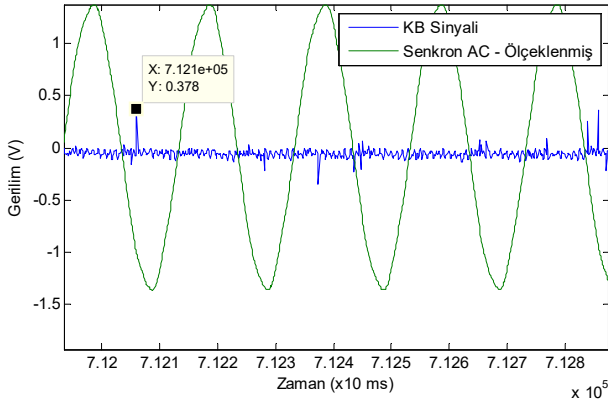
KB sinyallerinin belirgin gözlenmeye başladığı gerilim seviyesi tercih edilmiştir. Gerilim, 1 kV seviyelerinden yavaş yavaş artırılarak KB darbeleri gözlenmiş, 5 kV seviyelerinde KB'ler rassal olarak gözlenmeye başlamış ve 10 kV gerilimin sinyal sınıflandırma için yeterli olacağı görülmüştür. Kısmi boşalma sinyallerinin grafiksel gösterimi Şekil 3'te sunulmuştur. Grafik, ölçümlerin yalnızca küçük bir parçasını oluşturmaktadır. Grafikteki mavi olan sinyal, kısmi boşalma ölçümünü ifade etmektedir. Görülen küçük darbe gerilimleri, KB darbeleridir. Yaklaşık 300mV tepe gerilimindedir. Uygulanan besleme gerilimiye yaklaşık 10.000 kat küçültülmüş olarak görülmektedir. Kablo dayanımı gözetilen KB testlerinde, kablo gerilim kapasitesinin üzerinde yüksek gerilimler uygulanması gerekmektedir. Ancak bu çalışmada, KB sinyallerinin sınıflandırılmaları ve veri boyutunun bu sınıflandırmalara etkisi üzerinde durulduğundan, gerilim seviyesi kritik yüksekliklerde tercih edilmemiş, kısmi boşalmaların görülmesi yeterli bulunmuştur. Bu da daha düşük gerilim seviyelerinde de testi gerçekleştirebilme olanağı sağlamıştır.



Şekil 1. Kullanılan XLPE kablo yapısı



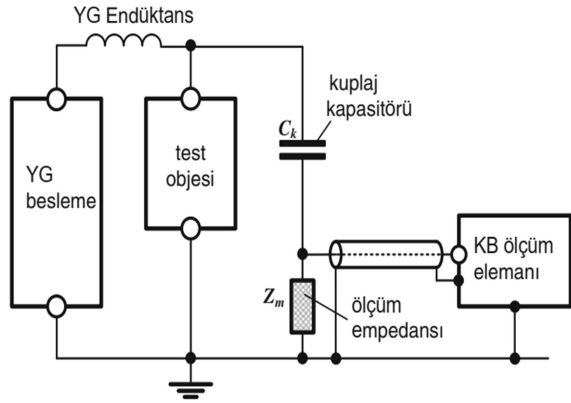
Şekil 2. Kullanılan test düzeneği



Şekil 3. Laboratuvar ortamında ölçülen KB sinyali (mavi) ve uygulanan ölçeklendirilmiş AC gerilimi (yeşil).

### 2.1 Kuplaj kondansatörlü sistem

Zaman serisi olarak verilerin kaydedilmesinde, IEC60270 standardına uygun şekilde, geleneksel yöntem olarak kabul edilen kuplaj kondansatörlü sistem tercih edilmiş, portatif cihaz ile ölçümlerin doğruluğu test edilmiş ve KB sinyal bilgileri çeşitlendirilmiştir. Standart ölçüm devresi düzeneği Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. IEC60270 standardına göre KB ölçüm düzeneği.

### 2.2 Kısmi boşalma sinyallerinin sınıflandırılması

Laboratuvar ortamında ölçülen KB sinyalleri, sayısal veriler olarak depolandıktan sonra bu verilerden istatistiksel parametreler ile öznitelik çıkarımı yapılmıştır. Verilerin ham halinde boyutları oldukça büyük olmakta ve sınıflandırma doğruluğu başarılı olmamaktadır. İstatistiksel öznitelik çıkarımı ile yeni, çok küçük boyutlu fakat anlamlı veriler elde edilmektedir. Kısmi boşalma sinyallerinin işlenmesinde yaygın olarak tercih edilen ortalama, varyans, standart sapma, kurtosis ve skewness

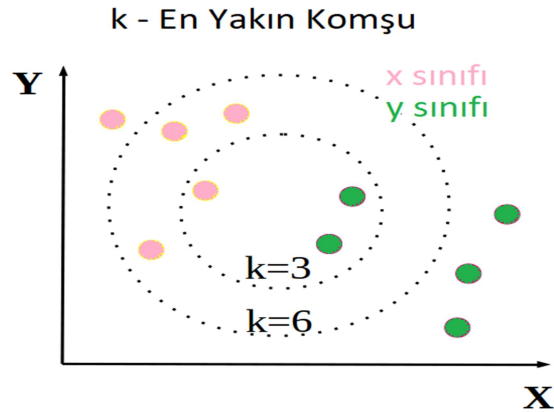
parametreleri, bu çalışmada da öznitelik çıkarımında kullanılmıştır.

### 2.3 K-NN ile sınıflandırma

Sınıflandırma yöntemlerinden olan k en yakın komşuluk (k-NN) yöntemi, mevcut tüm durumların saklanacağı ve mesafe ölçümü gibi bir benzerlik kriterine göre yeni bir durumun sınıflandırılacağı parametrik olmayan bir yöntemdir. Hedef ve en yakın komşular arasındaki mesafeyi değerlendirmek için, mesafe fonksiyonu seçilmelidir. k-NN sınıflandırması için Öklid mesafesi, Manhattan mesafesi, Minkowski mesafesi veya Hamming mesafesi uygulanabilir. Bu çalışmada, Öklid uzaklığı fonksiyonu Eşitlik 1 olarak kullanılmıştır.

$$\text{Öklid Mesafesi} = \sqrt{\sum_{i=1}^k (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Bu denklemde x giriş vektörü, y eğitim vektörü ve k sınıflandırmada kullanılan en yakın komşu sayısıdır. Komşu sayısı ve uzaklıklarının görülebileceği, yöntemin temsili olarak gösterildiği grafik Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 5. k-NN temsili grafiği.

### 2.4 Veri azaltma tekniği

Ölçüm verileri her bir aşamada yarıya indirilmiştir ve her aşamada azaltılan bu verilerin istatistiksel öznitelikleri çıkarılmıştır. Bu öznitelikleri varyans, standart sapma, kurtosis, skewness ve ortalama değer meydana getirmektedir. Adı geçen istatistiksel parametrelerden oluşan matrisler, k-NN yönteminde öznitelik olarak kullanılmıştır. Sınıflandırmalar, verilerin azaltılmasıyla oluşturulan güncel özniteliklere göre tekrarlanmıştır.

Başlangıçta ölçülen veri sayısı ise, ölçümün alındığı veri kayıt cihazının frekansına bağlı olarak değişmektedir. Veri azaltmanın sonucu olarak, başarılı sınıflandırmanın yapılabildiği en az veri, cihazların temininde frekans bandı özelliği açısından ekonomik boyutlandırma için fikir vermektedir.

### 3. Bulgular

Bu çalışmada, XLPE kablo üzerinde iki farklı konumdaki kusurlara ait olan veriler kullanılarak

konum sınıflandırması (arıza konumlandırma-tanımlama) yapılmıştır. Kablonun ilk yarısında oluşturulmuş olan kusur ile 1 numaralı sınıfa ait veriler elde edilirken ikinci yarısında oluşturulan kusur sonucunda 2 numaralı sınıfa ait veriler elde edilmiştir. İstatistiksel parametreler kullanılarak hazırlanan öznitelik matrislerinden birine ait örnek Çizelge 1’de sunulmuştur.

**Çizelge 1.** Öznitelik matrisi.

Öznitelik	Sınıf 1						Sınıf 2					
	Deney 1	Deney 2	Deney 3	Deney 4	Deney 5	Deney 6	Deney 1	Deney 2	Deney 3	Deney 4	Deney 5	Deney 6
Ortalama	1,04	1,29	1,38	1,33	0,20	1,82	55,55	58,52	64,05	61,63	62,26	50,35
Standart sapma	28,38	32,31	34,03	29,78	41,54	35,83	3085,8	3424,3	4102,06	3797,80	3876,88	2535,04
Varyans	805,2	1044,1	1158,1	886,8	1725,3	1284,0	17,01	11,22	13,94	14,34	11,76	9,75
Kurtosis	45,39	57,49	56,41	41,01	69,46	56,34	1,35	1,40	1,45	1,23	1,20	1,09
Skewness	3,34	3,89	4,08	4,09	4,31	4,17	3,34	3,89	4,08	4,09	4,31	4,17

Çizelge 1 ikiye ayrılmıştır. İlk bölümde birinci arıza konumunda yapılan deneylerden elde edilen istatistiksel parametreleri, ikinci bölüm ikinci arıza konumunda yapılan deneylerden elde edilen istatistiksel parametreleri ifade etmektedir. K-NN yöntemi ile yapılan sınıflandırma işlemlerine ait sonuçlar ise Çizelge 2’de verilmiştir. Yapılan analizler kullanılan veri miktarının sınıflandırma doğruluğu üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Veri sayısının belirli bir sayının altına inmesi sınıflandırma doğruluğunun da düşmesine sebep olmuştur. Aynı zamanda doğruluk yüzdesini arttırmak için kullanılan veri sayısının sonsuza kadar arttırılmasının da anlamlı bir yaklaşım olmadığı görülmektedir. Bu noktada önemli olan kısmi boşalma karakteristiğini ortaya koyan grafiğin elde edilebileceği veri sayısıdır. Bu nedenle büyük veri boyutları ile uğraşmak yerine kısmi boşalma eğrisine ait karakteristik özellikler elde edilerek bu karakteristiği ortaya koyacak en az sayıdaki veri ile çalışmak hedeflenmelidir. Yapılan bu çalışmada verilerin %100’ünün kullanılması ile %6,25’inin kullanımı ile yapılan sınıflandırmada eşit doğruluk görülmektedir. Bu durum deneyler sonucunda elde

ettiğimiz verilerin %6,25’ inin arıza konumu tespiti için yeterliği niteliği karşıladığını göstermektedir.

**Çizelge 2.** Veri azaltmanın sınıflandırma başarı yüzdelere etkisi.

Veri Boyutu	Konum 1 1 1 1 1 1	Konum 2 2 2 2 2 2	Başarı Yüzdesi(%)
3040 veri	1 1 1 1 1 1	2 2 2 2 2 2	100
1520 veri	1 1 1 1 1 1	2 2 2 2 2 2	100
760 veri	1 1 1 1 1 1	2 2 2 2 2 2	100
380 veri	1 1 1 1 1 1	2 2 2 2 2 2	100
190 veri	1 1 1 1 1 1	2 2 2 2 2 2	100
95 veri	1 1 1 1 2 1	2 2 2 2 2 1	83
48 veri	1 1 1 1 2 2	2 1 2 2 2 1	67

### 4. Tartışma ve Sonuç

Sınıflandırma yöntemleriyle, kısmi boşalma ölçümlerini kullanarak yalıtım arızası sınıflandırma, son zamanlarda yaygın olarak kullanılan tekniklerdendir. Kısmi boşalma ölçümlerinde ölçüm süresi, ölçüm frekansı, bant genişliği gibi etkenler veri büyüklüğünü etkileyen önemli parametrelerdir. Ölçüm cihazlarının frekans bandı ve örnekleme sayısı arttıkça fiyatları da oldukça yükselmektedir. Veri boyutlarının büyümesiyle, veri işleme de zorlaşmakta, harcanan zaman ve efor artış göstermekte, yüksek hızlı bilgisayarlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada k-NN ile kısmi boşalma verilerinin sınıflandırılması



gerçekleştirilirken, kullanılan veri sayısı da aşamalı olarak seyreltilerek çıkıştaki doğruluk değerleri güncellenmiştir. Laboratuvar ortamında kaydedilen veriler için k-NN yöntemiyle sınıflandırma başarılı sonuçlar vermektedir. Veriler azaltıldıkça, çok daha az boyutlu ölçüm verileriyle de başarılı sınıflandırmalar yapılabildiği görülmüştür.

Çalışmada kısmi boşalma verileri, ham veri halinde sınıflandırıcıda kullanılmamış, istatistiksel özniteliklere dönüştürülmüştür. Bu çalışma için veri boyutu, başlangıçtaki halinin %1,5 değerine kadar azaltılmış, %6,25 değerlerinde ise sınıflandırma doğruluğu halen %100 olarak kalmıştır. Bu örnekleme sıklığında bir cihaz kullanılan cihaza göre oldukça düşük maliyetli bir cihaz olacaktır.

Makale çalışması birçok açıdan geliştirmelere açıktır. Gelecek çalışmalarda, kablo üzerindeki arıza konum yeri sayısı artırılabilir ve sınıflandırma doğruluğu test edilebilir. Veri boyutları farklı frekanslarda ölçülüp, azaltarak denenebilir. İstatistiksel öznitelikler yerine, farklı öznitelikler çıkarılıp sınıflandırmada kullanılabilir. En yakın komşuluklar yöntemi yerine destek vektör makineleri gibi farklı yöntemlerdeki sınıflandırma başarıları test edilebilir durumdadır.

## 5. Kaynaklar

- Adhikari, N., and Kalla, U. K. (2020). Analysis of Partial Discharge Measurements in High Voltage XLPE Cable. In 2020 IEEE 9th Power India International Conference (PIICON) (pp. 1-5). IEEE.
- Cavallini, A., Montanar, G.C. and Puletti, F., 2007. A novel method to locate PD in polymeric cable systems based on amplitude-frequency (AF) map. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 14, 3, 726–734.
- Dukanac, D. (2018). Application of UHF method for partial discharge source location in power transformers. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 25(6), 2266–2278.
- Jahangir, H., Akbari, A., Werle, P., and Szczechowski, J. (2017). UHF PD measurements on power transformers-advantages and limitations. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 24(6), 3933–3940.
- Joseph, J., Mohan, S. and Krishnan, S.T., 2019. Numerical modelling, simulation and experimental validation of partial discharge in cross-linked polyethylene cables. *IET Science, Measurement and Technology*, 13, 2, 309–317.
- Khan, Q., Refaat, S.S., Abu-Rub, H., Toliyat, H.A., Olesz, M. and Darwish, A., 2021. Characterization of Defects Inside the Cable Dielectric With Partial Discharge Modeling. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 70, 1–11.
- Lan, S., Hu, Y.Q. and Kuo, C.C., 2019. Partial discharge location of power cables based on an improved phase difference method. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 26, 5, 1612–1619.
- Liu, F., Zhang, Y., Yao, X., Peng, Q., Nie, H., Li, J. and Zhou, Q., 2013. Recognition of PD mode based on KNN algorithm for converter transformer. *Dianli Zidonghua Shebei/Electric Power Automation Equipment*, 33, 5, 89–93.
- Mardiana, R. and Su, C.Q., 2010. Partial discharge location in power cables using a phase difference method. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 17, 6, 1738–1746.
- Mashikian, M.S., Bansal, R. and Northrop, R.B., 1990. Location and characterization of partial discharge sites in shielded power cables. *IEEE Transaction Power Delivery*, 5, 2, 833–839.
- Muhr, M. and Woschitz, R., 2000. Partial discharge diagnostic. *Proceedings of the 6th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials*, 1, 223–226.
- Muslim, J., Susilo, A., Nishigouchi, K., Kozako, M., Hikita, M., Arief, Y. Z., and Khayam, U. (2013, September). Enhanced bowtie UHF antenna for detecting partial discharge in gas insulated substation. In 2013 48th International Universities' Power Engineering Conference (UPEC) (pp. 1-5). IEEE.
- Pattanadech, N. and Nimsanong, P., 2014. Effect of noise signals on partial discharge classification models. *TENCON 2014 - 2014 IEEE Region 10 Conference*, 1–5.
- Sheng, B., Zhou, C., Hepburn, D.M., Dong, X., Peers, G., Zhou, W. and Tang, Z., 2015. A novel on-line cable pd localisation method based on cable transfer function and detected pd pulse rise-time. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 22, 4, 2087–2096.
- Yii, C. C., Rohani, M. N. K. H., Isa, M., Hassan, S. I. S., Ismail, B., and Hussin, N. (2015, December). Multi-end partial discharge location algorithm based on trimmed mean data filtering technique for MV underground cable. In 2015 IEEE Student Conference on Research and Development (SCORed) (pp. 345–350). IEEE.

Derleme Makale / ReviewArticle  
e-ISSN 2667-4165 (<https://dergipark.org.tr/akuumubd>)

## Kalp Krizi ve Alternatif Tedaviler

Selcan KOCAMAN<sup>1</sup>, Mine DOSAY AKBULUT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nurse and PhD Student in Afyon Kocatepe Uni. Veterinary Faculty, Department of Medical Biology and Genetics, Afyonkarahisar.Türkiye

<sup>2</sup>Afyon Kocatepe University, Faculty of Veterinary, Department of Medical Biology and Genetics, Afyonkarahisar. Türkiye

e-mail: sese07@hotmail.com ORCIDID:<http://orcid.org/0000-0002-2138-0589>

e-mail: minedosay@aku.edu.tr ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6571-7852>

The arrival date: 30.09.2021 ; Date of Acceptance:06.11.2021

### Öz

Kalp krizi, dünyada ve ülkemizde en sık görülen kardiyovasküler hastalıklardan birisi olup, üzerinde deneysel tedavilerin en çok uygulama imkanı bulunduğu hastalıklar arasındadır. Miyokard enfarktüsü veya koroner tromboz olarak da bilinir. Kas iskemiyeye uğrar ve oksijenden yoksun kalır, miyokard işlevini yerine getiremez ve kalp krizi meydana gelir. Kullanılan medikal ve cerrahi tedavinin pahalı olması, riskli olması, düşük ve orta gelirli hastalar için ulaşılabilirliğinin zor olması, insanların doğal yöntemlere olan güveninin artması gibi faktörler nedeniyle hastaların alternatif tedavilere yaklaşımları son zamanlarda artmıştır. Dünyada ve ülkemizde kalp krizi tedavisinde farklı yöntemler bulunsa da klasik medikal ve cerrahi tedavi ile birlikte özellikle Çin ve Hindistan gibi birçok ülkede alternatif tedavi araştırmaları yoğun olarak artmıştır. Alternatif tedaviler arasında özellikle Çin başta olmak üzere birçok ülkede sarımsak, yeşil çay, mabet ağacı, meyan kökü, karanfil, zencefil, sarı kantaron, nar suyu ve kızılçık suyu; kan sulandırıcı, kolesterol düşürücü, hipertansiyon önleyici, ateroskleroz önleyici olarak kullanılmaktadır. Konvansiyonel tedavilerin yetersiz kaldığı durumlarda ve doktor kontrolünde tamamlayıcı alternatif tedavi yöntemlerinin kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

### Anahtar Kelimeler

Kalp Krizi; Alternatif  
Tedavi(TAT),  
Önlem;

## Heart Attack and Alternative Treatments

### Abstract

Heart attack is one of the most common cardiovascular diseases in the world and in our country, and it is among the diseases in which the most research is done on experimental treatments. Also known as myocardial infarction or coronary thrombosis. When a part of the heart muscle undergoes ischemia and is deprived of oxygen, the myocardium cannot perform its function and a heart attack occurs. Patients' approach to alternative treatments has increased due to factors such as the expensiveness of the medical and surgical treatment used, the risky, the difficult accessibility for low and middle-income patients, and the greater confidence of people in natural methods. Although there are different methods in the treatment of heart attack in the world and in our country, research on alternative treatment has increased in many countries such as China and India, along with classical medical and surgical treatment. Among the alternative treatments, especially in many countries, especially in China, garlic, green tea, temple tree, licorice, cloves, ginger, St. John's Wort, pomegranate juice and cranberry juice are used as blood thinners, cholesterol-lowering, anti-hypertension, anti-atherosclerosis in the treatment of heart attack. It has been concluded that complementary alternative treatment methods can be used in cases where conventional treatments are insufficient and under the control of a doctor.

### Keywords

Heart Attack;  
Alternative  
Therapy(CAM);  
Prevention;

## **1. Introduction**

Heart attack is a heart disease with the highest morbidity and mortality rate among cardiovascular diseases and is very common in today's societies. It is also known as myocardial infarction and coronary thrombosis. The heart is a powerful organ that pumps blood an average of 60-80 times per minute during rest. It needs to be able to work on its own with the whole body and to feed itself for the continuity of this work. These self-feeding vessels are called coronary arteries. (Ilhan, 2016). If a deterioration occurs in these vessels, what we call ischemia occurs and the heart muscle, namely myocardium, cannot be fed adequately. And in this case, what we call myocardial infarction, that is, a heart attack occurs. Coronary insufficiency tables vary according to the type, degree and location of the stenosis in the coronary vessels. In some patients, there may be chest pain that occurs only during physical activity and is relieved by rest, as well as a heart attack (infarction) that sometimes develops as a result of sudden occlusion of the vessels and can lead to sudden death, starting with severe chest pain (IntKayn. 1 ).

A heart attack usually has typical symptoms that manifest itself in the form of a pressing and compressive pain in the middle of the chest, radiating from the chest to the neck, spreading to the chin ears and arms, and especially numbness in the left arm and two little fingers (Şentürk, 2008). In humans, many factors such as age, obesity, genetic predisposition, alcohol and cigarette use, malnutrition, etc., form the basis for heart attack and many similar cardiovascular diseases and trigger disease formation.

However, among the important risk factors of heart attack can be counted as; Vascular diseases or heart diseases such as atherosclerosis, a previous heart attack, any rhythm disorder or faint, age (over 40 in men, over 50 in women), smoking, excessive alcohol consumption, some illegal drugs and derivatives; high levels of triglycerides, high bad cholesterol and low good cholesterol content, diabetes, high blood pressure, and chronic high

stres (Jensen et.all. 1991). The diagnosis of heart attack is made by the symptoms seen in the patient, the patient's history, physical examination, EKG and blood tests (Şentürk, 2008).

Every year, approximately 18 million people die due to cardiovascular diseases and other diseases it causes. When the causes of death worldwide are examined, it has been determined that cardiovascular diseases are the number one cause of death in 2019.

It is seen that most of these death rates are in middle-income countries such as Central Asian and Eastern European countries and some low-income countries. Heart attack is one of the diseases with the highest mortality and morbidity rates (IntKayn.2). According to the worldwide research statistics of the World Health Organization, the number of deaths from cardiovascular diseases is expected to reach 23 million in 2030. According to the same report, 18 million people die every year due to heart diseases. According to the report of the American Heart Association, an increase of approximately 46% in heart failure is expected from 2012 to 2030; In 2030, it is predicted that more than 8 million people aged 18 and over in the USA (with 5,8 million in 2011) will have heart failure (Beştepe et. all.2020). It is understood that this estimated increase has triggered further research on heart attacks. Losses due to cardiovascular diseases in Turkey are equivalent to 30% of all deaths, and this rate represents half of the deaths from cancer (Coşkun et.all.2009). 31% of deaths in the world are due to cardiovascular diseases, and 85% of them are caused by heart attack and stroke. When we look at the 2018 Turkey data, 36.7% of the deaths are caused by cardiovascular system diseases, 39.1% of them are due to ischemic heart disease and 22.2% are due to cerebrovascular diseases (T.R. Ministry of Health, 2019).

Considering all these data and evaluations, it is seen that coronary heart disease and cerebrovascular disease are the most common

causes of death among cardiovascular system diseases.

In addition, even though the deaths due to cardiovascular system diseases have decreased over the years, it is still seen that it is the most important cause of death both in the whole world and in Turkey, and the complications related to these diseases are increasing (Türk et. all. 2021).

Considering the deaths caused by cardiovascular system disease, 36% of them are premature deaths occurring before the age of 75. In terms of chronic heart disease, cerebrovascular disease and peripheral arterial disease, atherosclerosis was found to be responsible for 71% of all deaths in 1997. When looking at the 35-45 age range in men, the incidence rate is 7% per year, while this rate rises to 68% at the age of 85-95. In women, the difference decreases as the age progresses, but if you look at the 10 years later, it is seen that the frequency increases at similar rates (Işlegen, 2007).

Many factors such as the increase in education level, increase in income levels, change in dietary habits and controlling infectious diseases in our country and throughout the world have led to an increase in life expectancy. The prolongation of the average life expectancy has significantly increased the percentage of individuals aged 65 and over in the general population in both developed and developing countries, and the calculations show that 20% of the world population will be 65 years and over in 2050 (Genç and Yiğitbaş 2021). Among the alternative treatments, such as garlic, green tea, temple tree, licorice root, clove, ginger, St. John's Wort, pomegranate juice and cranberry juice, which are mainly preferred in many countries, especially in China, in the treatment of heart attacks, blood thinners, cholesterol lowering, antihypertensive herbal treatment sources used as a preventative against atherosclerosis. Despite all the developing opportunities, most of the patients die before they can even reach the health institution. Therefore, people should be informed about heart diseases, heart attack and its symptoms and should be directed to apply to the nearest health institution as soon as the symptoms are felt. Patients with heart attack symptoms apply

to the emergency room, and treatment begins quickly. Oxygen support is provided by measuring the person's blood oxygen value. People with high pain can be benefited from various painkillers (Daşkapan, 2013). The main purpose of treatment; It is the removal and opening of the blockage in the vessels feeding the heart and the immediate restoration of blood flow to that area. Tissue oxygenation is restored and myocardial function is restored. For this purpose, aspirin is given to remove blood clotting (blood thinner-anticoagulant therapy), nitroglycerin and oxygen therapy to relieve chest pain and improve blood flow.

## **2.CAM (Complementary And Alternative Treatments)**

In addition to all these medical treatments, as mentioned before, the tendency to alternative treatments has increased rapidly due to factors such as easier economic opportunities, accessibility for patients and their relatives, and the fact that natural methods create a more reliable impression on people. With this; Complementary and alternative medicine terms are generally gathered under one title and evaluated as a whole. Alternative medicine is defined as any health service that replaces medical treatments and is not included in modern biomedicine or treatments (Dömbekci et. all. 2020). Complementary medicine, on the other hand, is defined as the treatment and care systems applied in addition to medical treatment (Ceyhan and Yiğit 2016). According to the definition made by the United Nations National Institute of Health, "Complementary and alternative medicine; It is a broad field of health that encompasses all health services, methods, practices and accompanying theories and beliefs outside the politically dominant health system in a particular society or culture at a given time (Karayağız and Öztürk 2008).

In other words, many definitions can be made about concepts such as complementary therapy, which are shaped by the culture, value judgments and beliefs of the society we live in. Traditional Medicine, or in other words, folk medicine, aims to

evaluate the information to be obtained from the religious beliefs, socio-cultural values and other elements of the culture of the society in which it is transmitted from generation to generation and to use it in the treatment of diseases (Sütçü, 2018; Ersoy, 2014). A holistic approach to the concepts of health and disease is the essence of complementary alternative therapies. Observation, trial and error, and the use of data obtained in this way as treatment have been transferred from each generation to the next and not only contributed to medical science, but also used as alternative treatment (Ersoy, 2014). The basis of alternative and complementary therapy applications is based on Chinese and Ayurvedic medicine treatments, and it has developed in many areas towards the end of the 19th century. The United States established alternative medicine offices within the national health institutes in 1993 and expanded its powers in 1998. It changed its name to the national center for alternative and complementary medicine (IntKayn.3). The purpose of this center; It is stated as to examine the reliability and effectiveness of complementary and alternative medicine applications and to ensure the participation of scientifically proven practices in traditional treatments (Karayağız and Öztürk 2008).

However, when we summarize the factors that direct people to alternative treatments, the following stands out;

- \*effective and high reliability
- \*The patient has a feeling that he can control the treatment
- \*does not include invasive methods
- \* therapists spend more time with the patient
- \*besides being accepted easily and getting depressed
- \* fear of side effects of applied medical treatments
- \*insecurity
- \*The patient has no hope of recovery.

(Ceyhanand Yiğit2016)

In general, the most common and most preferred complementary and alternative medical treatments from the past to the present; It covers ancient approaches such as Ayurveda, Acupuncture, Traditional Anatolian Folk Medicine, Herbalism and Yoga, and new approaches such as Oxygen Therapy, Ozone Therapy, Detoxification Therapy, Aromatherapy, Homeopathy, Dietary Support, Electromagnetic Fields, Massage, Reiki, Bioenergy and Hypnosis (IntKayn.4). Ayurveda treatment, which is the most preferred and widely used in countries such as China and India, is one of the oldest treatment methods (X century BC). It literally means 'science of wellness' and originates from the mystical philosophy of the Hindu religion.

It is widely practiced in Nepal, Sri Lanka and Bangladesh. It is accepted as focusing on healthy life instead of preventing the emergence of the disease or instead of intervening when the symptoms of the disease occur or curing the diseases. According to this system, the human body and the universe in which it lives are a whole, and human health is actually considered as a balance of various elements that make up this whole. Ways to live long and healthy; Recommendations on nutrition-lifestyle and physical-psychological health are presented in the form of complex systems such as massage, meditation and yoga techniques. Ayurveda practice can be summarized as maintaining a long and healthy life by reducing the effects of time and strengthening the body's immune system (Ozturk,1990). Another treatment method that attracts the most attention and has been the subject of research in recent years is herbal treatments. Since ancient times, plants have been used as medicine and serious successes have been achieved in the treatment of many diseases. Especially since the end of the 20th century, the tendency to treatments with herbs has increased rapidly due to reasons such as being more economical, easily accessible, and having less side effects and toxic effects. Herbal treatment sources such as garlic, green tea, temple tree, licorice, cloves, ginger, St. John's Wort, pomegranate juice and cranberry juice are used as blood thinners, cholesterol-lowering, anti-hypertensive, and

protective against atherosclerosis.

When looking at complementary therapies in general, they are classified according to different criteria as follows:

1-Traditional Alternative Medicine: This field includes more common and accepted forms of therapy such as acupuncture, homeopathic Oriental practices (Natural therapy, Chinese or Oriental medicine). These therapies have been practiced around the world for centuries.

2-Body Therapies: Touch has been used in medicine since the early days of medical care. Tactile healing is based on the idea that illness or injury in one part of the body can affect all parts of the body. With manual manipulation, the body can fully focus on healing at the site of injury or illness if other parts can be brought back to optimum health. Body techniques are often combined with mind techniques. Examples of body therapies include chiropractic and osteopathic medicine; Massage; body movement therapies; Tai Chi and Yoga can be given.

3-Dietary and Herbal Approach: For centuries, human beings have moved from a simple diet of meats, fruits, vegetables and grains to a diet consisting of foods usually rich in fats and complex carbohydrates. Both, as well as nutritional surplus and deficiency, have become problems that lead to certain chronic diseases in today's society. Many dietary and herbal approaches are used to balance the body's nutritional health. Within diet and herbal approaches, Dietary supplements; herbal medicines; Nutrition / Diet applications are included.

4-External Energy Applications: Some people believe that external energies from objects or other sources directly affect a person's health. Examples of external source energy therapy are Electromagnetic treatments; Reiki and Qigong can be given.

5-Mind-Based Therapies: Standard or traditional medicine both recognize the power of the connection between mind and body. Studies have

shown that people improve more when they have good emotional and mental health. Therapies that use the mind include: Meditation; Biofeedback and Hypnosis.

6-Forms of Sense-Based Treatment: Some people believe that the senses, namely touch, sight, hearing, smell and taste, can affect overall health. Examples of therapies involving the senses are Art, dance and music; Visualization and auxiliary images can be provided (InytKayn.5).

In addition to all these, various researches on cardiovascular, lung and blood diseases and their treatments were conducted by the National Heart, Lung and Blood Institute and the National Institute of Complementary and Alternative Medicine in 2001. In the workshop held on the general use of CAM applications, there were positive opinions on the fact that individuals began to prefer CAM applications to a large extent, and for this reason, a joint decision was taken to initiate large-scale clinical studies in order to maintain and protect the health of the population. It was emphasized that more serious research should be done to understand the basic functioning of CAM applications, that time and resources could be wasted and even risky. It is thought that meaningful basic and clinical studies are needed to standardize the use of procedural CAM interventions and herbal products in treatment(Lin et. all. 2001).

If we look at the interaction between drugs used in the treatment of cardiovascular diseases and CAM;

-Warfarin and its use for antithrombotic therapy:

Many herbal uses have interactions with warfarin. During the use of herbal therapy, it increases the risk of bleeding in patients receiving warfarin or conventional antiplatelet therapy, etc. It can make positive or negative changes in platelet function, such as In many cases, it is thought to increase the likelihood of bleeding; however, numerous cases of increased bleeding tendency have been reported in patients using herbal supplements with or without warfarin.

-Digoxin: It has been explained that some plants can act as digoxin-like active substances and therefore, plants that are likely to act in this way can increase the digoxin effects of plants. Chinese silk vine (*Periploca Sepium*) is a poisonous plant containing cardiac glycosides. *Uzarae radix* (uzara root) has been noted to have cardiac effects like digoxin when used in high doses. Serious side effects of herbal treatments may result from lack of standardization and inadequacy in packaging and preparation.

-Cyclosporine: This substance, which is used for immunosuppression after heart transplantation, is exposed to many drug-drug interactions. For example, interaction with Diltizem causes increased levels of cyclosporine. If diltizem is used in patients with heart transplantation and hypertension, the dose of cyclosporine should be reduced. St. John's Wort is used as herbal treatment for those with depression and mood disorders. Unexpected interactions with cyclosporine have been reported in various sources. It is stated that it causes a decrease in the level of cyclosporine and its rapid elimination from the body (Miller et al. 2004).

### **3. Summarized of some studies on Cardiovascular Fields**

Studies to determine the use of CAM (complementary alternative therapy) in the field of treatment of heart disorders are also carried out in different countries. One of them; It was conducted based on a questionnaire analysis between April 01, 2013 and April 18, 2014 to determine the use of CAM in patients in the Cardiac Surgery unit of Angers University Hospital in France. It was understood that 58% of the 154 patients included in the study used a complementary and alternative medicine at least once in their lifetime, 38% in the previous year before the disease appeared, and 14% between consultation and surgical intervention.

In total, 71% preferred alternative treatment at any stage of their illness, and only 29% of those who used it informed their doctors and paramedics

about it. It has been understood that the use of complementary and alternative medicines is common among patients who apply to cardiac surgery units, but the authorities are not sufficiently informed about this issue (Dalmayrac et. all. 2016). Cardiovascular diseases (CVD) have traditionally been treated with medications and lifestyle changes. The use of complementary therapies in this field has been increasing in recent years. The use and success of CAM in the prevention and treatment of CVD, including hypertension, hyperlipidemia, coronary artery disease, heart failure, and arrhythmias, was discussed in this study.

It has been concluded that alternative methods such as special nutrition programs, meditation, yoga, acupuncture, herbal herbs and vitamin supplements that can be used as an adjunct to traditional medical care to improve cardiovascular health and quality of life can be used in this area as promising, and it has been emphasized that similar results have been obtained from different studies. (Aggarwal et. all. 2017).

Another similar study was conducted to evaluate the effects of Mind-body practices (MBI) (eg, Tai Chi, yoga, meditation) included in CAM on individuals with heart failure (HF). For this purpose, a survey study was conducted with 1314 participants in October 2016. And in it, questions were asked to determine the use and effects of 9 CAM methods covering mind-body practice. Each method was accepted as a separate group. The studies were performed for different groups in periods ranging from 4 minutes to 26 weeks, and the groups were formed with variability between 8 and 65 patients. The results were obtained as; Tai Chi (n = 7), yoga (n = 4), relaxation (n = 4), meditation (n = 2), acupuncture (n = 2), biofeedback (n = 2), stress management (n = 1), Pilates (n = 1) and reflexology (n = 1). Most of the participants (n = 22, 95.8%) experienced quality of life (14/14), exercise capacity (8/9), depression (5/5), anxiety and fatigue (4/4), blood pressure (3/5), stated that there was an improvement in the criteria of heart rate (5/6) and heart rate variability

(7/9) criteria ranging from little to moderate. According to these data; It has been stated that CAM applications can create moderate advantages for people with heart disease and can be applied and preferred as supportive treatment (Gok et. all. 2018).

#### 4. Conclusion

In this study, myocardial infarction, which is the most common cardiovascular disease and has the highest rate of mortality and morbidity, and its alternative treatments, the usability of these treatments, as well as the efficacy and causes of alternative treatments in the world and in our country, are mentioned. It has been concluded that complementary alternative treatment methods can be used in cases where conventional treatments are insufficient and under the control of a doctor.

#### 5. References

Aggarwal M., Aggarwal, B., Rao, J., 2017. Integrative Medicine for Cardiovascular Disease and Prevention. *The Medical Clinics of North America*, **101(5)**, 895-923.

Beştepe, N., Dönderici, Ö., Demirkan, B., 2020. Evaluation of major risk factors and metabolic syndrome criteria in predicting coronary artery disease risk. *Ankara Med J*, **(4)**, 844-857.

Ceyhan, D., and Yiğit, T.T., 2016. Güncel Tamamlayıcı ve Alternatif Tıbbi Tedavilerin Sağlık Uygulamalarındaki Yeri. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*; **6 (3)**, 178-189.

Coşkun M.Z., Tarı E., Ateş S., Kıрма C., Kılıçgedik A., İzgi A., Durduran S., Kaya A.B. 2009. İstanbul'da akut kalp krizi haritalarının coğrafi bilgi sistemleri ile üretilmesi ve geoistatistiksel olarak incelenmesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 146-148.

Dalmayrac, B.A., 2016. Complementary and Alternative Medicine in Cardiac Surgery:

Prevalence and Modality of use. *Heart Lung Circulation*, **25(7)**, 712-8.

Daşkapan A. 2013. Kadın ve Kalp Damar Hastalıkları. Aile ve Kadın Sempozyumu, Kırıkkale, 11-17.

Dömbekci, H.A., Öztürk, Y.E., Ünal, S.N., 2020. Geleneksel Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Kullanım, Review Article. *Journal of Integrative and Anatolian Medicine*, **1(3)**: 23 – 35.

Ersoy, R., 2014. Modernizm-Postmodernizm Bağlamında Geleneksel Tıp Uygulamalarının Güncelliği Üzerine Bir Değerlendirme. *Milli Folklor*, **26(101)**, 182-192.

Genç, F., and Yiğitbaş, Ç., 2021. Hipertansif yaşlıların hipertansiyon algıları ve kontrollerine ilişkin davranışları. *Genel Tıp Dergisi*, **31(1)**, 1-11.

Gok, M., Ejem, D., Dionne-Odom, J.N., Turkman, Y., Salvador, C., Pamboukian, S., Bakitas, M., 2018. Mind-Body Interventions for Individuals With Heart Failure: A Systematic Review of Randomized Trials. *Journal of Cardiac Failure*, **24(3)**, 186-201.

İlhan, A.O., 2016. Investigation of the effect of chronic alcohol use on myocardial apoptosis and the cardioprotective role of calpain inhibitor 1'xxin (N-acetyl-leucine-leucine-norleucinal) in a heart attack model induced by isoproterenol in rats, PhD thesis, ESOGÜ, Eskişehir, 119 pp.

İşlegen, Ç., 2007. Fiziksel aktivite ve koroner kalp hastalıkları risk faktörleri. *Spor Hekimliği Dergisi*, **42**, 157-180.

Jensen, G., Nyboe, J., Appleyard, M., Schnohr P., 1991. Risk factors for acute myocardial infarction in Copenhagen, II: Smoking, alcohol intake, physical activity, obesity, oral contraception, diabetes, lipids, and blood pressure. *Eur Heart J*, **12(3)**, 298-308.



Karayağız , M., and Öztürk, C., 2008. Tamamlayıcı ve alternatif tedaviler ve çocuklarda kullanımı. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, **51(1)**, 62-7.

3- <http://tr.wikipedia.org/>(10.08.2021).

4-<https://www.hopkinsmedicine.org> (10.08.2021).

Lin, M.C., Nahin, R., Gershwin, E., Longhurst, J.C., Wu, K.K., 2001. State of Complementary and Alternative Medicine in Cardiovascular, Lung and Blood Research. Executive Summary of a Workshop. *Circulation*, **103**, 2038- 2041.

Miller, K.L., Liebowitz, R.S., Newby. L.K., 2004. Complementary and alternative medicine in cardiovascular disease: A review of biologically based approaches. *Am Heart J*, **147**, 401-11.

Ozturk, Y. ,1990. İlaç ve Tıbbi Bitkiler Yönünden Hindistan'a Bakış. *Pharmacia-JTPA*, **30(3)**, 148-68.

Sütçü, S.,2018. Sosyolojik Açıdan Alternatif Tıp Geleneği Ve Uygulamaları: Isparta Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 180 pp.

Şentürk, S., 2008. İsoproterenol ile miyokart infarktüsü oluşturulmuş ratlarda L-Lizin'in total sialik asit düzeylerine etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı, Edirne, 66 pp.

T.C. Sağlık Bakanlığı,2019. Bilgilendirme yayinlari, ANKARA.

Türk, H., Akı, M., Karaca. M.,2021. Sigaraya Bağlı Artan Kardiyovasküler Hastalık Riskini Düşürme. *SOYD.*, **2(2)**, 40-47.

T.Aybek, 2020, TOBB ETÜ HAST. TOBB ETÜ Hastanesi, Yaşam Caddesi No:5 Söğütözü 06510 Ankarata@tayfunaybek.com

### **Internet resources**

1-<https://nccih.nih.gov/>(10.08.2021).

2-<http://nccam.nih.gov/> (10.08.2021).

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK  
TEKNOLOJİLERİ ve UYGULAMALI  
BİLİMLER DERGİSİ**

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Ahmet Necdet Sezer Kampüsü  
Teknoloji Fakültesi  
AFYONKARAHİSAR  
Tel: +90 272 228 14 46  
Belgegeçer: +90 272 228 14 49  
E-posta: [ijetas@aku.edu.tr](mailto:ijetas@aku.edu.tr)

[www.ijetas.aku.edu.tr](http://www.ijetas.aku.edu.tr)