

**Ulusal Sempozyum / Uluslararası Katılımlı
National Symposium with International Participation**



T.C. İSTANBUL
**RUMELİ
ÜNİVERSİTESİ**

**4. RUMELİ MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ SEMPOZYUMU
Uluslararası Katılımlı**

**4st RUMELI ENGINEERING EDUCATION SYMPOSIUM
With International Participation**

Editör
Ahmet CAN

**İstanbul Rumeli Üniversitesi Haliç Yerleşkesi Kongre Merkezi İSTANBUL TÜRKİYE
7 – 8 Kasım 2024**

**Istanbul Rumeli University Haliç Campus Congress Center ISTANBUL/TURKEY
November 7 – 8, 2024**



4. RUMELİ MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ SEMPOZYUMU /
4st RUMELİ ENGINEERING EDUCATION SYMPOSIUM
7-8 Kasım 2024 / November 7- 8, 2024
Beyoğlu-Haliç, İSTANBUL

4. RUMELİ MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ SEMPOZYUMU
Uluslararası Katılımlı

4st RUMELI ENGINEERING EDUCATION SYMPOSIUM
With International Participation

Editör
Ahmet CAN

Haliç / İstanbul 7 – 8 Kasım 2024

Golden Horn / Istanbul November 7 – 8, 2024

Yayıncı / Publisher: İstanbul Rumeli Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
Piri Paşa Mah. Boduroğlu Sokak No:22
3445 Beyoğlu / İSTANBUL Tel: 0212 866 01 01



EDİTÖR : Ahmet CAN

Hakemler / Reviewers: ARSLAN, Remzi; BUYRUK, Ertan; BİLGEHAN, Mahmut; CAN, Ahmet; ÇAKMAK, Osman; GALOVIĆ, Antun; ERYENER, Doğan; GÜLEN, Kemal Güven; GÜMÜŞ, Alev Taşkın; KAHRAMAN, Nafiz; KARTUNOV, Stefan; KEREY, İlyas Erdal; KILIÇASLAN, Yılmaz; KIZIROĞLU, İlhami; KUŞÇU, Hilmi; KÜÇÜKKAYA, Gülçin; OSMANŞAHİN, İlhan; SAĞBAŞ, Aysun; SAKALLI, M. Tolga; SÖKMEN, Münevver; TOPUZ, Ahmet; TÜRKEŞ, Erol.

Bibliyografya

CIP – Katalog İstanbul Rumeli Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı

Ulusal Sempozyum, 4. RUMELİ Mühendislik Eğitimi Sempozyumu,
Bildiriler Kitabı.

7-8 Kasım 2024, Haliç / İSTANBUL

National Symposium, 4st RUMELI Engineering Education Symposium,
The Book of Proceedings.

ISBN 978-605-74264-6-8

Elektronik Materyal/Cep belleği
Electronic Material / Flash memory

ISBN 978-605-74264-6-8

Makaleler ulusal ve uluslararası hakemler tarafından revize edilmiştir. Bu yayının hiçbir bölümü yayıncının izni olmadan hiçbir biçimde çoğaltılamaz.

The papers have been revised by national and international reviewers. No part of this publication may be reproduced in any form, without the permission of the Publisher.



4.RUMELİ MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ SEMPOZYUMU
4st RUMELİ ENGINEERING EDUCATION SYMPOSIUM

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

BİRİNCİ BÖLÜM / First Part
SEMPOZYUMDA SUNULMUŞ BİLDİRİLERİN TAM METİN TÜRKÇE OLARAK YAYINLANMIŞ BÖLÜM
Full-text Turkish section of the papers presented at the symposium

ÖNSÖZ / Foreword

Ahmet CAN

TEKNİK 1. OTURUM / Technical Session I

BİLDİRİ NUMARASI Presentation Number	BİLDİRİ ADI Presentation Name	BİLDİRİ YAZARLARI Presentation Authors	SAYFA Page
4RUMELIMESEMP001	TÜRKİYE CUMHURİYETİ YÜKSEKÖĞRETİMİNE ALMAN BİLİM İNSANLARININ KATKILARI	Ahmet CAN	1 – 7
4RUMELIMESEMP002	MÜHENDİSLİK SÜREÇLERİNDE HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİNİN ÖNEMİ	Ertan BUYRUK Mustafa CANER Deniz GÖLBAŞI Yaren Su AĞBABA	8 – 19
4RUMELIMESEMP003	BİLGİ VE ÖĞRETİCİ PEDAGOJİSİ YÜKSEK OKULLAR	Stefan KARTUNOV	20 – 28
4RUMELIMESEMP004	MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ: TÜRKİYE VE ALMANYA'DAKİ MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ KARŞILAŞTIRMASI	İlhami KIZIROĞLU	29 – 42

TEKNİK 2. OTURUM / Technical Session II

4RUMELIMESEMP005	KOSİNÜS TAVLAMA VE VGG16 TABANLI DERİN ÖĞRENME MODELİ İLE EL YAZISI VERİLERİ KULLANARAK PARKINSON HASTALIĞININ TEŞHİSİ	Yelda FIRAT Murat Kaan YILMAZ Yılmaz KILIÇASLAN	43 – 54
4RUMELIMESEMP006	PV/TERMAL SİSTEMLERİNDE TERMAL YÖNETİM İÇİN OLASI UYGULAMALAR	M. Musab BAYAT Ertan BUYRUK	55 – 60
4RUMELIMESEMP007	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ: GELECEĞİN SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇÖZÜMLERİ	Netice DUMAN	61 – 67
4RUMELIMESEMP008	BATARYA PERFORMANSININ SICAKLIĞA GÖRE DEĞİŞİMİ	Emre TORUN Ertan BUYRUK	68 – 72
4RUMELIMESEMP009	TOPLAM KALİTE YÖNETİMİNİN MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ İLİŞKİSİ TOPLAM KALİTE YÖNETİMİNİN (TKY) YAZILIM GELİŞTİRME SÜREÇLERİNE ETKİSİ	Ayla ÖZTÜRK Saime TAPHASANOĞLU	73 – 84



İKİNCİ BÖLÜM / SECOND Part
SEMPOZYUMDA SUNULMUŞ BİLDİRİLERİN TAM METİN İNGİLİZCE OLARAK YAYINLANMIŞ BÖLÜM
Full-text English section of the papers presented at the symposium

Technical Session I

Presentation Number	Presentation Name	Presentation Authors	Page
4RUMELIMESEMP010	CONTRIBUTIONS OF GERMAN SCIENTISTS TO HIGHER EDUCATION IN THE REPUBLIC OF TURKEY	Ahmet CAN	85 – 92
4RUMELIMESEMP011	THE IMPORTANCE OF COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS IN ENGINEERING PROCESSES	Ertan BUYRUK Mustafa CANER Deniz GÖLBAŞI Yaren Su AĞBABA	93 – 104
4RUMELIMESEMP012	PEDAGOGY OF KNOWLEDGE AND TEACHERS IN HIGHER SCHOOLS	Stefan KARTUNOV	105 – 113
4RUMELIMESEMP013	ENGINEERING EDUCATION: ENGINEERING EDUCATION IN TURKEY AND GERMANY COMPARISON	İlhami KIZIROĞLU	114 – 125

Technical Session II

4RUMELIMESEMP014	DETECTION OF PARKINSON'S DISEASE WITH COSINE ANNEALING AND VGG16-BASED DEEP LEARNING MODEL USING HANDWRITING DATA	Yelda FIRAT Murat Kaan YILMAZ Yılmaz KILIÇASLAN	126 – 136
4RUMELIMESEMP015	POSSIBLE APPLICATIONS FOR THERMAL MANAGEMENT IN PV/THERMAL SYSTEMS	M. Musab BAYAT Ertan BUYRUK	137 – 142
4RUMELIMESEMP016	RENEWABLE ENERGY SOURCES AND ENGINEERING EDUCATION: SUSTAINABLE SOLUTIONS FOR THE FUTURE	Netice DUMAN	143 – 149
4RUMELIMESEMP017	VARIATION OF BATTERY PERFORMANCE WITH RESPECT TO TEMPERATURE	Emre TORUN Ertan BUYRUK	150 – 154
4RUMELIMESEMP018	THE RELATIONSHIP BETWEEN TOTAL QUALITY MANAGEMENT AND ENGINEERING EDUCATION - THE IMPACT OF TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM) ON SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESSES	Ayla ÖZTÜRK Saim TAPHASANOĞLU	155 – 166



ÖNSÖZ

Üniversitelerin en öncelikli görevlerinden birisi, eğitim verilen uzmanlık alanındaki bilimsel gelişmelere katkı yapmak ile birlikte öğrenilen bilginin uygulanmasında güncel ilerleme ve koşullara özgü eğitim planı uygulamak, bilgi kazanımlarının sonuçlarını yaşama geçirmektir.

Türkiye üniversiteleri için bugünkü bilimsel düzeyin üstünde ilgi çekici, toplumun gereksinimlerine çözüm olacak araştırma ve bilimsel çalışmalar yapmak hedefi bulunmaktadır. Eğitim faaliyetlerine ilişkin çalışma ve yeniliklere açık, geniş kapsamlı araştırmacı yeteneklere sahip kişilere çalışma ortamı sunulması gerekir. Bu tür tercihler üniversitelerin ve bunlara bağlı birimlerin gelişmesine olanak sağlayabilir ve Türkiye üniversiteleri uluslararası tanınmış üniversiteler ile rekabet etme gücü kazanabilir.

Özellikle ülkesinin geleceği olan genç kuşağı, bu kapsamda mutlaka cesaretlendirmek ve kendilerine bilimsel özgünlük ile araştırmacılık görevi almaları için her türlü kolaylık sağlamak gereklidir.

İstanbul Rumeli Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi ev sahipliğinde Eğitim Öğretim Yılı'nın bahar yarıyılında olmak üzere "Rumeli Mühendislik Eğitimi Sempozyumu" adı altında yılda bir defa gerçekleştirilmesi planlanmış ulusal bilgi şöleninin dördüncüsü 7 - 8 Kasım 2024 Tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Mühendislik Eğitimi Sempozyumu adlı bu bilgi şöleni ile sosyal, ekonomik ve teknolojik gelişmelere paralel kimlik değiştirmekte olan üniversitelerin mühendislik bölümlerinde nitelikli verimli eğitim öğretim faaliyetlerine katkı sağlamak amaçlanmaktadır.

Üniversitelerin mühendislik bölümlerinin ulusal ve uluslararası ortamda iyi bir yerinin olması ve eğitim faaliyetlerinin sürdürülebilirliği, dikkatle ve özenle uygulanacak aşamalı bir planı ve süreci gerektirmektedir. Mühendislik bölümlerinde, program akreditasyonu hedefli kalitenin ve başarının sağlanabilmesinde öğrenci sayısındaki artış, yeni bölümlerin açılma gereksinimi, artan üniversite sayısı, yurtdışı üniversiteler ile etkileşim, mesleki çeşitliliğin artması ve daha az akademik personelin yetişmesi nesnel ve objektif olarak değerlendirilmelidir.

Üniversitenin gelişimine ve isminin duyulmasına katkı sağlayacak araştırma geliştirme (AR-GE) faaliyetlerinin, öğrencilerin ve akademisyenlerin yaşamlarının ortak bir parçası haline getirilmesi gereklidir. Akademisyenler ve öğrenciler için hazırlanacak kişisel gelişim programlarına göre başarılı akademisyenlerin ve öğrencilerin ödüllendirilmesinin bir kurum geleneği haline gelmesi çok önemlidir. Öğrenciler, ülke için önemli bir kaynaktır, eğitim gördüğü mühendislik bölümünün vitrini ve geleceğin yetişmiş nitelikli işgücüdür.

4.Rumeli Mühendislik Eğitimi Sempozyumu kapsamında bir tanesi yurtdışı katılımı bildiri ve sekiz tanesi Türkiye'den bildiri olmak üzere toplam dokuz bildiri sunulmuştur.

4.Rumeli Mühendislik Eğitimi Sempozyumu kapsamında sunulmuş bildirilerin tam metinlerinden oluşan kitabın birinci bölümünde yurtdışından olanlar ve yurtiçinden olanlar Türkçe olarak, kitabın ikinci bölümünde ise yurtdışından olan bir bildiri ve yurtiçinden olan sekiz bildiri İngilizce olarak basılmıştır. Sempozyumda sözlü sunulmuş bildirilerin akademik yükselmelerde bilimsel yayın olarak değerlendirmeye alınması Türkiye Cumhuriyeti Kültür Bakanlığı ilgili biriminden alınmış ISBN numaralı elektronik kitap olarak erişime açılması ile sağlanmıştır. 4.Rumeli Mühendislik Eğitimi Sempozyumu Bildirileri kitabının amaçlanan hedeflerin tutturulmasında izlenecek yöntemleri, somut uygulama planlarını ortaya koyan bir kaynak oluşturmasını dilerim.

Prof. Dr.-Ing. Ahmet CAN
Sempozyum Yöneticisi

8 Kasım 2024 Haliç/Beyoğlu - İSTANBUL



4. RUMELİ MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ SEMPOZYUMU /
4th RUMELİ ENGINEERING EDUCATION SYMPOSIUM
7-8 Kasım 2024 / November 7- 8, 2024
Beyoğlu-Haliç, İSTANBUL

FOREWORD

One of the primary duties of universities is to contribute to scientific developments in the field of specialization in which they are trained, to implement an educational plan specific to current developments and conditions in the application of the knowledge learned, and to put into practice the results of knowledge gains.

For Turkish universities, it is aimed to conduct research and scientific studies that will be interesting above the current scientific level and will be a solution to the needs of the society. A working environment should be provided to people who are open to studies and innovations related to educational activities and have a wide range of investigative skills. Such preferences may enable the development of universities and their affiliated units, and Turkish universities may gain the power to compete with internationally recognized universities.

In this context, it is necessary to encourage the young generation, who are the future of the country, and to provide them with every opportunity to undertake research duties with scientific originality.

The fourth of the national knowledge feast, which was planned to be held once a year under the name of "Rumeli Engineering Education Symposium", hosted by Istanbul Rumeli University Faculty of Engineering and Natural Sciences, in the spring semester of the Academic Year, was held on 7-8 November 2024. The aim of this knowledge festival called Engineering Education Symposium is to contribute to qualified and efficient education and training activities in the engineering departments of universities that are changing their identities in parallel with social, economic and technological developments.

The good place of engineering departments of universities in the national and international environment and the sustainability of educational activities require a gradual plan and process to be implemented carefully and meticulously. In engineering departments, in order to achieve the targeted quality and success in program accreditation, the increase in the number of students, the need to open new departments, the increasing number of universities, interaction with foreign universities, the increase in professional diversity and the training of fewer academic staff should be evaluated objectively

Research and development (R&D) activities that will contribute to the development of the university and its reputation should be made a common part of the lives of students and academicians. It is very important that rewarding successful academicians and students according to the personal development programs to be prepared for academicians and students becomes an institutional tradition. Students are an important resource for the country, the showcase of the engineering department they study and the qualified workforce of the future.

Within the scope of the 4th Rumeli Engineering Education Symposium, a total of nine papers were presented, one of which was a paper with international participation and eight of which were from Turkey.

Prof. Dr.-Ing. Ahmet CAN
Symposium Manager

8 November 2024 Golden Horn/ Beyoğlu - İSTANBUL



TÜRKİYE CUMHURİYETİ YÜKSEKÖĞRETİMİNE ALMAN BİLİM İNSANLARININ KATKILARI

Ahmet CAN

Prof. Dr.-Ing., İstanbul Rumeli Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi

ahmet.can@rumeli.edu.tr ORCID: 0000-0002-1460-6615

ÖZET

Üniversiteler ülkenin bilgi toplumu olması ile ekonomik kalkınma ve insanların refahı için en temel taşı oluşturmaktadır. Üniversitelerde eğitim alanlara sağlam evrensel bilginin aktarılması, yenilikçi buluşlar ile sonuçlanacak bilimsel araştırma faaliyetlerinin sürdürülmesi, hem kendi toplumu hem de tüm insanlık için katma değer anlamı taşımaktadır.

Bu çalışma ile önce insanlık tarihinde üniversite olgusuna kısa bir bakış ve ardından Türkiye Cumhuriyeti kuruluşu öncesinde ve sonrasında Türk üniversitelerinin geçirdiği değişim açıklanmıştır.

Özellikle Mustafa Kemal Atatürk'ün ve döneminin eğitim bakanlarının Türkiye Cumhuriyeti kuruluşundan sonra önceki adı Darülfünun olan birinci dünya savaşı öncesi ve sonrası Almanya'dan Türkiye'ye sığınmış Alman bilim insanlarının katkıları ile hazırlanmış iyileştirme planı ile İstanbul Üniversitesi adı ile kurulmuş ve eğitim öğretime başlamış üniversite süreci değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Darülfünun, Atatürk'ün Yüksek Öğretim Reformu, İstanbul Üniversitesi, Türkiye'ye sığınmış Alman Bilim İnsanları, Einstein'ın Atatürk'e Mektubu,

GİRİŞ

Üniversite, antik çağda öğreten ve öğrenen birlikleri anlamında ve daha sonra on dokuzuncu yüzyılda bilimlerin tamamını ifade eden universitas litterarum şeklinde kullanılmıştır. "Üniversite" sözcüğü Latince kökenlidir ve universitas magistrorum et scholarium, açık anlamıyla *öğrenci, öğretenler ve öğretim elemanları birliği* anlamını taşır,[1].

Üniversitenin, diğer bir ifadesi ALMA MATER şeklindedir. Bu tanım ile bilimin yenilenmesi açıklanmaktadır ve bu sayede bilim insanları tarafından üretilen bilginin insanlığa en yeni ve faydalı olacak biçimde dönüştürülmesi tanımlanmaktadır.

Antik çağda Eflatun ve Aristo eğitim kurumları açmışlar ve bunlarda felsefe, mantık, doğa bilimleri ile tıp alanlarında büyük katılımlı biçimde eğitim vermişlerdir.

Daha sonra orta çağın başına kadar çeşitli üniversite özelliğinde kurumlar, Türk – İslam bilim insanları, yeniçağın başlarına değin gerçekleştirdikleri eğitim ile üniversite eğitiminin temeli sayılabilecek kurumlar ile insanlık tarihi için büyük öneme sahip görev üstlenmişlerdir,[2].

Üniversite için en belirleyici unsurların başında mesleki dayanışma gelir. Bununla, akademisyenlerin, öğrencilerin ve mezunların oluşturdukları birliktelik oluşmalıdır. Bunun yanında her meslek alanında bu birlikteliğin hedefinde uluslararası olmak olgusu bulunur.

Meslek uzmanlık alanlarındaki bu uluslararası olma olgusu, kendisine özel bir yol belirlerken aynı zamanda yerli-yabancı mezunların birbirlerini anlayabilecekleri eğitim uygulamalarının gerçekleşmesi de ÜNİVERSİTE aracılığıyla hayat bulmaktadır.

TÜRKİYE CUMHURİYETİ ÖNCESİ ÜNİVERSİTE

Türkiye'nin en eski üniversitesinin İstanbul Üniversitesi olduğu ve 1453 yılında kurulduğu savunulmaktadır. Bununla Osmanlı İmparatorluğu'nda Avrupa tarzı ilk üniversite Darülfünun'un adlandırılarak İstanbul'un fethinin ertesini gününü olan 30 Mayıs 1453'te Fatih Sultan Mehmet'in emriyle



kurulan Sahn-ı Seman medreselerine dayandırılmaktadır ve İstanbul Üniversitesinin kuruluşunun bu tarihte olduğu savunulmaktadır, [2],[3],[4].

Günümüzde İstanbul Üniversitesi'nin ilk kuruluşu, Fatih Sultan Mehmet'in İngilizce 'The Court of Eight Colleges' adlı Fatih Medresesini kuruluşu ile başlamıştır. Fatih Medresesinin geliştirilmesi sağlanabilseydi, Oxford veya Cambridge Üniversiteleri benzeri olabileceği iddia edilmektedir. İstanbul Üniversitesi ilk kuruluşunun Tanzimat Döneminde gerçekleştirildiği ve 1846 yılında Dar-ül Fünun (Fenler Evi) adı altında eğitime başladığı da açıklanmaktadır.

Türkiye'de batılı anlamda, adı üniversite olmamakla birlikte batılı anlamda yükseköğretim kurumları, orduyu ıslah etmek amacıyla kurulmuştur.

Bunlar, 1773 yılı "Mühendishane-i Bahri-i Hümayun", 1796 yılı "Mühendishane-i Berri-i Hümayun", 1827 yılı "Mekteb-i Tıbbiye" ile 1834 yılı "Mekteb-i Harbiye" ismi ile kurulmuştur,[5]. Bu askeri yüksekokullarda, mesleki ve askeri bilgiler yanında matematik, kimya fizik, biyoloji, astronomi, vb. bilim alanlarında dersler verilmiştir.

Ayrıca, tarih, coğrafya, hukuk, ekonomi vb. sosyal bilimlerle ilgili bilgiler de verilmiştir. Söz konusu askeri yüksekokulların, Türk toplumunun düşüncesinin modernleşmesi, demokratik yönetim ve çağdaş eğitim kapsamında büyük hizmeti dokunmuştur.

Sivil yükseköğretim kurumlarına başlangıç ve örnek oluşturmuş öğretim dili Türkçe olan bu askeri okullar, Fransızca, Almanca ve İngilizce gibi yabancı dillerin eğitim programlarına girmesine sebep oluşturmuştur. Ayrıca, gezi, gözlem, inceleme, tanıtım, laboratuvar vb. deneyim esaslarına dayanan modern eğitim yöntemlerinin öğretimde kullanılmasına öncülük etmiştir.

Batılı anlamda Türkiye'nin ilk üniversitesi kayıtlara 1863 yılında girmiştir. Dersler, zamanın ünlü paşaları ve düşünürleri tarafından verilmiştir. Dersler, fen bilimleri alanından fizik, kimya, biyoloji ve sosyal bilimler alanından astronomi, tarih, coğrafya konularında halktan insanların izlediği konferanslar olarak verilmiştir, sadrazam ve nazırlar tarafından izlenmiştir,[6].

Darülfünun sıklıkla kapanması yaşanmıştır, bunun sebepleri tutucu grupların baskısı, sürekli kadrolu öğretim elemanlarının sürekli olmaması ve uygun nitelikte öğrenci kaynağı durumundaki üniversite öncesi eğitim kurumlarının yetersizliği nedenler olarak sıralanabilir.

Bunlarla Darülfünun II. Meşrutiyete kadar önemli bir üniversite olarak varlık gösterememiştir.

ATATÜRK VE YÜKSEKÖĞRETİM REFORMU

Atatürk, yükseköğretim görmüş insan eksikliğini, Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulması sürecinde en önemli konu olarak değerlendirmiştir.

Gerçekleştirmek istenilen devrimler bilimin ışığında sürdürülebilir olabilirdi. Bu sağlandıktan sonra Türk toplumu üretebilir, sınai olarak kalkınabilir ve kültürel anlamda çağa uygun ilerleyebilirdi. Bunun sağlanması için modern özelliklere sahip bir üniversitenin kurulmasını en önemli gereklilik olarak görmüştür.

Türkiye Cumhuriyeti'ni 1923 yılında bağımsız bir ulus devlet olarak kuran Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün başlattığı devrimlerin en önemlilerinden birisi 1933 yılında gerçekleştirilen üniversite reformudur.

Sadece bilimle ilgilenen bir üniversite hedeflemiştir. Bu üniversitenin analiz etmesini beklediği konular; Türkiye'nin jeolojisi, doğal ve ekonomik coğrafyası, iklimi, çiçek ve bitkileri, kara ve deniz hayvanlarının antropolojisi, tarihi, sanayisi ve kültürü olarak sayılabilir. Bunları gerçekleştirirken diğer önemli bir hedefi de; "Yabancı dahiler bile bizi kurtaramaz; Bizi kurtaran kendimiz olacağız. Yabancıların görüş ve düşüncelerinden faydalanabiliriz ama bunu yaparken çok dikkatli olmalıyız" şeklinde açıklamıştır[7],[14]. Bu kapsamda Eğitim Bakanı Dr. Reşit Galip'e üniversite projesinin düşünceden uygulamaya geçirilmesi görevi verilmiştir. Ardından tüm çalışmaları tam eksiksiz yapacak bir komisyon kurulmuştur.

Atatürk her fırsatta üniversite öğrencileri ve öğretim üyeleri ile bir araya gelmiş ve üniversitelerin çağdaş dünyadaki ihtiyaç ve gereksinimlerine göre kurumsallaşması ve gelişmesini arzu etmiştir. Bunun için Türkiye üniversitelerinin yurtdışı üniversitelerle rekabet edecek bilimsel çalışmaları yürütmelerini sürekli şekilde desteklemiş ve döneminde görev yapan Eğitim Bakanlarına gereği için tam yetki vermiştir.

Türkiye Cumhuriyeti kuruluş zamanlarında üniversitenin kaynağını oluşturan toplam 23 lisede 1241 öğrenci eğitim alıyordu ve 1938 yılına gelindiğinde 25 bin öğrencinin eğitim aldığı öğrenci sayısı ile lise sayısı 82 olmuştur,[7].

Türkiye Cumhuriyeti hükümeti, üniversite reformu çalışmaları kapsamında o zaman İsviçre'de yaşayan Profesör Malche isimli bir Alman bilim insanını Türkiye'ye davet etmiştir ve Profesör Malche 16.01.1932 tarihinde İstanbul'a gelmiştir. Profesör Malche ilk olarak Başbakan ve Eğitim Bakanı ile görüşmüştür. Ardından Darülfünun emini (Rektörü), fakültelerin reisleri (Dekanları), öğretim elemanları ve öğrencilerle toplantılar yapmıştır. Gerekli bilgi ve belgeleri toplamak amacıyla dersleri ve çeşitli öğretim

uygulamalarını izlemiştir. Bunlarla ilgili bilgiler için Darülfünun öğretim elemanları tarafından doldurulmak üzere bir anket hazırlanmıştır ve uygulanmıştır. Türkiye Cumhuriyeti üniversitelerinin çağdaş üniversite düzeyi için Profesör Malche, Mart 1932'de Avrupa'dan İsviçre ve Fransa'daki üniversiteleri ve üniversitenin kaynağını oluşturan liseler için de Hollanda'daki liseleri incelemiştir. Profesör Malche, anket sonuçlarını değerlendirerek 29 Mayıs 1932'de 49 makaleden oluşan 95 sayfalık bir rapor hazırlamıştır. "İstanbul Darülfünun Raporu"nda İstanbul Darülfünun'da eğitim ortaçağ olarak değerlendirilmiş ve araştırmaya, konuşmaya ve düşünmeye yer olmadığı belirtilmiştir. Bu rapor, kütüphane eksikliğini ve mevcut kütüphaneler arasındaki işbirliği eksikliğini, koleksiyonların yetersizliği, düşük bütçe ve daha birçok sorun açıklanmıştır,[7],[8]. Atatürk, üniversite reformunun ve Türkiye'de yeni bir üniversitenin kurulmasının temelini oluşturacak olan bu raporu dikkatlice okuyup notlar almıştır. Ancak Malche'nin yükseköğretimle ilgili önerilerini yetersiz bulmuş ve daha kapsamlı bir "kültürel planlama"dan söz etmiştir,[7],[9],[10]. Profesör Malche raporunda, İstanbul Üniversitesi'nin, özzerliğini zedelememek için üniversiteyi kendi kaderine terk etmenin doğru olmadığını belirtmiştir. Raporunun içeriğini öğretim içerikleri ve yöntemleri üzerinde yoğunlaştırmıştır. Özellikle ders notlarının hiçbir değişiklik yapılmadan ve çok fazla yüklü bilgi ile uzun yıllardır okutulduğunu gözlemlemiştir. Bireysel çalışma ve araştırmalar kapsamında var olanı tekrar eden, düşünme ve tartışma unsurları bulunmayan ortaçağ eğitiminin uygulandığı tespit edilmiştir.

Yükseköğretim reformu esnasında Darülfünun ile yaşam içinde ve devrim faaliyetleri arasında yoğun bir işbirliğinin olması gerekliliği üzerinde durulmuştur. Yeni kurulacak Üniversitenin teşkilat yapılanmasında eski Darülfünundaki gibi Tıp, Hukuk, Fen ve Edebiyat Fakültelerinin bulunmasını önermiştir. Çok özel bir hedef tanımlanmamış ise İlahiyat Fakültesi ile Edebiyat Fakültesinin birleştirilmesi tavsiye edilmiştir. Profesör Malche raporunu 27.09.1930-18.09.1932 tarihleri arası eğitim bakanı Esat Bey görevi sırasında sunmuştur. Raporda açıklanan eksikliklerin giderilmesi 19.09.1932- 13.08.1933 tarihleri arasında eğitim bakanı olan Dr. Reşit Galip Bey eğitim bakanlığı döneminde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle iyileştirme girişimlerinde başarısızlıkla karşılaşılması için önemli bir hedef seçilmiştir. Bu sebeple, eski Darülfünunun tamamen kapatılarak yerine yeni bir Üniversite kurulması kararı alınmıştır. Bununla ilgili olarak Türkiye Cumhuriyeti Eğitim Bakanlığı bir kanun tasarısı hazırlama çalışmaları gerçekleştirmiş ve Profesör Malche'den de "Üniversite İyileştirme Programı" hazırlaması istenmiştir. Devamında, "Üniversite İyileştirme Programı" düşünceden uygulamaya geçirilirken danışmanlık yapması için Profesör Malche ile yeni bir sözleşme yapılmıştır. Böylece, Profesör Malche'nin raporu "Üniversite İyileştirme Programı" olarak benimsenmiştir. Türkiye Cumhuriyeti Büyük Millet Meclisi, Darülfünun kapatılıp yerine 31 Mayıs 1933 tarihinde İstanbul Üniversitesi ve bunu takiben Ankara Üniversitesi kurulmasını onaylamıştır,[11]. İstanbul Üniversitesi'nin kuruluşu 1 Ağustos 1933 olarak kayıtlara geçmiş olup resmen eğitim öğretim faaliyetlerine 19 Kasım 1933 tarihinde başlamıştır.

Türkiye Cumhuriyeti kurulduktan sonra 1927 ile 1930 yılları arasında üniversitelerde öğretim elemanı olarak görevlendirilmek üzere yabancı ülkelere öğrenciler gönderilmiştir. Bu öğrencilerden 501 öğrenci yurt dışındaki öğrenimlerini başarılı doktora çalışmaları ile tamamlamışlar Türkiye'ye geri dönmüşlerdir. Yurtdışında değişik bilim alanlarında eğitim almış ve geri dönmüş bu gençler, 1932 ile 1933 yılları arasında yeni kurulmuş İstanbul Üniversitesi'nde görevlendirilmiştir. Türkiye Cumhuriyeti'nde 1933-1934 eğitim öğretim yılında 3.147 öğrenci üniversite öğrenimine başladığı ve 1947 yılına gelindiğinde neredeyse yüzde ellisi kız öğrenci olmak üzere öğrenci sayısı yaklaşık üç katına çıkarak 10.178 öğrenci sayısına yükselmiştir,[7].

ALBERT EINSTEIN'DAN ATATÜRK'E MEKTUP

Birinci dünya savaşı sonrası Almanya'da iktidara gelen Hitler yönetimindeki nasyonal-sosyalist diktatörlük rejiminin baskısı altındaki Alman bilim adamları, sanatçıları ve politikacıları Türkiye'ye sığınmışlardır. Aynı zamanda, Bu Alman bilim adamlarından oluşan grup tarafından İsviçre'de onursal başkanlığını Profesör Albert EINSTEIN'ın yaptığı "OSE" isimli derneği kurmuşlardır. Derneğim üyeleri bilim insanları dünyanın çeşitli ülkelerine göçmen olarak gitmişler ve üniversitelerde akademik görevlerde çalışmışlardır. Daha sonra dünyaca ünlü bir bilim insanı olacak Profesör Albert Einstein Türkiye Cumhuriyeti'ni kuran Gazi Mustafa Kemal Atatürk'e aşağıdaki mektubu yazmıştır ve Türkiye'deki üniversitelerde seçkin Alman bilim insanlarının çalışmak arzusunda olduklarını açıklamıştır,[12].



UNION DES SOCIÉTÉS "OSE"
POUR LA PROTECTION DE LA SANTE
DES POPULATIONS JUIVES

COMITÉ D'HONNEUR

Prof. A. EINSTEIN, *Président.*
Prof. A. BESREDKA, *Vice-Président - Paris.*
Prof. RADCLIFFEN, SALAMAN, *V. -Président - Londres*

SOCIÉTÉS AFFILIÉES

ALLEMAGNE.
ANGLÈTERRE.
DANTZIG.
ÉTATS-UNIS.
LETTONIE.
LITHUANIE.
POLOGNE (T. O. Z.)
ROUMANIE.



"א.ו.ע."
פארבאנד פון די געוועלשאפטן
פארן "דישן געוונטשוין"

TÉL.:

PARIS (XVII), LE 17 September, 1933
4, Rue Rousse!

Maarif Vekâletine
9.10.33

Your Excellency,

As Honorary President of the World Union "OSE" I beg to apply to Your Excellency to allow forty professors and doctors from Germany to continue their scientific and medical work in Turkey. The above mentioned cannot practise further in Germany on account of the laws governing there now. The majority of these men possess vast experience, knowledge and scientific merits and could prove very useful when settling in a new country.

Out of a great number of applicants our Union has chosen forty experienced specialists and prominent scholars, and is herewith applying to Your Excellency to permit these men to settle and practise in your country. These scientists are willing to work for a year without any remuneration in any of your institutions, according to the orders of your Government.

In supporting this application, I take the liberty to express my hope, that in granting this request your Government will not only perform an act of high humanity, but will also bring profit to your own country.

I have the honour to be,

Your Excellency's obedient servant,

A. Einstein

(Prof. Albert Einstein)

His Excellency
The President of the Cabinet of Ministers
of the Turkish Republic.

Adresse Télégraphique: "OSE" 4, RUE ROUSSEL - PARIS

*3/10/33
40 a yeddi yeddi*

*1/10/33 evzusu Komünizme karşı
2/10/33 evzusu vatanseverlik için*

UNION DES SOCIÉTÉS "OSE",
POUR LA PROTECTION DE LA SANTE
DES POPULATIONS JUIVES
(OSE Topluluklar Birliği,
Yahudi Nüfusun Sağlığının Korunması için kurulmuştur)
Onur Komitesi
Prof. A. EINSTEIN, Başkan
Prof. A. BESREDKA, Başkan Yardımcısı-Paris
Prof. RADCLIFFEN, SALAMAN, Bşk. Yardımcısı-Londra

Almanya
İngiltere
Dansing
Amerika Birleşik Devletleri
Letonya
Litvanya
Polonya (T.O.Z)
Romanya

PARIS (XVII), LE 17 September, 1933

T.C. BAŞBAKANLIK CUMHURİYET ARŞİVİ

Maarif Vekâleti'ne
İsmet



9.10.933

“Ekselansları,

Topluluklar Birliği OSE'nin Onursal Başkanı olarak Almanya'daki gelişmelerden korkan Profesör ve Doktorların Türkiye'de bilimsel ve tıbbi çalışmalarına devam etmelerine izin verilmesi için Ekselanslarına başvuruda bulunmamı rica ettiler. Yukarıda belirtilenler, şu anda orada geçerli olan yasalar nedeniyle Almanya'da daha fazla bulunamazlar. Bu bilim adamlarının çoğunluğu engin deneyime, bilgi ve bilimsel değerlere sahiptir ve yeni bir ülkeye yerleştiklerinde çok faydalı olabilirler.

Birliğimiz, çok sayıda başvuru arasından, önde gelen kırk deneyimli uzman ve önde gelen bilim adamını seçmiş olup, bu kişilerin ülkenize yerleşmelerine ve çalışma yapmalarına izin verilmesi için Ekselanslarına başvuruyorum. Bu bilim adamları hükümetinizin emriyle herhangi bir kurumunuzda bir yıl boyunca herhangi bir ücret almadan çalışmaya hazırdırlar.

Bu başvuruyu desteklerken, Hükümetinizin bu talebi yerine getirerek yalnızca yüksek bir insani davranış sergilemekle kalmayıp aynı zamanda kendi ülkenize de katma değer kazandıracığını umduğumu ifade etme özgürlüğümü kullanmaktan onur duyuyorum.

Ekselanslarının itaatkâr hizmetkârı

Islak İmza (Prof. Albert Einstein)

Ekselansları

Türkiye Cumhuriyeti Bakanlar Kurulu Başkanı,,

TÜRKİYE'DE YÜKSEKÖĞRETİME KATKI YAPMIŞ ALMAN BİLİM İNSANLARI

Birinci Dünya Savaşından önce Türkiye ve Almanya'nın ittifak devletleri olması, eğitim ve kültür alanlarında da işbirliğine yol açmıştır. Müdür olarak Prof. Dr. Franz Schmidt'in görevlendirildiği Alman Eğitim ve Kültür Enstitüsü İstanbul Darülfünun bünyesinde İstanbul'da kurulmuştur. Enstitüde 1915 ile 1918 yılları arasında Almanyalı ve Avusturyalı değişik bilim alanından toplam yirmi bilim adamı çalışmıştır. Pedagoji ve Psikoloji alanında Dr. Anschütz, Semitik Dillerde Doç. Dr. Bergstässer, Ural-Altay Dilleri alanında Doç. Dr. Giese, Eskiçağ Tarihi konusunda Prof. Dr. Lehmann Haupt, Jeoloji ve Coğrafya alanlarında Doç. Dr. Obst ve Doç. Dr. Penck, Botanik alanında Doç. Dr. Leick Zooloji alanında Prof. Dr. Zarnick, Organik Kimyacı olarak Doç. Dr. Hoesch, Anorganik Kimya ve Teknolojik Kimya alanlarında Doç. Dr. Arndt ile Dr. Fester, Ekonomi alanında Prof. Dr. Hoffmann, Maliye sahasında Dr. Fleck, Kamu Hukuku alanında Prof. Dr. Schöborn, Felsefe bilim alanında Doç. Dr. Jacobi, Medeni Hukuk alanında Dr. Nord, Tarih Metodolojisinde Dr. Mordtmann, Arkeoloji ve Eski Paralar alanlarında Dr. Ungarn, Alman Dili ve Edebiyatı sahasında Doç. Dr. Richter ve Fizik bilim alanında Prof. Dr. J. Würschmidt olmuştur. İsimleri ve uzmanlık bilim alanları yukarıda açıklanmış yabancı bilim insanlarının görev yaptığı bu zaman aralığında ilk ciddi bilimsel araştırmalar Ziya Gökalp ve İsmail Hakkı Baltacıoğlu gibi genç Türk bilim insanları tarafından yapılmıştır.

Türkiye Cumhuriyeti kurulduktan sonra Profesör Malche, Profesör Schwartz ile temasa geçmiştir ve Alman bilim adamlarını Türkiye'ye yönlendirmiştir,[3],[13]. Profesör Malche ve Profesör Schwartz Ankara Tren Garı'nda bir araya gelmişlerdir ve Milli Eğitim Bakanı Dr. Reşit Galip başkanlığında bakanlıkta üst düzey görevlilerinin de katıldığı bir toplantı gerçekleştirilmiştir. O yıllar Türkiye'de diplomasinin ve bilimin dili Fransızca olduğu için toplantının dili Fransızca olmuştur.. Bu toplantı kararları ile Türkiye'de yeni kurulmuş İstanbul Üniversitesi ile Ankara Üniversitesi'nde görevlendirilecek yabancı profesörler seçilmiştir. Bu yabancı profesörler ile aşağıdaki çalışma ölçütleri karşılıklı kabul edilmiştir.

a) Aylık maaş miktarı,

b) Özlük hakları

c) İki yıl içinde Türkçe öğrenmeleri,

ç) Türkçe kitap yazmaları ve

d) Her bilim adamının kendi alanında genç Türk asistanlar yetiştirmesi, şeklindeki koşulları görüşülmüştür ve karara bağlanmıştır.

Bu toplantıdan sonra Zürih'e bir telgraf gönderen Profesör Schwartz sonuçtan çok memnuniyet duyduğunu ve telgrafında "-Üç değil, otuz bilim adamı" sözleriyle dile getirmiştir.

İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesine mülteci öğretim üyesi olarak gelenlerden biri Profesör Fritz NEUMARK idi. İstanbul Üniversitesi'nde kurulan İktisat Fakültesi'nin kurucularından biridir,[14].

Profesör Fritz NEUMARK, 1933 yılı Ekim ayında çok özel bir tarih Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşunun onuncu yılında da İstanbul'a gelmiştir. Atatürk Türkiye'sinin kendisine tanıdığı olanaklarla en verimli akademik yıllarını geçirmiştir ve 1953 yılına kadar Türkiye Cumhuriyeti'ne hizmet etmiştir. İktisatçılar

çinde en tanınmış olanlardan bir diğeri Profesör Wilhelm RÖPKE idi ve ekonomi öğrenim planını hazırlanmasında en büyük etkiye sahip olmuştur.

Profesör Alexander RÜSTOV, Türkiye Cumhuriyeti ile imzaladığı anlaşmadaki yükümlülükler kapsamında, bilim uzmanlık alanı ile ilgili kitaplar yazma alanında büyük uğraş vermiştir. Bunun yanında kültürel-sosyolojik makaleleri Türkçe diline çevrilerek yayınlanmıştır. İstanbul'da 1933'den 1949'a kadar kalmıştır ve Türkiye'ye son derece müteşekkir kalmıştır.

Profesör Gerhard KESSLER, canlı ders verisi öğrencileri derslere çekmiştir ve gerçekleştirdiği seminerler ile uygulamalar şeklindeki nitelikli akademik faaliyetleri kadar insani yönden de yoğun şekilde ilgi görmüştür. Profesör Gerhard KESSLER, İstanbul Üniversitesi işletmecilik Profesörlüğü beraberinde sosyoloji ile ilgilenmiştir ve bu sorumluluk kapsamında sosyal politika kürsüsünde de görev yapmıştır.

Frankfurt'ta daha önce Nürnberg'de Yüksek Ticaret Okulu profesörü olan Profesör Alfred ISAAC, bir Yahudi olarak Almanya'da kalamayacağını anlamış ve İstanbul Üniversitesi'ne gelmiştir. Pedagojik yetenek sahibi de olan Profesör Alfred ISAAC Türkçe öğrenmiştir ve Türkiye'nin işletme ekonomisi ile ilgili yasalarını, kuruluşlarını tanımak için olağanüstü gayret göstermiştir. Alman işletme ekonomistlerinin işletme ekonomisi bilimini Türkiye'de öğrenim programına alınmasını sağlamıştır. Profesör Alfred ISAAC Türkiye'de işletme ekonomisi biliminin birinci ve ikinci kuşak temsilcilerinden olmuştur ve İstanbul üniversitesi işletmecilik profesörü olarak çalışmıştır. Aynı zamanda iyi bir flüt icracısı olan Profesör Alfred ISAAC ve eşsiz bir piyona öğretmeni olan bayan ISAAC müzikle ilgili bir etkinlikte de görev almışlardır,[14].

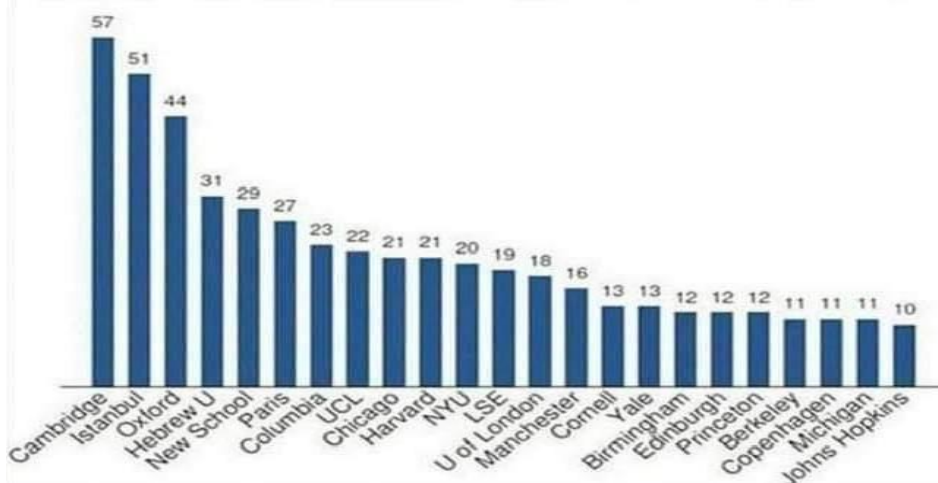
Türkiye Cumhuriyeti kuruluşundan sonra değişik tarihlerde Türkiye'ye gelen çok sayıda farklı bilim uzmanlık alanlarından diğer Alman bilim insanları, politikacılar ile sanatçılar olmuştur. Bunların en ünlüleri sırasıyla Ernst Reuter, Ernst Eduard Hirsch, Hans Reichenbach, Leo Spitzer, Erich Auerbach, Ernst von Aster, Marchand, Rudolf Nissen, Alexander Rüstow, Friedrich Dessauer, Richard von Mises, Rudolf Belling, Curt Kosswig, Bruno Taut ve Paul Hindemith olarak adlandırılabilir.

Türkiye Cumhuriyeti'ndeki güvenli yaşamından sonraki yıllarda Almanya'ya dönmüş olan Ernst Reuter, Birleşik Almanya Cumhuriyeti Berlin Eyaletinin İlk Belediye Başkanı olarak seçilmiştir ve bir süre Almanya Sosyal Demokrat Partisi Başkanlığı yapmıştır. Ayrıca Ernst Reuter, A. Rustow, G. Kessler, C. Kosswig ile birlikte 1943 yılında İstanbul'da Nazi yönetiminin bilim insanlarına karşı tutumunu defalarca kınayan "Alman Özgürlük Derneği" isimli bir deneği kurmuştur.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

İstanbul Üniversitesi'nin temeli ve daha sonra Ankara Üniversitesi, Almanya'daki Nazi rejiminin baskısıyla zulüm gören, sözleşmeli üniversiteye bağlı Alman bilim insanlarıyla kurulmuştur. Bu kapsamda Profesör Schwartz ve Profesör Malche'nin katkıları çok önemli olmuştur.

Türkiye'deki Üniversite Reformu kapsamındaki gelişmeler, Türklerin ulu önderi Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün üniversiteleşme konusundaki ileri görüşlülüğünü ve kapsamlı vizyon fikirlerinin ne kadar doğru olduğunu göstermiştir. Bunun günümüze yansıyan önemli bir kanıtı, 1930 – 1937 yılları arası Amerika Birleşik Devletleri elçiliğinin raporlarına girmiş İstanbul Üniversitesi dünya üniversiteleri akademik derecelendirmesinde birinci sıradaki Cambridge Üniversitesi'nden sonra ikinci sırada ve Oxford Üniversitesi'nin önünde olduğunu gösteren grafikdir,[15].



Şekil 2. İstanbul Üniversitesi'nin 1930-1937 Arası Dünya Üniversiteler Akademik Sıralamasındaki yeri

KAYNAKLAR

- [1] Humbold W von, “Antrag auf Errichtung der Universitaet Berlin” 1809.
- [2] Kızıroğlu, İ., «Üniversite Hayatına Giriş» OSTİM Teknik Üniversitesi Yayınları, 2. Baskı, ISBN:978-625-8485-09-7, Ankara, 2023.
- [3] Taşdemirci, Ersoy, Atatürk Ansiklopedisi, 1933 Üniversite Reformu
- [4] Kartunov, S., “Pullar tarafından temsil edilen dünya çarındaki yüksekokullar ve eğitim”, (Bulgarca ve İngilizce: Висшите училища и образование по света, представени от филателията, Higher schools and education around the world represented by philately) Gabrovo, 2020
- [5] Taşdemirci, Ersoy, Atatürk Ansiklopedisi, 1933 Üniversite Reformu.
- [6] <http://www.istanbul.edu.tr/siyasal/tarihce.htm>
- [7] Meydan, S. (2015). Turkish Enlightenment. Atatürks Smart Projects.337,1-1368. İnkılap - Press, İstanbul.
- [8] Meydan, S. (2022). Key to Recent History. İnkılap -Press, , İstanbul, 344,65-71.
- [9] Erdem, A.R. (2012).University reform under the leadership of Atatürk: The turning Point in the History of Higher Education and Science. *BELGİ. Vol 4,2,376-388.*
- [10] Kızıroğlu, İ., ATATÜRK'S HIGHER EDUCATION REFORM, FORESTRY EDUCATION AND ONE OF THE MILESTONES OF THIS EDUCATION; PROF. DR. ABDULGAFUR ACATAY AND HIS 120TH. BIRTHDAY, FEB - FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN, Vol.32, pp.2935-2953, ISSN 1018-4619, Vimy Str. 1e, 85354 Freising, Germany, 2023.
- [11] İstanbul Üniversitesi Kuruluşu kanunu Resmi Gazete
- [12] Einstein, Albert'in Mektubu, Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Arşivi, 17 September 1933
- [13] Paksoy, N. (2022). A Forgotten Savior.Philipp Schwartz. Dokumentarische Geschichte.Special Issue.May 15, 2022
- [14] Neumark, Fritz, (çeviren: Şefik Alp Bahadır) “Boğaziçine Sığınanlar” İstanbul Üniversitesi, Basım ve Yayınevi Müdürlüğü, ISBN 975-404-776-6, İstanbul 2006.
- [15] ABD Elçiliği 1930-1937 Dünya Üniversite Akademik Sıralaması

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet CAN

Tekirdağ 1953 yılı doğumludur, 1974'te Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi'nden Makine Mühendisi unvanı olarak mezun olmuştur. Almanya Berlin Teknik Üniversitesi Enerji ve Süreç Tekniği Enstitüsü'nden, “Fachbereich Energie-und Verfahrenstechnik” 1982'de “Yüksek Mühendis “Dipl.-Ing.” ve 1984'te “Doktor Mühendis “Dr.-Ing.” unvanlarını almıştır. Almanya Berlin Teknik Üniversitesi Enerji ve Süreç Tekniği Enstitüsü Ölçme ve Otomatik Kontrol Anabilim Dalında 1981-1984 arası “Araştırma Görevlisi-Wissenschaftlicher Mitarbeiter” olarak çalışmıştır. 1984 Yılında Trakya Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi'nde Yardımcı Doçent, 1989 yılında Doçent ve 1997'de Trakya Üniversitesi'nde 2012'de Türk Alman Üniversitesi'nde, 2014 Yılında İstanbul Arel Üniversitesi'nde ve 2018'de İstanbul Rumeli Üniversitesi'nde Profesör unvanlarını almıştır.

Alman teknolojinin ve standartlarının başlangıcından günümüze gelişme sürecinin de bir göstergesi Dünya'da HÜTTE **Grundlagen der Ingenieurwissenschaften** ismi ile ünlenmiş kitap bu güne kadar 10 farklı dile çevrilmiştir. Profesör Can, **HÜTTE – MÜHENDİSLİK BİLİMİ**, kitabının çeviri yazarıdır, Literatür Yayınevi, ISBN 978-975-04-04658. www.literatur.com.tr, İstanbul, Haziran 2010. Almanca 32.nci Baskısından **“HÜTTE Grundlagen der Ingenieurwissenschaften”**ın, 1600 Sayfa HÜTTE Uluslararası Çevirilerinin 11.nci Dili Türkçeye Çevirisini yapmıştır ve kendisi Almanya Internationes Bonn tarafından ödüllendirilmiştir.

Profesör Can'ın Ulusal ve uluslararası 170'in üzerinde makalesi ve bildirisi yayınlanmıştır.



MÜHENDİSLİK SÜREÇLERİNDE HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİNİN ÖNEMİ

Ertan BUYRUK

0000-0002-6539-7614. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

Mustafa CANER

0000-0002-3674-7881. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

Deniz GÖLBAŞI

0000-0003-0080-9996. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

Yaren Su AĞBABA

0009-0007-8808-3929. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Enerji Bilimi ve Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte mühendislik uygulamalarında sayısal analiz yöntemine olan ilgi artmaktadır. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği sayısal analiz yardımıyla matematiksel denklemleri çözerek akışkan akışı, ısı transferi, kimyasal reaksiyonlar vb. olayların analizinin oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Analizlerin düşük maliyetli yapılabilmesi, kısa sürede elde edilen analiz sonucunun deneysel sonuçlarla örtüştüğünün kanıtlanması, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin endüstride kullanım alanlarını geliştirmiştir. Mühendislerin lisans eğitimleri sırasında Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği ile proses analizini öğrenmeleri çeşitli sektörlerdeki gelişme açık alanlarda yenilikçi çözümler sağlayabilmelerine olanak sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mühendislik, HAD, Sayısal analiz

1. Giriş

Her geçen gün gelişmekte olan teknoloji, zaman ve finansman kayıpları, oluşabilecek risklerin yönetilebilmesi açısından endüstride var olan alanını genişletmektedir. Bu durum mühendislik uygulamalarına ilişkin çözümlene yöntemlerinden biri olan sistemin matematiksel olarak ifade edilmesini sağlayan modellere yönelimi artırmıştır. Oluşturulan bu modeller, süreçlerdeki kritik değişkenlerin niceliksel ifadesini ortaya çıkartarak var olan yapıların ve benzer sistemlerin farklı ölçeklerinin optimizasyonuna olanak sağlamaktadır.

Belirli parametreler baz alınarak oluşturulan modeller sayesinde incelenmek istenilen faktörlerin sisteme etkisi incelenebilir ve bu sayede yüksek verim elde etmek için sistemin optimum koşulları öngörülebilir. Parametrelerin sayısı ve karakteristik özellikleri ne kadar detaylı incelenmek istenirse, oluşturulacak modellerin karmaşıklığı da doğrusal oranda artmaktadır. Bu karmaşıklık, analiz edilmek modelin doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyebilirken, aynı zamanda kullanıcılar için de yönetim ve uygulama zorlukları doğurabilmesinden dolayı sistem modellemesi için en uygun matematiksel yöntemlerin seçilmesi hususu büyük önem arz etmektedir.

Mevcut olan verilerden yararlanılarak seçilen matematiksel yöntemleri bilgisayar destekli simülasyon programlarına aktararak proseslerin sayısal ifadesi hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştirilebilir. Simülasyon, her çeşit reel prosesin veya fiziki sistemin belirli bir zaman içerisinde yeniden oluşturulması ve bu proseslerin çıktılarının detaylı bir şekilde değerlendirilmesi anlamına gelmektedir, bu da simülasyonların mühendislik süreçlerinin tasarım aşamasında kritik bir rol oynamasını sağlamaktadır. Oluşturulan simülasyonların en büyük avantajlarından biri sistemlerin optimizasyon süreçlerinde yaşanan zaman kayıplarını minimize etmektir (Güler ve İmamoğlu, 2020).

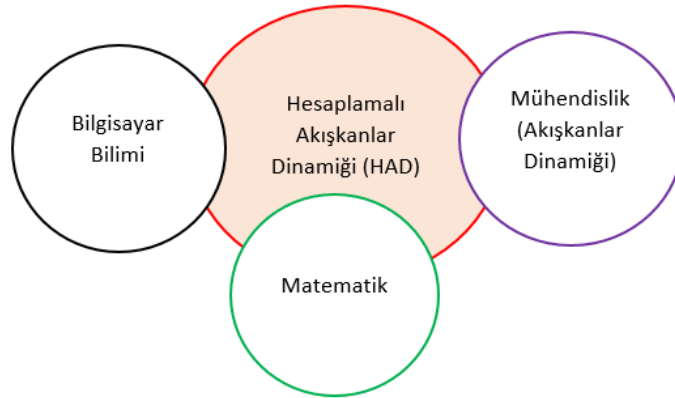
Ekipman tasarım süreçlerinde bilgisayar destekli simülasyon programlarının kullanılması, yeni ve gelişmiş sistem tasarımlarının geliştirilmesinin yanı sıra mevcut ekipmanın hesaplamalı simülasyonlar yoluyla optimizasyonunu da kolaylaştırır. Bu sayede verimlilik artar, işletme maliyetleri azalır, önemli ölçüde maliyet tasarrufu sağlanır, geliştirme süreleri hızlanır ve fiziksel deneylere olan bağımlılık azalır. 1960 ve 70'lerde, günümüzde kişisel bilgisayarlarda rahatlıkla çalıştırılabilen HAD uygulamalarını yürütmek için milyonlarca dolara mal olan süper bilgisayarların kullanıldığı göz önüne alındığında, hesaplama kapasitesindeki hızlı büyümenin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Bu dönüşüm, sayısal tekniklerin akademik ve endüstriyel alanlarda daha erişilebilir hale gelmesine olanak tanımış ve gerekli donanımın edinilme maliyetlerini azaltmıştır (Maliska, 2023; Tu vd. 2018).

HAD, sayısal analiz yardımıyla matematiksel denklemleri çözerek akışkan akışını, ısı transferini, kimyasal reaksiyonları ve akışkan hızının hem uzamsal hem de zamansal alan çözümlerini verimli bir şekilde geliştirebilmesini için yüksek hızdaki dijital bilgisayarlarda gerçekleştirilen bilgisayar programlarının veya yazılım paketlerinin kullanılmasını içeren sayısal simülasyonlar yoluyla akışkan akışının incelenmesidir. Akışkanların neredeyse her alanda var olması ve sistem performansı üzerindeki etkileri, HAD'nin diğer birçok disiplin tarafından yaygın bir şekilde benimsenmesi anlamına gelmektedir. (Aslam Bhutta vd., 2012; Norton vd., 2007). HAD artık birçok endüstride çok güçlü ve yaygın bir yöntem haline gelmiştir ve her bir çözüm matematiksel fiziğin, sayısal yöntemlerin, kullanıcı arayüzlerinin ve son teknoloji görselleştirme tekniklerinin zengin bir dokusunu yansıtmaktadır (Norton ve Sun,2006).

2. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin Ana Hatları

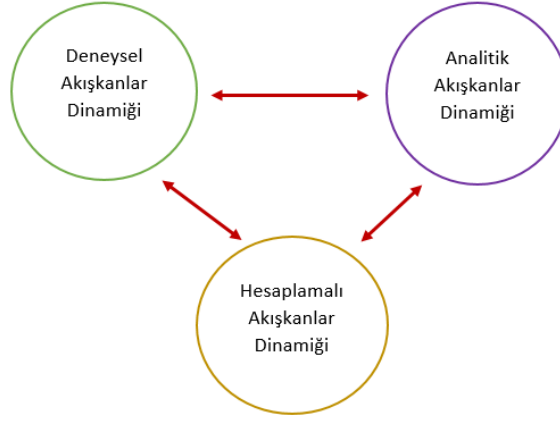
- **Modelleme:** İncelenen fiziksel sistemin geometrisi ve akışkan özellikleri belirlenir.
- **Ağ Oluşturma:** Geometri, hesaplamaların yapılabilmesi için bir ağ yapısına dönüştürülür. Bu ağ, çeşitli hücrelerden oluşur ve akışkanın hareketinin hesaplandığı alanı temsil eder.
- **Denklemler:** Navier-Stokes denklemleri gibi temel akışkanlar dinamiği denklemleri, akışın davranışını tanımlamak için kullanılır.
- **Çözümleme:** Bu denklemler sayısal yöntemler kullanılarak çözülür. Genellikle sonlu fark, sonlu eleman veya sonlu hacim yöntemleri gibi teknikler uygulanır.
- **Sonuçların Yorumlanması:** Elde edilen sonuçlar analiz edilmek istenilen parametreler ile ilgili detaylı bilgi verir (Qin, 2022).

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin temelini bilgisayar bilimi, akışkanlar dinamiği ve matematik oluşturur (Şekil 1).



Şekil 1. Hesaplamalı akışkanlar dinamiğini oluşturan temel bileşenler

Geleneksel olarak hem deneysel hem de analitik yöntemler birbiriyle güçlü bir şekilde bağlantılıdır ve birbirinden bağımsız değildir. Akışkan dinamiğinin çeşitli yönleri akışların incelemesinde, ekipman ve endüstriyel süreçlerin tasarımında mühendislere yardımcı olmak için kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Akışkanlar dinamiği problemlerini çözmek için kullanılabilen temel yaklaşımlar

3. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin Avantajları

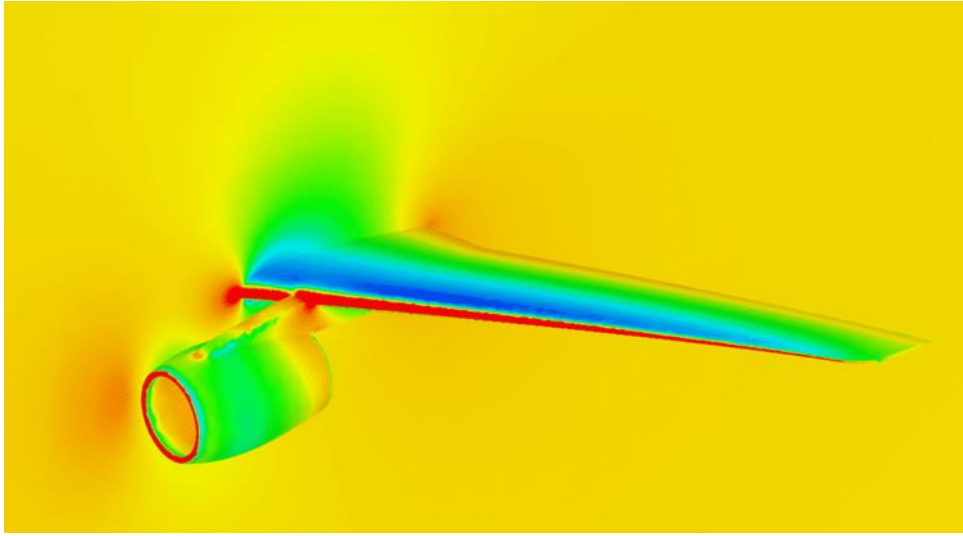
- Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, akışkan akışının, ağırlık kayıplarının, kütle ve ısı transferinin detaylı incelenmesine olanak tanır. Bu sayede mühendisler, bir sistemin performansını optimize edebilir ve akışkanların davranışlarını detaylı bir şekilde anlayarak, tasarım süreçlerinde daha bilinçli kararlar alabilirler.
- HAD simülasyonları çoğu zaman daha hızlı ve düşük maliyetli bir çözüm sunar. Tasarım aşamalarında maliyetli fiziksel prototipler, uzun süren deneyler yerine sanal modeller kullanarak, birçok etmenin verimli kullanılmasını sağlar.
- Mühendislerin simüle edilen bir model üzerinden farklı senaryoları geliştirmelerine olanak tanıyarak birden fazla olasılığı hızlıca değerlendirmelerine yardımcı olur.
- Fiziksel ortamda yapılması tehlike arz edebilecek ölçümlerin ortam koşullarını birebir sağlayarak deneyi yapılması istenen modelin ayrıntılı bir simülasyonunu yapar. Ölçüm sırasında doğabilecek sorunları en aza indirger.
- Modelleme sürecinde ölçekten bağımsız sonuçlar elde etmeye olanak tanır. Bu avantaj laboratuvar ölçeğindeki deneylerin sonuçlarının büyük ölçekli sistemlere uygulanmasını kolaylaştırır.
- Üretimdeki sorunların sadece sonuçlarını değil, aynı zamanda nedenlerini de ortaya çıkarmaya yardımcı olur.
- Tasarım optimizasyon süreçlerini destekler. Simülasyonlar, tasarım değişikliklerinin etkilerini anlık olarak gösterir, bu da mühendislerin daha iyi, verimli ve hızlı tasarımlar geliştirmesine olanak tanır.
- Mühendislerin ve öğrencilerin akışkanlar mekaniğini uygulamalı olarak öğrenebilmesinde oldukça faydalıdır. Etkili bir eğitim aracı olarak kullanılabilir (Süfer vd, 2016; Xia, ve Sun 2002; Szubel, 2023).

4. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin Uygulama Alanları

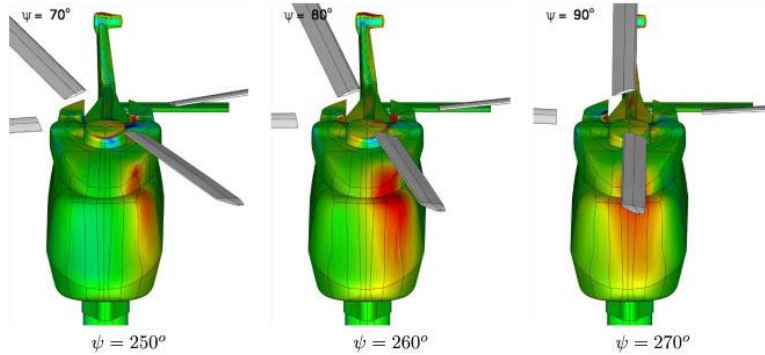
HAD, önemli endüstrilerde mühendislik dizayn ve analiz ortamının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Kolay uygulanabilir bir tasarım aracı olarak kullanılması, uzun ömürlülüğü geliştirmesi, kayıpları azaltması için ihtiyaç duyulan ekipman ve süreçlerdeki akış karakteristikleri hakkında önemli bilgiler sağlaması Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin birçok alanda kullanılabilmesini sağlamaktadır. Endüstrideki uygulama alanlarından bazıları şunlardır:

4.1. Havacılık

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği havacılık sektöründe oldukça önem arz eden hava taşıtlarının aerodinamik tasarımları ve bu tasarımların analiz süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Uçakların performansını optimize etmek, hava akışının etkileri incelenerek uçuş güvenliğini artırmak, kanatlarının kaldırma kuvvetini artırma ve sürüklenmeyi minimize etmek amacıyla kullanılmaktadır. Şekil 3'te bir uçak kanadı üzerindeki basınç dağılımı gösterilmektedir (Url-1). Kabin havalandırması ve uçaklardaki yolcu konforunun artırılması için havalandırılma ve iklimlendirilmesinde de hesaplamalı akışkanlar dinamiğine başvurulmaktadır. Şekil 4'te helikopterlerin tasarım ve performans analizi için ileri uçuşta sabit olmayan yüzey basıncı dağılımı simüle edilmiştir (Stejil ve Barakos, 2008). HAD aerodinamik performans hakkında detaylı bilgiler sunarak daha verimli ve yenilikçi tasarımlara olanak tanımaktadır (Spalart ve Venkatakrishnan, 2016; Cao vd 2022; Fujii 2005; Rizzi ve Luckring 2019).



Şekil 3. Kanat üzerindeki basınç dağılımı simülasyonu

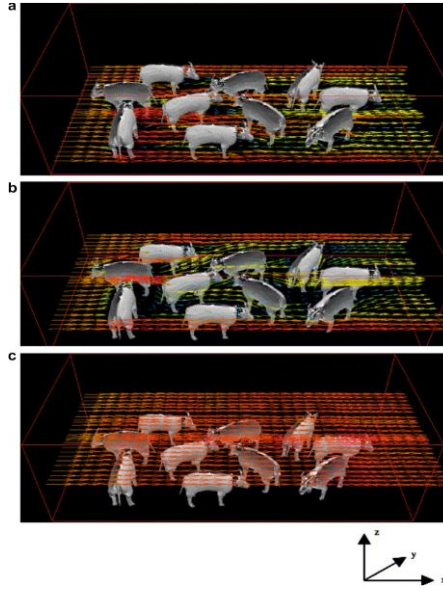


Şekil 4. farklı rotor azimut açılarında ileri uçuşta sabit olmayan yüzey basıncı dağılımı

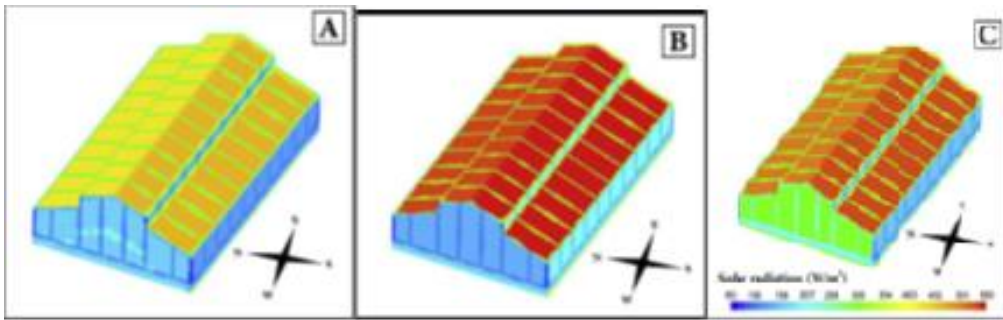
4.2. Tarım ve Hayvancılık

Tarım ve hayvancılık, gıda üretiminin temel taşlarını oluşturan kritik sektörlerdir. Bu alanlarda verimliliği artırmak ve sürdürülebilir uygulamalar geliştirmek hem ekonomik hem de çevresel açıdan büyük önem taşımaktadır. Yoğun üretim sistemlerinde istenen çevresel koşulların muhafaza edilebilmesi havalandırma sisteminin tasarımına ve performansına bağlıdır. Birçok çalışma, hayvan ve bitkisel üretim sistemlerinde hava akışının üretim verimliliğiyle alakasını kanıtlamıştır. Hayvansal üretimde, nemi ve gübre gazlarını

uzaklaştırmak, düşük sıcaklıklardan, yağmurdan korunmak için hava akışının kontrol edilmesi gerekir. Şekil 5'te içerisinde inek bulunan bir ahırın havalandırmasını incelemiştir (Norton vd.,2007). Bitkisel üretimde ise, sera ortamı üzerinde iyi bir kontrol gerekmektedir; üretim sisteminin, büyüme mevsimi boyunca ürün için normal bitki büyümesi ve gelişiminin karakteristik sıcaklık aralığında sorunsuz bir şekilde çalışması gerekmektedir. Şekil 6'da seranın yan duvarlarında ve tavanında simüle edilen güneş akışı incelenmiştir (Saberian ve Sajadiye 2009). Kapalı alan üretim sistemlerinde yer alan olguların karmaşıklığı nedeniyle, çevresel değişkenleri tam olarak kavranabilmesi için gereken bilgi miktarı hem ilgili fiziğe hem de analiz araçlarıyla ilişkili hassasiyet düzeyine bağlıdır. HAD gibi sayısal modelleme teknikleri, sanal bir ortamda çeşitli tasarım koşulları altında havalandırılan mekanların iklim değişkenlerini doğru bir şekilde ölçmenin etkili bir yolunu sunmaktadır. Böylece, henüz ortadan kaldırılmamış olsa da hesaplamalı akışkanlar dinamiği fiziksel deney miktarı büyük ölçüde azaltılabilir (Norton vd. 2007).



Şekil 5. Üç farklı yatay düzlemde havalandırılan bir ahır etrafındaki akış alanı

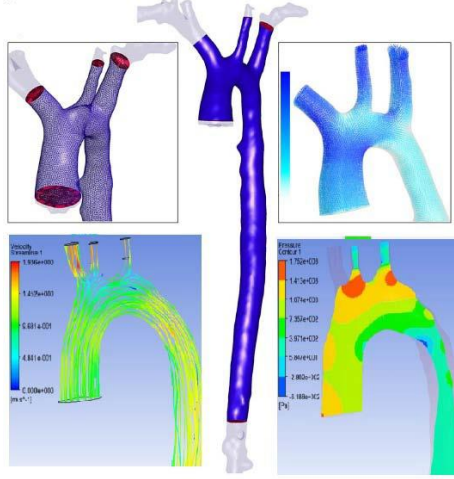


Şekil 6. Seranın yan duvarlarında ve tavanında simüle edilen güneş akışı

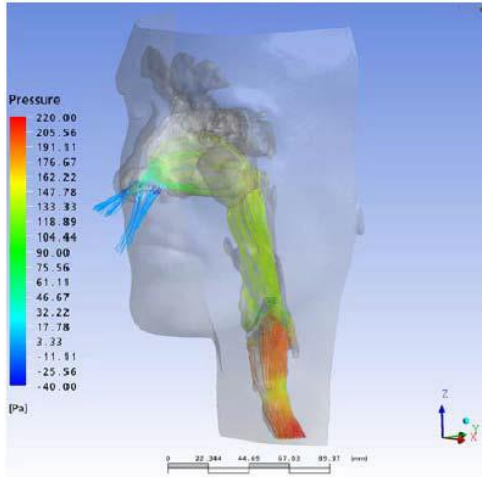
4.3. Sağlık

Son yıllarda biyomedikal ve sağlık araştırmaları uygulamalarında fizyolojik akışların analizinde, tıbbi cihazların optimizasyonunda hesaplamalı akışkanlar dinamiğinin kullanımının arttığı gözlenmektedir. Hesaplamalı akışkanlar dinamiğinde komplike yapılarından kaynaklı fizyolojik akışlarının analiz edilebilmesi için sağlıkçıları, mühendisleri, bilgisayar bilimcilerini ve matematikçileri içeren disiplinler arası bir yaklaşım gerektirir. Şekil 7'de Kardiyovasküler sistemde HAD simülasyonlarına, Şekil 8'de ise Solunum sisteminde HAD simülasyon örneği gösterilmektedir (Basri vd. 2016). Kardiyovasküler tıp, HAD'ın şu anda kullanıldığı en yaygın biyomedikal araştırma alanıdır, bunu üst ve alt solunum tıbbi

yakından takip etmektedir. HAD ayrıca beyin omurilik sıvısı, sinovyal lipidler ve hücre içi sıvıyı inceleyen araştırmalarda da kullanılmaktadır. Hesaplamalı tıbbın gelecekteki gelişimi ve evrimi mühendislik, bilgisayar bilimleri biyomedikal araştırma uzmanları arasında yakın iş birliğini gerekeceğini göstermektedir (Rea, P. M. (Ed.). 2021; Basri vd. 2016).



Şekil 7. Kardiyovasküler sistemde CFD simülasyonlarına örnek

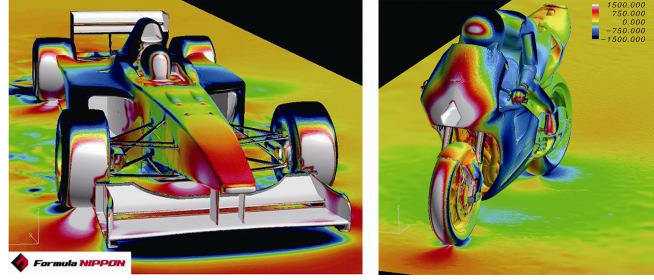


Şekil 8. Solunum sisteminde CFD simülasyon örneği

4.4. Otomotiv

HAD, otomotiv tasarımı ve üretiminde uzun zamandır önemli bir unsur olmuştur. Havacılık ve aerodinamik endüstrilerinin yanı sıra otomotiv mühendisliğinde de araştırma ve uygulamada hesaplamalı akışkanlar dinamiğinin kullanımı benimsenmiştir; bu nedenle HAD kullanımı, en zorlu koşullar için bile mühendislik simülasyon aracı olarak birçok disiplinde iyi ve sağlam bir şekilde yerleşmiştir. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, proseslerin analiz sürelerini kısaltmak, enerji verimliliğini artırmak, otomotiv sektöründeki katı standartları ve spesifikasyonları karşılamak için mevcut mühendislik bileşenlerini ve sistemlerini optimize etme, araç içi ortamı iyileştirme ve önemli dış aerodinamikleri detaylı bir şekilde analiz edebilme olanağı sağlamıştır. Şekil 9'da tam ölçekli bir formula arabası ve bir motosiklet etrafındaki kararsız akışın yüzey basıncının anlık görüntüleri simülasyonu yapılmıştır (Hirschel ve Krause, (Ed.) 2009). Özellikle HAD, güç aktarma organları ve motor analizleriyle emisyonları azaltarak; aerodinamik incelemelerle yakıt ekonomisini, dayanıklılığı ve performansı

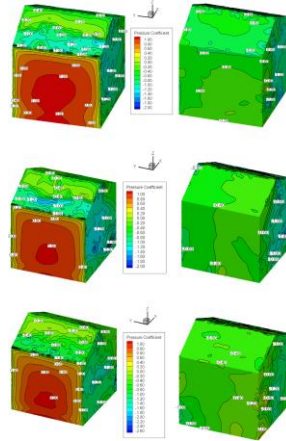
artırarak otomotiv sektörü için ciddi ve ölçülebilir sonuçlar göstermiştir (Tu vd. 2018, Hirschel ve Krause, (Ed.) 2009).



Şekil 9. Tam ölçekli bir formula arabası ve bir motosiklet etrafındaki kararsız akışın yüzey basıncının anlık görüntüleri

4.5. İnşaat

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, inşaat sektöründe özellikle erken tasarım aşamalarında önemli bir rol oynamaktadır. Büyük inşaat projelerinin maliyetleri milyonlarca doları bulabilmekte, bu nedenle tasarım süreçlerinin en baştan doğru bir şekilde yönlendirilmesi inşaat sektörü için oldukça kritik hale gelmektedir. HAD, sanal bilgisayar destekli modeller oluşturularak, inşaat süreci başlamadan önce tasarımın tüm yönlerini detaylı bir şekilde keşfetmeye olanak tanır. Bu sayede, çok daha az zaman ve maliyetle analiz yapılabilir. HAD simülasyonları, yapının aerodinamik özelliklerini ve çevresel etkileşimlerini değerlendirerek, tasarımın güvenilirliğini artırır. Şekil 10'da Üç farklı akış tipi için üçgen çatıda basınç dağılımı gösterilmektedir (Fouad vd.2018). Elde edilen ilave bilgiler, tasarım önerisine olan güveni pekiştirir ve potansiyel riskleri azaltır. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, aşırı boyutlandırma ve oluşabilmesi ön görülen aşırı spesifikasyon gibi yüksek miktardaki ek maliyetlerin önüne geçerek, projelerin bütçelerine ciddi derecede olumlu katkı sağlar (Tu vd. 2018; Llaguno-Munitxa vd. 2017, Fouad vd. 2018).

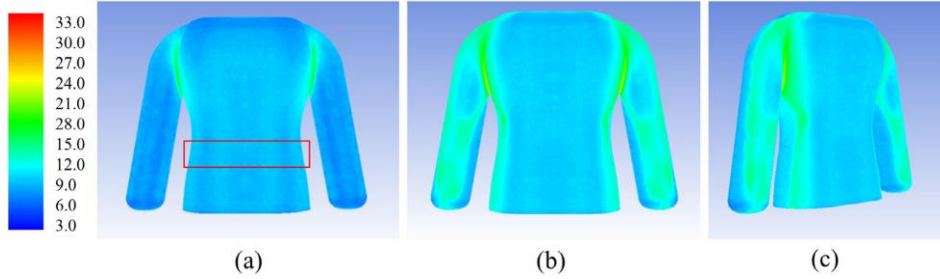


Şekil 10. Üç farklı akış tipi için üçgen çatıda basınç dağılımı

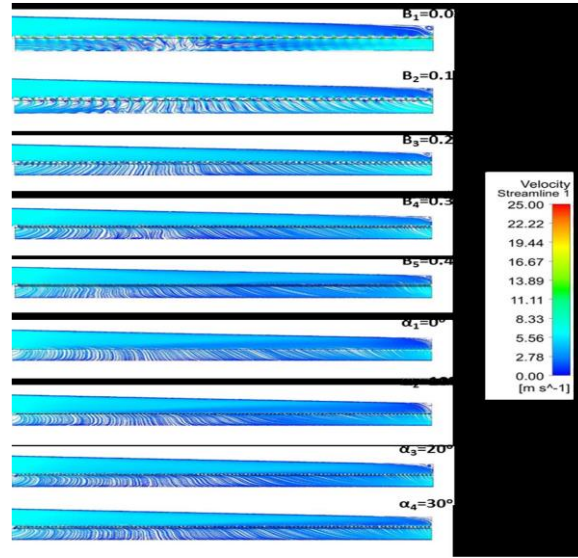
4.6. Tekstil

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, tekstil sektöründe de önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Kumaş tasarımında, boyama süreçlerinde ve tekstil sektöründe yoğun enerji tüketimine sahip kurutma sistemlerinin optimizasyonunda hesaplamalı akışkanlar dinamiğinin kullanımı oldukça yaygındır. Şekil 11'de kumaşın birden fazla yöndeki sıcaklık dağılımı simüle edilmiştir (Shen vd. 2021). Şekil 12'de ise kumaşların kurutulması için kullanılan ram makinesindeki farklı açıklık oranları ve farklı düze açılırları için

düze deliklerinden geçen akışın akım çizgileri gösterilmektedir (Sığırcı ve Erdoğan,2022). Ayrıca, hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile tekstil üretim tesislerindeki havalandırma sistemlerinin akış dinamiklerini analiz edilerek, iş ortamını dolayısıyla konfor şartlarının iyileştirilmesi yapılmaktadır. Tüm bu uygulamalar, tekstil üretiminde verimliliği artırmak ve ürün kalitesini yükseltmek için kritik bir rol oynamaktadır (Cherif vd. 2011; Sığırcı ve Erdoğan 2022).



Şekil 11. Kumaş ön (a), kumaş arka (b) ve kumaş yan (c) için sıcaklık dağılımının simülasyonu

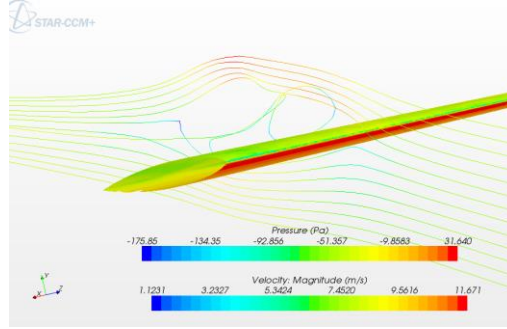


Şekil 12. Tekstilde kumaşların kurutulması için kullanılan ram makinesindeki farklı açıklık oranları ve farklı düze açıları için düze deliklerinden geçen akışın akım çizgileri

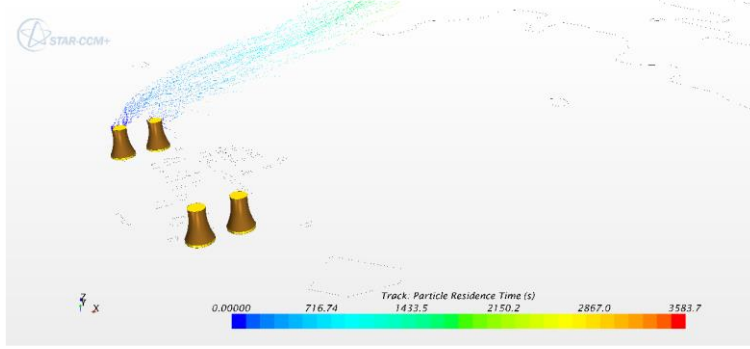
4.7. Enerji

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, enerji sektöründe verimlilik, üretimde güvenlik ve sürdürülebilirliği artırmak için önemli bir araçtır. Yenilenebilir enerji, fosil yakıtlar, nükleer enerji ve enerji depolama gibi çeşitli alanlarda hesaplamalı akışkanlar dinamiği sıkça uygulanmaktadır. Küresel ısınmanın artmasıyla devletlerin konvansiyonel enerji kaynaklarının kullanımının azaltılmaya yönelik teşvik planları yenilenebilir enerji sektörünün önemini gün geçtikçe artırmaktadır, Yenilenebilir enerjide HAD rüzgar türbini tasarımlarının optimize edilmesinde ve güneş enerjisi sistemlerinde termal yönetimin sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Şekil 13' te rüzgar akış modelleri, türbin yerleşimlerinin belirlenmesine ve aerodinamik performansın artırılmasına yardımcı olurken; güneş kolektörleri ve fotovoltaik sistemlerde verimli ısı transferini sağlar. Halen yoğun kullanımı olan fosil yakıt endüstrisinde ise HAD, yanma süreçlerinin optimizasyonu ve emisyon tahminleri için kullanılır. Enerji santrallerinde, HAD simülasyonları, yanma odalarının ve baca gazı arıtma sistemlerinin tasarımını iyileştirir. Nükleer enerji santrallerinde ise, soğutma sıvısı akışlarının ve potansiyel arıza senaryolarının modellenmesi, tesislerin güvenli çalışmasını sağlar. Şekil 14'te Taohuajiang nükleer enerji santrali soğutma kulesinin difüzyon

lokusunun simüle edilmiş hali gösterilmektedir (Wang vd. 2019). Enerji depolama sistemlerinde de HAD önemli bir rol oynamaktadır. Batarya teknolojisinde, elektrolit akışı ve sıcaklık dağılımlarının modellenmesi, performansı artırırken; termal enerji depolamada ısı eşanjörlerinin ve depolama tanklarının tasarımını optimize ederek etkili ısı transferi sağlar (Mahdi vd. 2024;Höhne vd. 2010; Alaimo vd. 2015; Dixit vd. 2020; Wu vd. 2012, Szubel, 2023).



Şekil 13. Rüzgar türbini kanadındaki basıncın dağılımı



Şekil 14. Taohuajiang nükleer enerji santrali soğutma kulesinin difüzyon lokusunun simüle edilmiş gösterimi

5. Mühendislikte Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin Geleceği

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD), endüstriyel uygulamalarda giderek daha belirgin bir rol oynamaktadır ve proseslerdeki yoğun kullanımının önümüzdeki yıllarda daha da güçlenmesi beklenmektedir. Bilgisayar simülasyon teknolojilerinin hızlı gelişimi, HAD'ın tekniklerinin ve modellerinin gelişimi ile doğrudan ilişkilidir. Düşen donanım maliyetleri ve hızlanan hesaplama süreleri, mühendislerin HAD programlarını daha yaygın ve etkili bir şekilde kullanmalarına olanak tanımaktadır. Bu gelişmeler, karmaşık sistemlerin analizinde daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlarken, mühendislerin tasarım sürecinde daha hızlı değerlendirmeler yapabilmelerini mümkün kılmaktadır. HAD'ın gelecekteki konumu, sadece bir hayal değil, birçok sektörde gerçekleşmesi beklenen bir gerçeklik haline gelecektir. Hesaplamalı akışkanlar dinamiğinin endüstriyel tasarım süreçlerine entegre edilmesi, yakın gelecekte fiziksel prototipler üretmek yerine dijital simülasyonlarla tasarım sürecinin başından sonuna kadar yönetilmesine olanak tanır. Böylece, maliyetlerin düşürülmesi ve zamanın etkin kullanımı sağlanırken, yenilikçi ürünlerin daha hızlı bir şekilde piyasaya sunulması mümkün olacaktır. Atomlar ve moleküller arasındaki etkileşimleri fizik kanunlarına dayanarak araştırmak için hesaplamalı akışkanlar dinamiği moleküler dinamikler gibi diğer tekniklerle birleştirilebilir. Günümüzde, halen yoğun kullanımı olan petrolün kaynaklarındaki azalma ve mevcut rezervuarların birinci ve ikinci yaşam dönemlerinin geçmesi nedeniyle, gelişmiş petrol geri kazanım yöntemlerinin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Şimdiye kadar, tüm nanopartiküllerin petrol geri kazanım faktörü üzerindeki etkisini hesaplamalı akışkanlar dinamiğinden yararlanılarak dikkate alan belirli ve doğru bir ilişki sunulmaması, araştırmacıların nanopartiküllerin çap ve şeklindeki değişiklikler, temel akışkandaki nanopartikül



konsantrasyonu gibi farklı etkileri incelemek için fazla maliyet olmadan nanopartikül enjeksiyon süreçlerini araştırmasına olanak tanımaktadır. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği rezervuar ölçeğinde petrol geri kazanım süreçlerini simüle etme potansiyeline sahiptir. Son yıllarda teknolojiye gelişmelere bağlı olarak ve güçlü bilgisayarların ortaya çıkmasıyla, gelişmiş petrol geri kazanım süreçlerinde simülasyon yöntemlerinin kullanımının tercih oranı ve önemi artmaktadır. Gelecekte akışkanlar mekaniğinin bir dalı olan hesaplamalı akışkanlar dinamiği yönteminin, gelişmiş petrol geri kazanım süreçlerini incelemek ve simüle etmek için daha uygun bir yöntem olması öngörülmektedir (Jafari vd. 2020.)

Otomotiv, havacılık, enerji ve inşaat gibi alanlarda, HAD teknolojilerinin entegrasyonu, mühendislik tasarımlarını daha güvenilir, etkili ve sürdürülebilir hale getirecektir. Özellikle, yapay zeka ve makine öğrenimi gibi yeni teknolojilerin HAD ile birleşmesi, simülasyon süreçlerini daha da geliştirecek ve mühendislik alanında devrim niteliğinde değişikliklere yol açabilir. Bu sayede, gelecekte karmaşık sistemlerin analizi ve optimizasyonu, günümüzde ve geçmişte mümkün olmayan bir düzeye ulaşacağına inanılabilir (Tu vd. 2018; Runchal, (Ed.) 2020).

6. Sonuç

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle beraber mühendislik uygulamalarında sıkça kullanılan analiz metodlarından biri de sistem hakkında matematiksel ifade imkanı sunan modellere dayanmaktadır. Kullanılan bu modeller bilgisayar destekli simülasyon programları aracılığıyla hızlı, etkin, ekonomik ve güvenlik riskleri içermeyen yeni sistemlerin oluşturulmasına var olan sistemlerin ise optimizasyonuna büyük oranda fayda sağlamaktadır. Hesaplamalı akışkanlar dinamiğinin sayesinde deneysel uygulamaların bilgisayar ortamında analizinin yapılabilmesi, HAD 'in teorik kavramlar ve pratik uygulamalar arasında bir köprü görevi gördüğünü doğrulamaktadır. Bu durumun mühendislik eğitimine entegre edilmesi, mühendislik eğitimi sırasında anlaşılması güç karmaşık akışkan davranışlarını, deneysel olarak uygulanması oldukça zor ve maliyetli olan sistemlerin analizlerini görselleştirerek öğrencilerin temel mühendislik kavramlarını daha iyi anlamalarına yardımcı olabileceğini kanıtlar niteliktedir. Ayrıca Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği sayesinde öğrenciler endüstrideki gelişmelerden geride kalmayarak sektördeki mühendislerin optimizasyona ihtiyacı olan proseslerin çözümlerinden esinlenerek yeni projeler üretebilirler. Bu projeler öğrencilerde ekip çalışması bilincini artırılmasına dolayısıyla giderek insanların asosyalleşme yolunda ilerlediği dünyamızda iletişim becerilerinin gelişmesine katkı sağlayabilir. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin kullanım alanlarının ve amaçlarının sürekli genişlemesi öğrencileri yeni teknolojiler ve metodolojiler hakkında bilgi almasını sağlayarak sürekli öğrenme kültürünü teşvik eder. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin mühendislik müfredatlarına eklenmesi, öğrencilerin mezuniyet sonrasında kariyerlerinde piyasaya, teknolojik gelişmelere hakim ve analiz becerisi yüksek birer mühendis olmalarını sağlar.

KAYNAKLAR

- Alaimo, A., Esposito, A., Messineo, A., Orlando, C., Tumino, D. (2015). 3D CFD Analysis of a Vertical Axis Wind Turbine. *Energies*, 8(4), 3013-3033.
- Aslam Bhutta, M. M., Hayat, N., Bashir, M. H., Khan, A. R., Ahmad, K. N., Khan, S. (2012). CFD applications in various heat exchangers design: A review. *Applied Thermal Engineering*, 32, 1-12.
- Basri, E. I., Basri, A. A., Riazuddin, V. N., Farhana, S., Zuber, M., Ahmad, K. A. (2016). Computational Fluid Dynamics Study in Biomedical Applications: A Review. 1(2).
- Cao, Q., Liu, M., Li, X., Lin, C.-H., Wei, D., Ji, S., Zhang, T. (Tim), Chen, Q. (2022). Influencing factors in the simulation of airflow and particle transportation in aircraft cabins by CFD. *Building and Environment*, 207, 108413.
- Cherif, C., Rief, S., Glatt, E., Laourine, E., Aibibu, D. Wiegmann, A. (2011). MODELING AND CFD-SIMULATION OF WOVEN TEXTILES TO DETERMINE PERMEABILITY AND RETENTION PROPERTIES. *AUTEX Research Journal*, 11(3), 78-83.
- Dixit, S., Kumar, A., Kumar, S., Waghmare, N., Thakur, H. C., Khan, S. (2020). CFD analysis of biodiesel blends and combustion using Ansys Fluent. *Materials Today: Proceedings*, 26, 665-670.
- Fouad, N. S., Mahmoud, G. H., Nasr, N. E. (2018). Comparative study of international codes wind loads and CFD results for low rise buildings. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 3623-3639.



- Fujii, K. (2005). Progress and future prospects of CFD in aerospace—Wind tunnel and beyond. *Progress in Aerospace Sciences*, 41(6), 455-470.
- Qin, G. (2021). *Computational fluid dynamics for mechanical engineering*. CRC Press.
- Güler, B. A., Imamoglu, E. (2020). BİLGİSAYAR DESTEKLİ SİMÜLASYON VE HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 13(1), 42-52.
- Hirschel, E. H., Krause, E. (Ed.). (2009). 100 Volumes of 'Notes on Numerical Fluid Mechanics' (C. 100). Springer Berlin Heidelberg.
- Höhne, T., Krepper, E., Rohde, U. (2010). Application of CFD Codes in Nuclear Reactor Safety Analysis. *Science and Technology of Nuclear Installations*, 2010, 1-8.
- Jafari, A., Hasani, M., Hosseini, M., Gharibshahi, R. (2020). Application of CFD technique to simulate enhanced oil recovery processes: current status and future opportunities. *Petroleum Science*, 17, 434-456.
- Kaminsky, C., Filush, A., Kasprzak, P., Mokhtar, W. (2012, March). A CFD study of wind turbine aerodynamics. In *Proceedings of the 2012 ASEE North Central Section Conference* (pp. 1-18). Ohio Northern University.
- Laguno-Munitxa, M., Bou-Zeid, E., Hultmark, M. (2017). The influence of building geometry on street canyon air flow: Validation of large eddy simulations against wind tunnel experiments. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 165, 115-130.
- Mahdi, E. J., Algburi, S., Al-Abadi, N., Ahmed, O. K., & Ahmed, A. K. (2024). Photovoltaic panel cooling using ground source energy: CFD simulation. *Results in Engineering*, 22, 102144.
- Maliska, C. R. (2023). *Fundamentals of Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method* (C. 135). Springer International Publishing.
- Norton, T., Sun, D.-W., Grant, J., Fallon, R., Dodd, V. (2007). Applications of computational fluid dynamics (CFD) in the modelling and design of ventilation systems in the agricultural industry: A review. *Bioresource Technology*, 98(12), 2386-2414.
- Norton, T., Sun, D. W. (2006). Computational fluid dynamics (CFD)—an effective and efficient design and analysis tool for the food industry: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 17(11), 600-620.
- Rea, P. M. (Ed.). (2021). *Biomedical Visualisation: Volume 10* (C. 1334). Springer International Publishing.
- Rizzi, A., Luckring, J. M. (2019). Evolution and use of CFD for separated flow simulations relevant to military aircraft. In *Proceedings of the AVT-307 Research Symposium—Separated Flow: Prediction, Measurement and Assessment for Air and Sea Vehicles*. Trondheim, Norway (pp. 7-9).
- Runchal, A. (Ed.). (2020). *50 Years of CFD in Engineering Sciences: A Commemorative Volume in Memory of D. Brian Spalding*. Springer Singapore.
- Saberian, A., Sajadiye, S. M. (2019). The effect of dynamic solar heat load on the greenhouse microclimate using CFD simulation. *Renewable Energy*, 138, 722-737.
- Shen, H., An, Y., Zhang, H., Wang, F., He, Y., Wang, J., Tu, L. (2021). 3D numerical investigation of the heat and flow transfer through cold protective clothing based on CFD. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 175, 121305.
- Sığırcı, M. T., Erdoğan, A. (2022). Ram makinelerindeki hava akışının Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği ile modellenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(1), 207-216.
- Spalart, P. R., Venkatakrishnan, V. (2016). On the role and challenges of CFD in the aerospace industry. *The Aeronautical Journal*, 120(1223), 209-232.
- Steijl, R., Barakos, G. (2008). Sliding mesh algorithm for CFD analysis of helicopter rotor–fuselage aerodynamics. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 58(5), 527-549.
- Süfer, Ö., Kumcuoğlu, S., Tavman, Ş. (2016). Gıda Mühendisliğinde Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Uygulamaları. *Akademik Gıda*, 14(4), 465-471.
- Szubel, M., Filipowicz, M., Papis-Frączek, K., Kryś, M. (2023). *Computational Fluid Dynamics in Renewable Energy Technologies: Theory, Fundamentals and Exercises*. CRC Press.
- Tu, J., Yeoh, G. H., Liu, C. (2018). *Computational fluid dynamics: A practical approach* (Third edition). Butterworth-Heinemann.
- Url-1 <https://www.simscale.com/docs/tutorials/tutorial-compressible-flow-simulation-around-a-wing/> (10.10.2024)
- Wang, X., Bao, W., Huang, X., Wang, X., Du, F., Wang, D., Wang, B. (2019). A CFD model based on wet deposition of large-scale natural draft cooling tower. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35, 23-32.



Wu, C. Y., Ferng, Y. M., Chieng, C. C., Kang, Z. C. (2012). CFD analysis for full vessel upper plenum in Maanshan Nuclear Power Plant. Nuclear Engineering and Design, 253, 285-293.

Xia, B., Sun, D. W. (2002). Applications of computational fluid dynamics (CFD) in the food industry: a review. Computers and electronics in agriculture, 34(1-3), 5-24.

ÖZGEÇMİŞ

Ertan BUYRUK

İlk, orta ve lise eğitimini Sivas'ta tamamladı. 1991 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Temmuz 1992- Aralık 1996 yılları arasında İngiltere Liverpool Üniversitesi'nde doktorasını tamamladı. 1997 yılında Yrd. Doç., 2004 yılında Doçent, 2009 yılında Profesör unvanını aldı. Prof. Buyruk, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlıklarının yanında Mühendislik Fakültesi Dekan Yardımcılığı görevlerini de yerine getirmiştir. Evli ve bir çocuk babası olan Buyruk İngilizce bilmektedir. 2012 yılından itibaren Üniversite - Şehir ve Sanayi İşbirliği ile ilgili Rektör Danışmanlığı görevini de yürütmüştür. Prof. Buyruk, 2015-2016 yılları arasında Rektör Yardımcılığı görevini de yürütmüştür. Temel çalışma alanları: Isı ve Kütle Transferi, Termodinamik, Akışkanlar Mekaniği, Isı Yalıtımı, Soğu Depolama, Plakalı Kanatçıklı Isı Değiştiricilerde ve Nanoakışkanlarda Isı Transferi üzerinedir.

Mustafa CANER

2013 yılında Bozok Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 2018 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'ndan Yüksek Lisans 2024 yılında ise Doktora Derecesini almıştır. 2024 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde Dr. Öğretim Üyesi olarak çalışmaya başlamıştır.

Deniz GÖLBAŞI

1974 yılı Sivas doğumludur. 1996 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. 2003 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'ndan Yüksek Lisans 2015 yılında ise Doktora Derecesini almıştır. 2016 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü'nde Dr. Öğretim Üyesi olarak çalışmaya başladı. 2017 yılında Sivas Meslek Yüksekokulu Elektrik ve Enerji Programı'nda, 2019 yılından itibaren ise Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde Dr. Öğretim Üyesi olarak çalıştı. Çalışma alanları: Akışkanlar Mekaniği, Bina Aerodinamiği ve Yenilenebilir Enerji Sistemleri üzerinedir.

Yaren Su AĞBABA

Lisans eğitimini 2020-2024 yıllarında Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü'nde tamamlamıştır. 2024 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Enerji Bilimi ve Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

BILGI VE ÖĞRETMEN PEDAGOJISI YÜKSEK OKULLAR

Stefan Kartunov

ORCID Nr. 0000-001-7709-9369 TU Gabrovo, Bulgaria

ÖZET

Makale, üniversitelerin ve özellikle öğretmenlerinin gelişimine kısa bir tarihsel bakış sunmaktadır. Yükseköğretim Kurumunun statüsünü ve öğretmenler ve üniversiteler için gereksinimlerini tanımlayan "Studium generale" terimi açıklanmıştır. Edinme prosedürleri ve her bir unvanın ayırt edici özellikleri, öğretmenlerin seçimi ve maaşları analiz edilir.

Bu araştırma, Bulgaristan ve Türkiye'de kişisel kimliğin oluşturulması ve korunması için yeni yöntemlerin araştırılması ve uygulanmasıyla ilgili yeni bir bilimsel yönün geliştirilmesini teşvik etmelidir. Uygulanan bilimsel ve uygulamalı görevler, mühendislik disiplinlerinin eğitiminde kişisel mesleki kimlik, ulusal kimlik ve ahlaki gelişim için bir model ve yöntemlerin geliştirilmesidir.

Anahtar Kelimeler: Kişisel Kimlik Oluşumu

1. GİRİŞ

Öğretmenlerin çalışmalarındaki ana anlar, yetenekli ve bilgili kişilerin deneyim, bilgi ve yeteneklerini deneyimsiz, cahil veya yetersiz bilgi sahibi bireylere derinlemesine aktarmada eğitim, öğretim ve araştırma faaliyetleridir. Tarihin farklı dönemlerinde bu farklı şekillerde yapıldı. Burada odak noktası, ilk üniversitelerin ortaya çıktığı Orta Çağ'dır. Üniversite kelimesi aynı zamanda bir evren, öğretmenler ve öğrenciler topluluğu anlamına gelir ve aralarındaki ilişkiyi tanımlar ve böyle bir kurumun üyeleri olarak belirli hak ve yükümlülükleri vardır. Bu haklar ve yükümlülükler, belirli Yüksek Okullarda (HS) uygulanmaları için imparatorluk, papalık ve eyalet yasaları, kararnameler, yönetmelikler ve yönetmelikler ile düzenlenir. Çalışmanın veya "Studium generale" statüsü, belirli bir otorite tarafından belirlenir, onaylanır ve meşrulaştırılır ve üniversitenin ve benzerlerinin kurulmasından sonra bile yürürlüğe girebilir. "Studium generale" terimi, yerel ve daha sonra diğer bölgelerden öğrencileri eğitime araçlarına sahip bir okul anlamına gelir [1]. Örnekler Napoli ve İmparator II. Frederick'in ilk kararnamesi, Prag ve Kral Charles IV, Üsküp için Çar Boris III ve Bulgaristan'da HS'nin kurulması için Ulusal Meclis kararnameleri vb. İkinci varyantın örnekleri, 1229'da Papa IX. Gregoriy'nin en eski kararnamesi ile Toulouse Üniversitesi, bu statüyü ancak 1291'de elde eden Bologna Üniversitesi, 1292'de kuruluşundan 77 yıl sonra Paris Üniversitesi ve bu güne kadar örnekler var. 13. yüzyılda, biri en önemli finansman olan iki ayrıcalık, "Studium generale" statüsünü garanti altına aldı ve bununla ilişkilendirildi:

1* Üniversite, Vicenza-1204 ve Pisa 1343 gibi dini hayırseverlerden sahip olmadan ve onlarla işlem yapmadan gelir elde etme hakkına sahiptir. 1207'de Papa III. Innocentius, bu ayrıcalığı yalnızca daha yüksek standartlı okullarla sınırlamaya çalıştı ve 1219 tarihli Papa III. Honorius'un boşası, ilahiyat okullarında öğretmen olarak görev yapan din adamlarına, kurumun iç egemenliklerinde ikamet etmeden 5 yıllık bir süre için gelir elde etme hakkı verdi.

2* Use obicva docenti ayrıcalığı – "Studium generale" den alınan yüksek lisans veya doktora derecesine sahip başarılı mezunun yeni sınavlara girmeden başka herhangi bir üniversitede pedagojik yöntemleri öğretme ve uygulama hakkı. Özellikle Bulgaristan'da, deneyimli öğretmenlerin ilk "habilitasyonları" Katolik Kilisesi tarafından Chiprovtsi'de yapıldı [2]. Batı'da bu, üniversitelerin mezunlarına - evrensel geçerliliği olan I diplomalarını öğreten yüksek lisans - vermeleri gerektiği anlamına gelir. Bu hareketlilik, üniversite profesörlerinden oluşan geniş bir topluluk yaratır. Uzmanlık alanlarının geniş bir uygulaması ile bir öğretim diploması verme olanağına sahip olmayan okullar "Studium particulare" veya yerel, bölgesel statüye sahiptir. Bu okullar, bir şehrin veya piskoposluk bölgesinin sınırlı bir bölgesinin ihtiyaçlarını karşılamak için piskoposlar tarafından kurulabilir ve genellikle Katolik'tir, (Şekil 1).



Perugia:

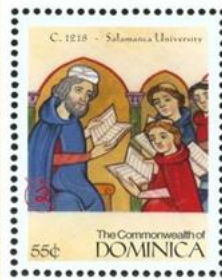
1308'den beri geleceği inşa ediyoruz

Şekil 1. Perugia, Napoli, Ingolstadt, Lublin'deki ambleminde ilan edilen üniversitenin durumu

Daha sonra, "Studium generale" terimi, Papa IV. Innocentius'un bir karnamesiyle Roma'da bir tane kurduğunda, 1244-5'te Roma'daki gibi daha fazla üniversitenin ortaya çıkmasıyla daha geniş bir yasal anlam kazandı. Gelecek yüzyılda, "Studium generale" ile ilgili bilgiler, öğretmenlerin ücretleri, öğretim yöntemleri, öğrenci yaşamının organizasyonu, sınavlar ve derecelerin verilmesi ile ilgilenen Kastilya Kralı Alfonso X - Siete Partidas'ın yasal kodu tarafından sağlanmaktadır. Öğretmenlik mesleğinin herhangi bir üniversitenin temel, yapıcı bir bileşeni olarak tanımlandığı "Studium generale" için iki gereklilikten bahsedilmektedir: Okul, trivium ve quadrivium'un yedi disiplini (dilbilgisi, retorik, mantık, aritmetik, geometri, astronomi, müzik) öğreten profesörlere sahip olmalıdır. Ayrıca medeni hukuk ve kilise hukuku profesörleri de olmalıdır.

Orta Çağ üniversiteleri hiçbir durumda kendilerini kilisenin bir devamı olarak tanımlamak istemediler ve bağımsızlıklarını aradılar. Toplumda düşünürler, bilim adamları, yazarlar, öğretmenler olarak ortaya çıkan insanlar, entelijansiya adı verilen yeni bir sosyal tabaka oluşturdular. Yansıma ve öğretimin kendisi arasındaki bağlantı ile karakterize edildi ve bu şekilde sadece otoritesini değil, aynı zamanda toplumdaki statüsünü de inşa etti. Yeni kurulan sınıf, klasik Latin dilinden anahtar terimleri ödünç alarak ayırt edici özellikleri olan nitelikleri veya Nişanları ile varlığının temellerini attı - usta, doktor ve profesör. Yüksek lisans veya doktora öğretebilirdi, ancak bu zorunlu değildi (şu an ile personelin %30'una kadar olduğu gibi). Bir kişinin adına bir derece eklendiğinde veya ondan önce geldiğinde, bu, sahibinin okuduğu disiplinde maksimum bilgiye ulaştığı anlamına gelir. Orta Çağ'ın sonlarında, bu derecenin sahibi aynı zamanda gerçek bir sosyal prestij kazandı ve bu da ona ayrıcalıklı, soylu ve zengin insanların dünyasına erişim sağladı. Bu profesörler - ustalar veya doktorlar "naip" olarak adlandırılmaya başlandı - Almanca'dan hükümdar anlamına gelen ve çok geçmeden monarşiler için bile bir kelime haline gelen bir terim. Orta Çağ'ın sonlarında, hukuk ve tıp fakültelerindeki düzenli vekillerden daha düşük otoriteye sahip olmasına rağmen, daha istikrarlı bir konuma sahip yeni bir tür naip ortaya çıktı (çoğunlukla liberal sanatlar fakültelerinde). Kolejlerdeki (liseler) vekiller böyledir. Bir veya her iki dereceyi elde etme prosedürünün kendisinin on ikinci yüzyıl kadar erken bir tarihte kurulmuş olduğu varsayılır, ancak bunun daha da erken olması mümkündür. Üzerinde daha ayrıntılı olarak durmak alakalı ve günceldir.

Yüksek lisans derecesi veya bilimsel doktor derecesi hakkı veren sınavlar temel olarak 3 bölümden oluşuyordu. Öğretmenlik hakkını elde etmek için adayın "public" veya "conventus" adı verilen üçüncü bir sınavı geçmesi gerekiyordu. Aday tezini herkese sundu ve ardından seçtiği bir konu hakkında öğrencilerle bir tartışma yaptı. 'Tez' terimi, 'çatışma, tartışma, kapsamlı tartışma' anlamına gelen Latince 'dissertatio' kelimesinden türetilmiştir. Mezunlara verilen derecelerin terminolojisine gelince, liberal sanatlarda bir yüksek lisans derecesinden bahsedilir, hukuk ve mühendislikte bir doktora'dan bahsedilir ve teoloji ve tıpta başka varyantlar da vardır. 13. yüzyılın sonlarına doğru, üyelerini belirli bir ilkeye göre ayıran doktora kolejleri ortaya çıktı, (Şekil 2).



Şekil 2. Profesörler Toplantısı, Paris Üniversitesi, Ortaçağ El Yazması. Salamanka Üniversitesi 800 Centenario. Bir Ortaçağ Üniversite Binası Sahnesi, Laurence de Voltolina, 1355 [1]

Unvan, rütbe veya makam söz konusu olduğunda, profesör (Latince'den: profesör "bir sanat veya bilimde uzman, öğretmen, en yüksek rütbeli öğretim görevlisi olarak kabul edilen kişi") bir ünivdir. Dileğiyle, belirli bir alanda büyük bilgiye sahip bir kişi ima edilir. 12. ve 13. yüzyıllarda, birkaç istisna dışında tüm profesörler din adamıydı. 13.-14. yüzyıllarda çok daha fazla "laik profesörden" bahsedilir ve genel olarak bu eğilim 15. yüzyılda da korunmuştur. Orta Çağ'da bile, medeni hukuk ve kilise hukuku gibi iki uzmanlık alanında ders veren profesörler vardı. Artık akademik pozisyonu doldurma prosedürleri her üniversitenin işletme yönetmeliklerinde mevcuttur ve bazı ülkelerde bir komitede merkezleştirilmiştir.

Soru önemlidir, üniversitelerin faaliyetlerine ilişkin mevcut düzenlemeler açısından öğretmenler nasıl seçildi? Her şeyden önce Fakülteler Konseyi tarafından (Paris'te durum buydu); Üniversite profesörlerinin (Oxford ve Yaş, Romanya'da) veya Doktorlar Koleji'nin (Avignon'da) genel toplantısı ve ikincisi, profesör ile üniversite veya başka bir dış kurum arasında imzalanan bir sözleşme yoluyla -örneğin üniversitenin temsilcisi olarak hizmet verdikleri belediye veya şehir. Bugün bile, örneğin Almanya'da, yerel Belediye Meclisi, Milli Eğitim Bakanlığı'na, daha doğrusu Parlamento'ya bir talepte bulunur ve uygun olduğu takdirde, bölge için belirli bir uzmanlık alanında bir profesör talep eder. Sözleşmede öğretmenlerin hem görevleri hem görev süresi hem de ücretleri belirtildi. Bazı üniversitelerde profesörler krallar veya şansölye ve danışmanları tarafından atanır. Örneğin, yine Bologna'da rektör, en etkili profesörlerden hangisinin Üniversite Konseyi'ne girmesi gerektiğini seçti. Orta Çağ'ın sonunda, bir entelektüel olan ortaçağ öğretmenin ortadan kaybolmasına yol açan bir süreç başladı. Bilimsel ve kültürel sahnede yeni bir öğretmen türü ortaya çıktı - en ünlüleri Rotterdamlı Erasmus (Şekil 3) ve pedagoğ Jan Comenius olan hümanistler. 14. ve 15. yüzyıllar boyunca, onuru ayaklar altına alınan üniversite "başarısızlıklarının" büyük bir kısmı, başarılı öğretmenlerin - entelektüellerin ortadan kalkmasına hazırlandı ve yardım etti.



Şekil 3. I. Kant, Martin Luther ve J. Comenius ve Hollandalı hümanist Rotterdamlı Erasmus onuruna basılan posta pulları [kişisel arşiv, 4]

Orta Çağ'ın sonundaki üniversite profesörü, kentin ve siyasetin kamu işlerine "istemsizce" dahil oldu. Bu öğretmenlerin birçoğu yargıçlar, politikacılar, kamuya mal olmuş kişiler, hatta papalar haline gelir ve bu da iktidar arzularını güçlendirir. Ayrıcalıklı sınıfların bir parçası haline gelirler ve iktidara müdahale ettikten sonra ahlaki değerlerini kaybetmeye başlarlar. Örneğin Bologna'da profesörler farkında olmadan parti çekişmelerine karıştılar ve bu nedenle otoritelerinin ve saygınlıklarının çoğunu kaybettiler. Oldukça az sayıda yerde, öğrencilerden ücret almadan belirli maaşlar alarak ders vermeye başladıkları bölümler kurulur. Böylece, bu profesörler şehir, bölgesel veya federal otoritelere bağımlı hale gelir ve üniversiteler özerkliklerini kaybeder. Profesörlerin kişisel yeteneklerini ve bilimin çıkarlarını göz önünde bulundurmadan, profesörlerin öğretmesi gereken öğretim materyallerini düzenlemeye ve belirlemeye

başlarlar. Dahası, sadece ünlülerden, ancak onlar tarafından seçilen ailelerden öğretmenleri empoze etmeye başlarlar. Bütün bunlar sadece Martin Luther'in Reformu'na ve Almanya'daki profesörlerin, İsviçre'de Hildrich Zwinglis ve Heinrich Billinger'in, Hollanda'da diğerlerinin vb. isyanlarına yol açmadı. Ödeme yöntemleri ikiye indirgenmiştir: bir faaliyet/dişiplin için belirli bir miktara kadar konsantre edilmiş veya saat cinsinden yapılan derslere göre saatlik olarak farklılaştırılmış. İlk yol, örneğin Almanya'da veya ödeme koşullarını belirleyen yararlanıcılar ve diktatörlük rejimlerinde, tutulan pozisyon için belirli hizmet gereksinimlerinin (özelliklerinin) olduğu durumlarda geçerlidir. İkinci ve daha esnek yol, daha liberal yasalara sahip ülkelerde bulunan veya yeni kurulan demokrasilerin koşullarında faaliyet gösteren üniversitelerde görülmektedir. Profesörlerin maaşlarının ayrıntılı bir çalışması [5]'te önerilmektedir.

2. ETKİLENME

Ana konuya odaklanalım - meslek olarak öğretmenlik, pedagojik beceriler, öğretim metodolojisi ve öğretim kariyeri. Anlaşıldığı gibi, ortaçağ üniversite profesörleri loncası homojen değildi. İlahiyat fakültelerindeki hocaların büyük bir kısmı tarikatlara mensuptu ve hareket kabiliyetleri üyesi oldukları tarikatların düzenlemeleriyle sınırlanıyordu. Bu nedenle, uygulamada, üniversitelerin yaşamında ve yönetiminde önemli bir rol oynamadılar. Batı Avrupa'nın hemen hemen her yerinde gözlenen ana fenomen, bir grup profesyonel "naip" in kademeli olarak ortaya çıkmasıdır. Genellikle "düzenli" olarak anılırlardı ve "olağanüstü" öğretmenlerle karşılaştırılırlardı. Prensip olarak, hukuk, doğal-matematik ve mühendislik bilimlerinin temsilcileriydiler. Buradan, pedagojik açıdan faaliyetlerinde bir ayrım olduğu farkı takip eder. Her disipline, en önemli olan ve daha derinlemesine incelenen temel metinler ve daha az temel olan ve daha hafif incelenen ek metinler vardır. Bu ek materyallerin öğretimi genellikle ustalara, bazen de doktorlara emanet edildi. Ana sınıflar, sınıfları Doktor sınıfı veya Yüksek Lisans sınıfı olarak adlandırılan ana vekiller tarafından verildi. Tamamlayıcı materyallerle ilgili dersler genellikle öğleden sonra yapıldı ve daha az önemli olarak kabul edildi ve çoğu zaman sınav müfredatında bile yer almadı. Bu gelenek bu güne kadar korunmuştur.

Meslek olarak öğretmenlik yöntemleri hakkında bilgi üniversite kararnameleleri, yönetmelikleri ve müfredatları ile sağlanmaktadır. Orta Çağ boyunca, öğretmenlik normal, tam zamanlı bir meslek haline geldi. Öğretmen-profesörün asıl görevi, müfredattaki metinler üzerine ders vermektir. Genellikle sabahlarıydılar ve şimdi olduğu gibi bir buçuk saatten iki saate kadar sürdüler. Üniversitelerdeki ve kolejlerdeki öğretim görevlileri her gün ders vermek zorunda kaldılar.

Uygulamada, hafta sonları, dini bayramlar, ciddi tartışma günleri, sınavlar ve yaz tatilleri düşüldüğünde, bunları çalıştırmak için 130 ila 150 gün arasında bir süre kalmaktadır. Korunan tanıklıklara göre, Bologna'daki Roma hukuku rektörleri derslerine şu unsurları dahil ettiler: metnin her bölümünün kısa bir açıklaması; herhangi bir yasanın içeriğinin açıklanması; metni akıl yürütme eşliğinde okumak; metnin anlamını yeniden keşfetmek; içerik ve genel notlardaki çelişkilerin açıklanması; Daha fazla açıklama; bu ders verme unsurlarının numaralandırılması, üniversite tüzüklerinin karmaşık metinlerin aceleyle okunmasını yasakladığını ve içtihat çalışmasında katı bir sıra olduğunu göstermektedir. Bugünden öğrenebileceğimiz bir şey. Doktorlar öğleden sonra çeşitli konularda veya seminer egzersizlerinin prototipi üzerinde tartışmalar yaptılar. Ortaçağ üniversitesinde temel bir kural, haftada birden fazla tartışma olmamasıydı. Bu, düzenli vekillere belirli bir tartışmaya hazırlanmaları ve dersleri takip etmeleri için zaman verdi. Öğrencilerin katılması gerekiyordu ve her naip yılda az sayıda tartışma yürütüyordu. Tartışmaya hazırlanması için, naibin kütüphanesinde çeşitli kitapların kopyaları bulunmuş olmalıydı. Anlaşmazlığın sona ermesinden sonra, naip yorumları kaydetti ve yayınlanmak üzere verdi. Öğrenciler arasında bu şekilde yayıldılar.

Pedagojik bir bakış açısına göre, profesörler tarafından öğretimde uygulanan stratejiler ve teknikler için, ikincisi, XIII. yüzyılın başından sonra keskin bir şekilde artan sözlükçülere ve gezici olanlara ayrılabilir. Latince'den gelen sözlük, XI. yüzyıldan 13. yüzyıla kadar İtalya'da (Roma, Ravenna, Pavia, Verona) ve Fransa'da (Orléans, Montpellier, Toulouse) Roma hukukunu öğretmek ve ardından uygulamada öncelikli olarak uygulamak için ortaya çıkan hukukçular okulunun adıdır. Bologna'dan ve diğer üniversitelerden ilk doktorlar eserlerini tek bir sesle sistemleştirdiler (Latince Glossa ordinaria-dil, konuşma, arka arkaya bir şey söyledi, ancak aynı zamanda bir metinde not anlamına da gelebilir) ve retorik, edebiyat ve öğretim metodolojisi gibi disiplinleri öğretti ve yasal kavramlar ve kategoriler aracılığıyla bunu hayata empoze etti.

Marjinal (veya kenar boşluklarında) ve satırlararası parlaklıklar (veya satır aralarında), özellikle metinlerde not alma (açıklamalar) yoluyla ayırt edilir. Sıradan insanlar için, parlaticılar, dilsel ifadede hangi yasal anlamın saklı olduğunu açıkladı ve entelijansiya için, en yüce sebep ifade edildi ve yazılı kelimeye indirgendi. İki yüzyıl sonra, bu grup postglossators (yorumcular) ve legates olarak ayrıldı. İliki nicelik olarak baskındı ve Rönesans döneminde 16. yüzyılın başına kadar hümanistleri bilime skolastik

yaklaşımları nedeniyle eleştirdi. Daha da önemlisi, Arapçadan metinleri tercüme etmek gibi diğer bilgi dallarından yeni yöntemler kullandılar.

Özellikle Bulgaristan için, sözlükçüler, Manasseh Chronicle gibi İkinci Bulgar Krallığı'ndan belgeleri yazıya döktüler ve tercüme ettiler. Böylece, pedagojide tarihsel-filolojik analiz yöntemini tanıttılar ve insanlar için - mevcut mevzuatın temeli olan bir dizi Kod, norm ve varsayımın başlangıcını belirlediler. Bütün bunlar öğretimde daha fazla özgürlük anlamına gelir. Bu sözlükçülerin muhalifleri, kuru bir teorik yönelim veya ulusal hukuka yönelik bir yönelim ile karakterize edilen dogmatistlerdi (mirasçılar). Onlar için daha da önemli olan, sadece Almanya'daki değil, aynı zamanda Hollanda'daki Batı Avrupa üniversitelerini de resmi danışma haklarına sahip olmaları için getirmeleridir.

HS'deki yetkili araştırma laboratuvarlarının prototiplerini ve eski kıtanın müteakip siyasi doktrinlerinin ve felsefi öğretilerin ortaya çıkışını görebilirsiniz. Kapalı düşünce biçimi, bir bütün içinde aceleye getirilmiş, dikişsiz fragmanlar ve gelecekteki insanların bilimsel gelişimini belirleyen kavramsal eskizler yerine, derinlemesine monografiler, el yazmaları ve belirli alanlardaki eserler olarak risalelerin dayatılmasına da yol açmıştır. Habilitasyon çalışmaları, kararnameler, özetler, bilimsel raporlar vb. gibi birleşik metinler ortaya çıktı ve onaylandı. bilimin farklı alanlarındaki özel ihtiyaçlara göre. Düşüncenin iletkenleri ve bilginin taşıyıcıları, bilginin güç olduğunun ve yetiştirilmesi gerektiğinin çok iyi farkındaydılar.

Böylece, 17. yüzyılda, devletin örgütlenmesine, medeni hukuka ve empoze edilen düşünce tarzına yönelik farklı bir dünya görüşü ile iki ana akım kuruldu - İngiliz-Fransız ve Alman-İsviçre ve bu farklılaşma temel bir öneme sahip olmasa da, fark bugün hala hissediliyor. İspanyol (Salamanca) ve Portekiz (Coimbra) üniversiteleri, incelenen dönemde İber Yarımadası dışından öğrenci kabul etmedi. O zaman sonuç, Aydınlanma'nın ortaya çıkmasıdır! Felsefede ve insanlarda öz farkındalık ve davranışın oluşumunda da farklı eğilimler vardır. Liberalizm ve Immanuel Kant yönetimindeki ahlakın önceliği ve Almanya'da Georg W. F. Hegel yönetimindeki ruhun doruk noktası ve İngiltere'de Isaac Newton liderliğindeki natüralist filozoflar hakkındadır. Amerika'nın sömürgeleştirilmesi başlıyor!

Daha sonra, vb. görünür. Göttingen Üniversitesi'nden Gustav Hugo ve Friedrich Savina tarafından kurulan, öğrenmede özgürlüğü ve bağımsızlığı ile tanınan ve Almanya'da B. Niebuhr, Ehring, Grimm Kardeşler vb. tarafından devam ettirilen tarihi bir okul. Tabii ki, 1789'daki Büyük Fransız Devrimi'nin öncesi ve sonrası, özgürlüğü sevme süreçleri Fransa'ya da yansıdı. Bu aynı zamanda eğitimin sadece hukuk ve tıp bilimlerinde değil, aynı zamanda tarih, felsefe, doğa matematik bilimleri vb. Üniversitelerde öğretim stratejisi, sadece Fransa ve Almanya'da değil, artık krallar ve merkezi yararlanıcılar tarafından değil, Medeni Kanun, insan hakları beyannamesi, ticaret, mülkiyet vb. için kuralların getirilmesiyle ekonomideki yeni koşullar tarafından belirlendi. Ne yazık ki, uzun sürmez.

Napolyon'un iktidara gelmesi ve ömür boyu konsül seçilmesiyle durum kökten değişti. Komisyonlar kuruldu, hatta materyalin tutarlı ve mantıklı öğretimini basit ve anlaşılır bir dille izleyen ve belirleyen ve iktidarın çıkarına nedenler getiren normlar getiren bir Napolyon yasası bile kabul edildi. On yıl sonra, Almanya'da da benzer faturalar çıkarıldı. Doğal olarak, sözde Romantik okulu geliştiren muhalifler ortaya çıktı. Genel olarak Roma hukuku, Hristiyan dinine sahip ülkelerde kurulur. Demokrasi mücadele etti ve yakın tarihte çeşitli dönüm noktalarından geçerek yine de kazandı.

Öz farkındalığın oluşumu için pedagojik öğretim yöntemleri, diğer alanlara atıfta bulunmadan, başlangıçta diyalektiktir. Bölümlere ayrılma tanıtılır, dersler profesörler ve ustalar/doktorlar tarafından yönetilen derslere ayrılır. Bir dersin ve halka açık bir tartışmanın bileşenleri de tanımlanmıştır. Tezler gelecekteki öğretim için provalar olarak kabul edildi, öğretilen materyalin incelemeleri ve özetleri gibi diğer bilimsel çalışma türleri de tanıtıldı. Sadece unutulmuş öğretim-metodik tavsiyeleri, bölümlerdeki bilimsel seminerleri ve diğer benzer olayları öğrenebilir ve hatırlayabiliriz. Daha sonra, en temeli bugün hala geçerli olan ücretsiz bilimsel araştırma olan yeni yöntemler ortaya çıktı.

Modern zamanlarda, öğretmenlerin kişisel kimliği ve yüksek öğretim sistemi, başta belirsiz "Avrupa kültürü" olmak üzere diğer konularla karıştırılmaktadır [6]. Eğitimli ve eğitimsiz insanlara ortak bilgi şemaları empoze edilir - basitleştirme ve maddi yaşama bağımlılık. Bilgi genellikle yüzeyseldir ve arkasında genellikle ekonomik, politik ve ideolojik nedenlerle manipülasyon yatar. Bu nedenle üniversitenin bir kurum olarak rolü çok önemlidir. Yüksek öğrenim almak için bir ortam olarak, farklı idealleri test etmek için azaltılmış bir sosyal ortamdır. Pragmatizmin kurucusu C. Peirce'ın tezine göre, üniversite ve birey açık, karşılıklı olarak etkileyen sistemler olarak anlaşılabilir [6].

Üniversite ortamında, bir kişinin kimliğinin nitelikleri oluşur, çünkü üniversite, toplumdan daha küçük olarak, daha kolay yönetilebilir ve bunun için mekanizmalara sahiptir. İki tür üniversite vardır, birincisi geleneksel olarak insanları muhafazakar bir şekilde öğreten ve eğiten organizasyon ve bilgi sistemi gibi kapalı hiyerarşik sistemlerdir. Başarının ve gelişimin anahtarı olarak bilgi, sınırlı ideolojilere, gerçeklikle temas eksikliğine ve insanlarda orijinal bireysellik kaybına indirgenir. Sonuç, kendi karşılaştırması için hiçbir kriteri olmayan ve kendi gelişimi için hiçbir iddiada bulunmayan, ancak her zaman başkalarını kınayan bireyin lehine değildir.

İkinci tür üniversiteler, iletişime açık modern bir topluma benzer, çünkü özgürlük, insanların kullanması için bir beceri olarak kabul edilir. Böyle bir üniversite, onu takip edenlerin inşasını, özgür değerlerin geçişine doğru esnek bir şekilde modeller ve onlarda dinamik bir didaktik düşünceyi teşvik eder. Bu tür değerleri yerleştirmek bir gerçeklik haline gelir ve gerçeklikle iletişim kurar. Öğrencilerin kendileri kimlikleri ve onun inşası ile ilgilenirler. Yabancı para biriminde bile bu hareket özgürlüğü ilan edilmiştir. Örnek: Kaliforniya Üniversitesi, ABD – "In lumine Tuo videbimus lumen" - Sizin dünyanızda ışığı göreceğiz [7],[8].

Türkiye'nin yükseköğretim sistemi son birkaç on yılda kalite ve standart açısından büyük ölçüde gelişmiştir. Özerk bir Yüksek Öğretim Konseyi'nde birleşmiş iki ve dört yıllık üniversiteler ve sürekli eğitim okullarından oluşur. Türkiye'de yaklaşık 60 devlet, kar amacı gütmeyen devlet ve zengin insanlar ve yabancı yatırımcılar için bir dizi özel üniversite, hayır kurumları, eğitim kalitesine göre farklı mesleki profillere ve ücretlere sahip yükseköğretim kurumları, çeşitli kurumlarda yabancı eğitim, örneğin Kıbrıs'ta (b.a. en az 5) ve hatta geçmişte Bulgaristan ile bağlantılı Robert Kolej bulunmaktadır. Türkiye'nin toplam 100'ün üzerinde üniversitesi olan bir ülke olması (n.a. veriler m/u 104 – 105'tir), konuya büyük önem verilmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin en eski üniversitesi olan İstanbul Üniversitesi, 1453 yılında kurulmuştur. Posta belgeleri olayları, durumları ve yıldönümlerini doğru bir şekilde yansıtır ve üniversitenin gelişiminde tartışmasız önemli anları kanıtlar. 01/03/1952 tarihinde basılan 1951 tarihli pulda üni ibaresi görülmektedir. Akdeniz'de ekonomik tarım çalışmaları konulu BM oturumu vesilesiyle İstanbul'da. 1959 yılından bu yana Ankara'da Üniv. Fakültesi'nde geçirdiğim 25 yıl bir markayı yansıtır. Tarih-Coğrafya Fakültesi ve 25. yılını yine Üniv. İstanbul'da açtığını gösteren pul, açılış tarihini gösteren bir pul sunar: 25/07/1936-1961 Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara'da ODTÜ ve 10 yıllık belgesi, 3 adet hatıra pulu ve 15/11/1966 tarihli ilk gün kapağı: 1973 yılında İstanbul'da 200 yıllık teknik üniversite için 100+25 kuruşluk yarı posta amaçlı bir hayır kurumu basımından ilginç bir pul amblemi ile doğrulanmıştır.

Avrupa'daki 7. TVU ile gurur duymak yeterince büyük bir fırsat. Yine üniversite için. Ankara'da, ancak tüm VU'nun 50 yılı boyunca, 11/13/1996 tarihli bir pul ve ilk gün zarfı basılmıştır. Benzer şekilde, 15.000 ₺ + 2.500 - Türk Lirası tutarında bir hayır kurumudur ve filatelik materyaller özellikle "Eğitim" konusunda hazırlanmıştır. Jübile 1956-2006 yılları arasında Orta Doğu Üniversitesi'nde teknik olarak yol tarifi için ODTÜ binasının önünde heykel ve para reformu ile ülkedeki belgeleri göstermektedir. İlk gün zarfı 15/11/2006 tarihlidir. Bu üni. dünya sıralamasında ilk sırada yer almaktadır. Fes Lisesi'nin gelişimini gösteren 100. yıl damgası oldukça şık. En son bilinen, Türkiye'nin gururu TU'nun 240. yıldönümü için bir hatıra bloğu 2013 yılında İstanbul'da piyasaya sürüldü (Şekil 4) [13]. İstanbul Rumeli Üniversitesi'nin de konuyla ilgili materyaller yayınlanması da uygun olur.



Şekil 4. Yükseköğretim konusunda Türkiye'den posta malzemeleri

3. Tartışmalar ve Sonuçlar

Pedagojik hazırlığın önemi ve özellikle teknik ve özellikle teknolojik disiplinlerin öğretmenleri için buna duyulan ihtiyaç günümüzde hafife alınmaktadır. Öğretim görevlileri, öğrencilere ders verecekleri ana disiplinde rekabetçi bir sınavı başarıyla geçtikten sonra mevcut Yüksek Öğretim Kanunu'na [9] göre atanır. Meslek liseleri gibi orta dereceli okullarda zorunlu olan özel bir öğretmenlik yeterliliği gerekli değildir. Gelecekteki öğretmenin konusunu iyi bilmesi durumunda, onu iyi öğretebileceğine inanılmaktadır. İki yönün farklılığı büyüktür ve pedagojik becerilerin kazanılması sadece birikmiş bir deneyim meselesi değildir.

İyi bir pedagoğun ve mesleğinde iyi bir öğretmenin dersleri, ders verdiği öğrenciler üzerinde çok daha güçlü ve etkili bir etkiye sahiptir. Bir üniversitedeki her profesör her şeyden önce bir öğretmendir. Bu nedenle, özellikle genç öğretmenler için öğretim-metodik becerilerin ve aktivite kontrolünün kazanılması için pedagojik eğitim gereklidir. Bu araştırma, Bulgaristan ve Türkiye için kişisel kimliğin oluşturulması ve korunması için yeni yöntemlerin araştırılması ve uygulanmasıyla ilgili yeni bir bilimsel yönün geliştirilmesini teşvik etmelidir. Uygulanan bilimsel ve uygulamalı görevler, mühendislik disiplinlerinin eğitiminde kişisel mesleki kimlik, ulusal kimlik ve ahlaki gelişim için bir model ve yöntemlerin geliştirilmesidir ve [10,11,12] 'de ayrıntılı olarak sunulmuştur. Daha spesifik bir metodolojik açıdan, araştırma, dinamik olarak gelişen bir sosyal çevre koşullarında kişisel ve ulusal kimlik kavramlarının belirli bir bilimsel çalışma ve yorumlanması için bir temeldir.

Üniversite hayatı, öğretmenin yanı sıra daha birçok görevi içinde barındırır. Bunlar dini törenlerdi, geleneksel ve bazı özel durumlarda toplantılar, tatiller ve ciddi ritüeller, genellikle kariyer ve akademik yaşamın gerektirdiği faaliyetlerdi. Şimdi olduğu gibi, öğretmenler de idari görevlerde bulundu - rektör, dekan, ücret tahsildarları vb. Görevleri bir yıllıktı ve düzenli bir pozisyondaki profesörler tarafından birkaç yıl boyunca art arda tutulabilirdi. Ve şimdi Türkiye ve Belarus gibi rektörlerin cumhurbaşkanı tarafından onaylandığı ve atandığı ülkeler var. Otoriter pozisyon işgali uygulamasını sona erdirmek için, en sık 4 yıl boyunca yetkiler getirildi.

Yöneticilerin görevleri arasında dokümantasyonun hazırlanması ve sürdürülmesi, eğitimde çeşitli nitelikteki sorunların çözülmesi ve üniversitenin halka karşı temsil edilmesi yer alıyordu. Şimdi bu görevler modern kelimelerle birleşiyor: tasdik, akreditasyon, halkla ilişkiler. Bu idari görevler, şimdi olduğu gibi farklı öğretmenler için aynı değil, daha yaşlı ve etkili insanlara emanet edildi ve emanet edildi. Ancak, tüm öğretmenler görevlerini gayretle yerine getirmede, hepsi şimdi olduğu gibi yeterince ciddi ve sorumlu değildi. Profesörlerin çoğu zaman programlarının sadece bir bölümünü dışarıdan temin etmeleri, hak etmeyen adaylara derece vermeleri, öğrencileri fırsatçı amaçlar için kullanmaya çalışmaları vb. Önemlidir. Bütün bunlar, özellikle Bologna'da, öğretmenleri profesyonel olmayan bir tutumla izlemek, kontrol etmek ve işe maruz bırakmak için bir grup öğrenci - Öğrenci Konseyi'nin prototipi - oluşturmayı gerekli kıldı. Orta Çağ'ın sonlarına doğru, bu ilgisizlik muazzam bir şekilde yoğunlaştı ve neredeyse öğrenciler ve profesörler arasında bir savaşa yol açtı. Akademide öğrenci demokrasisi için çeşitli kontrol sistemleri ve mekanizmaları ortaya çıkmaktadır. Şu anda, Öğrenci Konseyi ana organdır ve düzenlemelerde, genel toplantılarda, çeşitli konseylerde vb. bulunur.

HS'deki profesörlerin insanlarda bilgi edinme ve bilinç oluşturma rolü son derece önemlidir. Çoğu durumda, bu dünya görüşünü, gelecekteki eylemleri ve toplumdaki durumlarını belirler. Yürekle, özveriyle ve insanlıkla yapılan bir faaliyet. Bunun nasıl ve ne şekilde uygulandığı ve başarıldığı hiçbir şekilde en önemli şey değildir. Tarihten bilinen dogmaları çeşitli diktatörlerle, rejimlerle, propagandalarla dayatmayalım. Ayrıca, böyle bir kurumda çalışmak kanunen gerektirse de, bilimsel dereceleri veya yüksek akademik pozisyonları olmayan insanları da affedelim. Ne de olsa, Leonardo da Vinci, savunulmuş bir tezi olmasa bile bir dahidir ve usta Usta Collio Ficheto, çifte habilitasyonu olmayan harika bir inşaatçı ve mimardır.

Bununla birlikte, düşünceyi yönetenler ve bilgiyi taşıyanlar, bilginin en yüksek insan donanımı olduğunu ve insanların düşünme, beceri ve yeteneklerini geliştirmesi gerektiğinin çok iyi farkında olmalıdırlar. Özgür ve bağımsız insanların kendi görüşleri, kişisel ve mesleki niteliklere dayalı eylemleri ve milliyet konusunda kendine karşı bilişsel bir tutumu ile yetiştirilmesi için. Kısacası – öz farkındalık ile.

4. DEĞERLENDİRMELER

4.1. Entelijansiya, varlığının temellerini, klasik Latin dilinden anahtar terimleri ödünç alarak ayırt edici özellikleri olan nitelikleri veya Nişanları ile attı - usta, doktor ve profesör. Yükseköğretim Kurumunun statüsünü ve öğretmenler ve üniversiteler için gereksinimlerini tanımlayan "Studium generale" terimi

açıklanmıştır. Edinme prosedürleri ve her bir unvanın ayırt edici özellikleri, öğretmenlerin seçimi ve maaşları analiz edilir.

4.2. Orta Çağ'ın sonundaki üniversite profesörü, halkla ilişkiler ve siyasetle ilgilenmeye başladı ve bilimsel ve kültürel sahnede yeni bir profesör türü ortaya çıktı - hümanistler. Pedagojik bir bakış açısına göre, faaliyetlerinde bir ayırım vardır. Yöntemler, materyaller, öğretim zamanı değişti. Öğretmenlik mesleği, öğretmenlerin görevleri ile birlikte kararnamelerle düzenlendi. Pedagojik bir bakış açısına göre, profesörler tarafından öğretimde uygulanan stratejiler için, ikincisi, 13. yüzyılın başından sonra keskin bir şekilde artan sözlükçülere ve gezici olanlara ayrılmıştır. İki yüzyıl sonra, bu grup post-glossators (yorumcular) ve legatlar (dogmatikler) olarak ikiye ayrılır. 17. yüzyılda, devletin örgütlenmesine, medeni hukuka ve empoze edilen düşünce tarzına yönelik farklı bir dünya görüşüne sahip iki ana akım kuruldu - İngiliz-Fransız ve Alman-İsviçre. Üniversitelerde öğretim stratejisi artık krallar ve merkezi yararlanıcılar tarafından değil, Medeni Kanun, İnsan Hakları Beyannamesi, ticaret, mülkiyet vb. ile ilgili kuralların getirilmesiyle ekonomideki yeni koşullar tarafından belirlenmektedir.

4.3. Ulusal ve mesleki bilincin oluşumu için VU'daki profesörlerin rolü belirleyicidir. Öz farkındalığın oluşumu için pedagojik öğretim yöntemleri, diğer alanlara atıfta bulunmadan, başlangıçta diyalektiktir. Daha sonra, en temeli özgür bilimsel araştırma olan yeni yöntemler ortaya çıktı. Modern zamanlarda, kişisel kimlik ve yüksek öğretim sistemi diğer konularla karıştırılmaktadır. Yüksek öğrenim elde etmek için bir ortam olarak üniversite, bir kişinin kimliğinin çeşitli ideallerinin ve niteliklerinin oluşumu ve test edilmesi için azaltılmış bir kamusal ortamdır. Bilgi sahipleri, bilginin en yüksek insan donanımı olduğunun çok iyi farkında olmalı ve insanların düşünce, beceri ve yeteneklerini geliştirerek, onları kendi görüşleri, kişisel ve mesleki niteliklere dayalı eylemleri ve milliyet hakkında kendine karşı bilişsel tutumları olan özgür ve bağımsız insanlar olarak eğitmelidir.

REFERENCES

- [1] ИВАНОВ Д., Средновековните университети и техните преподаватели, The medieval universities and their professors, София, НВИМ, 2011 (in Bulgarian)
- [2] КЪРТУНОВ С., Образование, познание, самосъзнание българско, Education, knowledge, self-awareness Bulgarian, Габрово, Екс-прес, 2009, ISBN 978-954- (in Bulgarian)
- [3] Тълковен речник на думите в българския език, Interpretive dictionary of words in the Bulgarian language, София, БАН, Online Etymology Dictionary, 1970
- [4] THRIEDE C., Europa – Werte, Wege, Perspektiven, Moenchengladbach, Verlag "IF Publication Service", 2000, ISSN 0177-3291 (in Germany)
- [5] АЛТБАХ Ф., Paying the Professoriate, Колко струва един професор?, How much does a professor cost? ЦМВО, САЩ, 2013
- [6] БОГДАНОВ Б., Личностна идентичност и система на висше образование, Personal identity and system of higher education, Интернет, 2015 (in Bulgarian)
- [7] КЪРТУНОВ С., Символи на академичността във висшите учебни заведения и ТУ-Габрово, Symbols of academicism in higher education institutions and TU-Gabrovo Габрово, МНК „Унитех“, 2006 (in Bulgarian)
- [8] КЪРТУНОВ С., Academic Insignia или отличаваща се академичност, Габрово, УИ В. Априлов, ISBN 978-954-683-580-2, 2018 (in Bulgarian)
- [9] Закон за висшето образование в България, Law on Higher Education, София, Обн. ДВ. бр.112 от 27 Декември 1995г.,...изм. ДВ. бр.79 от 13 Октомври 2015
- [10] RACHEV Petar, Training in mechanical engineering technology – inovation with traditions in the future, Sofia, International Scientific Journal "Innovations", Volume 9, Issue 1/2021, Print ISSN 2603-3763, p. 19-22
- [11] KARTUNOV S., Training in mechanical engineering technology – Reality and inovation with traditions in the future, 3rd RUMELİ ENGINEERING EDUCATION SYMPOSIUM, Silivri, İSTANBUL, June 22-23, 2023, ISBN 978-605-74264-4-4, p. 1 – 5
- [12] Izvorska D., S. Kartunov, Modern Education al Technologies in Professional Training of Students in Technical Institutes of Higher Learning, Cacak, 9th International scientific conference Technics and Informatics in Education – TIE 2022, Fakultı of Technical Sciences Cacak, ISBN 978-86-7776-262-9, p. 63-68
- [13] КЪРТУНОВ С., Висшите училища и образование по света, представени от филателията, Higher schools and education around the world represented by philately, Габрово, 2020 (in Bulgarian)



Özgeçmiş

Stefan Kartunov

Prof.Dr. Stefan Kartunov, 13 Mayıs 1956'da Bulgaristan'ın Gabrovo şehrinde doğdu. TMET "D-r Mezunu N. Vasiliadi" ve 1977'den 1982'ye kadar Gabrovo Teknik Üniversitesi'nde "Hassas Mühendislik" dersini takip etti. 1982'den 1988'e kadar Gabrovo Enstitüsü "Mekatronik" te teknoloji uzmanı ve önde gelen teknoloji uzmanı olarak çalıştı. Doktora derecesi, 1992 yılında Sofya Teknik Üniversitesi'nde "Teknolojik süreçlerin yardımcı tasarımı" konulu tezini başarıyla savunmuştur. 2000 yılında "Üretim Teknolojileri" spesifikasyonunda habilitasyon. Halen "Bilgisayar Destekli Tasarım" TU- Gabrovo alanında profesördür. 20 kitap yayınladı ve 150'den fazla makale ve rapor yayınladı. Araştırma ilgi alanları mikro ve nanoteknolojide CAD/CAM sistemleri ve bunların elemanları için tasarım süreçleridir. 2021'den itibaren emekli profesör,
Gabrovo Teknik Üniversitesi, Bulgaristan.
5300 Gabrovo, Str. Hadji Dimitar 4, skartunov@abv.bg, <https://orcid.org/0000-0001-7709-9369>.

Mühendislik Eğitimi: Türkiye ve Almanya'daki Mühendislik Eğitimi Karşılaştırması Prof. Dr. İlhami KIZIROĞLU

OSTİM Teknik Üniversitesi Öğretim Üyesi (Hacettepe Üniversitesi Em.Öğr.Üyesi)
ikiziroglu@gmail.com

Özet

Mühendislik eğitiminde en önemli uyum matematik ve doğa bilimleri arasında gerçekleşir. Bu çerçevede eğitilenler mevcut bilgi ve birikimlerini kullanarak yeniliklere açık bir eğitimden geçirilmelidir. Bu süreçte en fazla üzerinde durulması gereken konu teknolojik ve bilimsel gelişmeleri izleyerek yeni tasarım ve keşifler yaparak taze bilgilere ulaşırlar. Bu nedenle diğer bilim dallarında olduğu gibi Mühendislikte de bilim ve bilgi üretimi kavramları önem kazanır. Bunun sağlanması için de üniversiter eğitim basamakları ihdas edilmiş ve üniversiteler açılmıştır. Bu çalışmada mühendislik eğitiminin tarihçesine değinilmiştir. Anadolu coğrafyasının bu çerçevede tarihi süreçte oynadığı rol üzerinde durulmuştur.

Mühendislik çeşitleri hakkında bilgi paylaşımı yapılmış ; MÜDEK hakkında bilgi verilmiştir. Mühendislik eğitiminin günün gereksinimine uygun olması için mühendislik ve teknoloji programlarını denetimi ile ilgili bilgi verilmiştir. Türkiye ve Almanya'daki mühendislik eğitimi hakkında kısaca bazı genel bilgiler verilmiştir.

Anahtar sözcükler: Mühendislik eğitimi, mühendislik çeşitleri, MUDEK, Almanya'daki mühendislik

1. Bilim Kavramı

Toplumsal gelişim sürecinde ve üst seviyelere çıkılmasında, mühendislik bilgisinin üretildiği üniversitelerde akademik çalışmaların oynadığı rol tartışılmaz. Bilim ve üniversitenin gelişiminde çeşitlilik, süreklilik ve uygun olmayanın , yani eskiyenin ayıklanarak elenmesi ile yeniliklerin yaygınlaşması söz konusudur. Üniversitelerde üretilen mühendislikle ilgili bilim, verileri değil, olguları incelemek zorundadır. Günümüzün en önemli sorunsalı yerleşim alanlarının kuruluşu, depremle yaşamın zorluklarını yenici bir yaşam biçiminin öncelenmesidir. Özellikle çevre sorunsalı, küresel ısınma ve iklim değişimine bağlı olarak biyolojik çeşitliliğin tehdit edilmesi. Bunun ortaya konarak tartışma ortamı yaratılması ve alınacak önlemlerin neler olabileceğinin gündeme sokulması gerekir. Bunların en az zararla geçirtilmesinde **mühendislik bilimleri** önemli görevler üstlenir. Yapılan akademik çalışmalar da toplum, katmanlarının gereksinimlerini karşılamalıdır. Bilimsel çalışmaların nerede başlayıp, nerede bitirilmesi konusunun da çok iyi belirlenmiş olması gerekir.

Mühendislik bilimleri çoğu kez bilim hafızasını kullanır. Burada daima tutarlılık ve mantığa uygunluk; anlaşılabilirlik ve gerçekle ters düşülmemesi beklenir. T.H.Huxley Bilim eğitilmiş ve örgütlenmiş bir sağduyudur derken, aslında bu durumu kastetmektedir. Bilim insanların bilimle ilgilenmelerinin temel nedeni, doymak bilmeyen merak ve yaşadığı dünyayı daha iyi tanıma ve anlama arzusudur. Diğer bir nedeni de bilimin dünyanın güç ve kaynaklarını denetleme aracı olarak kullanma isteğidir. Bu isteği arzulayan insan topluluklarının varlığını ilk önce Anadolu'da görebiliriz. Mühendisliği ilgilendiren şehirleşme kültürünün ve yerleşim aşamasının ilk adımlarının Anadolu'da Karahan ve Göbekli Tepe örneklerinde olduğu gibi başladığı görülmektedir. Şehirleşme olgusunun 8000 yıl önce ortaya çıktığı ve Çatalhöyükte yapılan kazılarda, mühendislik uygulamaları ile en yüksek boyutlara ulaştığı anlaşılmıştır(Kiziroğlu, 2023, s.137).

2. Mühendislik Bilimlerinin Tarihçesi (MBT)

Mühendislik tarihinin zamanla gelişimi ve evrilmesi olgusu Mezopotamya'da, özellikle Dicle ve Fırat arasındaki bölgede yürütülen çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu lokalitede medeniyet kuran

Sümerlerin dünyada bilinen ilk mühendislik çalışmalarını gerçekleştirdikleri bilinir. Babil ve Asurlular zamanında ortaya çıkan mühendislik eserlerinin ilkleri oluşturduğu varsayılmaktadır. Babil kralı Hammurabi'nin ortaya koyduğu yasal uygulamaların günümüzde de geçerli olduğu görülür.

MBT tarih öncesi dönemlere kadar geri gitmektedir. Çoğu bilim dalları gibi kökenini Anadolu ve insanından almaktadır. Mezopotamya'nın ileri kültürünün yaşandığı Göbekli Tepe ve dünyanın en eski MÖ 15 000 yıl önce yerleşim bölgesi olan Karahan Tepe'de de önemli bir yüksek kültür gelişmiş ve orası inşaat(mühendislik, statik) unsurları ile tanışmıştır. Burada da 250 adet "T" formulu dikili taş (Şekil 1) ve 2, 5 m yüksekliğinde bir insan heykeli

bulunmuştur. Yaklaşık MÖ 6000/15000 yıl önce Mezopotamya'nın erken gelişmiş uygarlıklarında ilk mühendisler tapınak ve saray okullarında yetiştirilmiştir. Teknik mekanik olarak birçok mühendislik bilimi için temel bir disiplin olan mekanik de dahil olmak üzere ilk bilimler antik Anadolu'da ortaya çıkmıştır.

Mühendislik mesleğinin tarihi geçmişine bakılırsa bu mesleğin en eski eğitim ve uygulamalarının Anadolu olduğunu, Göbekli Tepe ve Karahan Tepe'deki kalıntılardan anlamak mümkündür(Şekil 1).



Şekil 1. Dünyanın en eski yerleşimi, Karahan Tepe ve Göbekli Tepe'de çok yüksek düzeyde mühendislik unsurlarını görmek mümkündür.

Mühendislik eğitimi günümüzde yeni gereksinimleri karşılamak için en son teknolojileri kullanma yollarını aramayı yeğlemiştir. Özellikle elektronik, bilgisayar, internet ve robotik teknolojisi, mikroelektronik, nanoteknoloji, iletişim ve ulaşım teknolojisini geliştirmiştir. Mühendislik eğitiminde bazı sorulara yanıt aranmalıdır. Onları da aşağıdaki ana başlıklar halinde vermek mümkündür:

- 1- Üniversitelerdeki mühendislik eğitiminde disiplinler arası öğretimin önemi nedir?
- 2-Türkiye ve Almanya'daki üniversitelerde ve uygulamalı bilimler üniversitelerinde eğitim düzeyi nasıldır?
- 3- Bu bağlamda yükseköğretimin hangi etkileri ve çerçeve koşulları önemlidir?
- 4- Disiplinlerarası öğretimin entegrasyonu hangi hedeflerle ilişkilidir ve bu yolda hangi engeller vardır?
- 5- Türkiye ve Almanya'daki üniversitelerde ve uygulamalı bilimler üniversitelerinde disiplinler arası öğretim şu anda nasıl organize edilmektedir?
- 6-Türkiye ve Almanya'daki üniversiteler ve uygulamalı bilimler üniversitelerinde öğretimi düzenlemek için hangi seçenekler kullanılıyor?
- 7- Türkiye ve Almanya'daki teknik lisans programlarının çeşitliliği aşağıdakiler açısından nasıl gelişmektedir

- 8-Disiplinlerarası yönelim ve ağ oluşturma?
9- Disiplinlerarası eğitim, gelecekte mühendislik eğitime, ideal olarak nasıl entegre edilmelidir?
10- Türkiye, Almanya ve yurtdışında gelecek odaklı eğitime yönelik yenilikçi yaklaşımlara örnek teşkil edebilecek modeller var mı?
İnsanoğlunun başardığı bazı önemli teknolojik gelişmelerin kronolojisi Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1 . Teknolojik Keşiflerin Kronolojisi (Özçep, 2007; Alpaarslan ,2011; Kiziroğlu, 2023)

MÖ 13 000 Mühendisliğin Anadolu'daki, Karahan Tepe'deki ilk uygulamaları
MÖ 11 000 Göbekli Tepe'de devasa boyutlu sütunların kullanıldığı inanç evlerinin inşası
MÖ 5000-7000 Cebirin bulunması; Sümerlerin ilk kez yazıyı kullanmaları
MÖ 4240: Bu, Mısırlıların takvimi kullanması, rakamları kullanma, geometri statik ve mimariyi öncelermeleri, taşıyıcı sistemleri geliştirmeleri ile başlamıştır.
MÖ 3200 civarı: Sümerler yazıyı bulması ve tekerleği kullanmaları önemlidir.
MÖ 3000 civarı: Babilliler abaküsü icat etmesi.
MÖ 700: Ege kıyılarına yerleşmiş olan Lidya'lıların, ticarete ilk kez para kullanması.
MÖ 10 civarı: Vitruvius'un ilk vinci Roma'da tasarlayıp kullanması.
MS 800- 999: Bir keşişin ilk kez mekanik bir saati kullanması, Bağdat'ta açılan Bilgi Evinde İbn'i Sina ve El Bruni gibi tıp ve Bir vinci eczacılıkta önemli araştırmalar yapmışlardır. El Bruni Jeodezi Biliminin kurucusu olmuştur.
1000 civarı: Çinlilerin barut kullanması
1045 Pi Cheng Çin'de matbaa harflerini bulmuştur
11. yy.'da ilk üniversite açıldı
1400-1500'ler: Kitap üretiminde J.Gutenberg'ün baskı makinelerini kullanarak ilk kitabı matbaada basması. Ali Kuşçu Astronomi ve matematikle ilgili araştırmalar yürüttü ve Mekanik Biliminin kurucusu oldu. El Cezeri ilk robotik prototipini geliştirmiş, Siberetik biliminin temelini atmıştır,
1569: Flaman haritacı Mercator, harita yapma yöntemini geliştirdi.
1592: Cisimleri en az 30 kez büyüterek gözlemlerini yürüten Galileo, bir teleskop keşfetti
1642: Blaise Pascal, ilk toplama aletini geliştirdi.
1643: Evangelista Torricelli, civalı barometre ile hava basıncını ölçmeyi başardı.
1656: Christian Huygens, Galileo tarafından önerilen duyarlı bir sarkaçlı saat geliştirdi
1665: Robert Hooke, geliştirdiği yeni mikroskopuyla, canlıların en küçük yapısal birimi olan gözeleri keşfetti ve bunlara "Celula" adını verdi.
1668: Aynalı teleskobun İsaac Newton' tarafından bulunması
1698: Thomas Savery, su altındaki madenlerden, suyu dışarı pompalamada ilk buhar makinesini kullanması. .
1783: İlk buharlı geminin Marquis de Jouffroy d'Abbans tarafından kullanılması.
1783: bir sıcak Hava balonunun Montgolfier Kardeşler tarafından uçuşması
1801: Nautilus adlı denizaltı gemisinin ilk yolculuğunu yapması. Alexander von Humboldt Güney Amerika ve Rusya gezileri sonucunda fiziki coğrafya ve ekoloji biliminin temellerini attı.
1804: İlk buharlı lokomotifin Richard Trevithick ve ekibince raylar üzerinde yürütülmesi.
1814: Friedrich König çok ilkel ve elle yavaş çalışan matbaa yerine, çok daha hızlı olan buharlı matbaayı geliştirerek kitap basımını artırdı.
1815: Humphry Davy, maden üretiminin artması ve modern yöntemlerle kazanılmasını sağlamada önemli rolü olan bir madenci lambasını buldu.
1819: Augustus Siebe insanların derin sularda daha derinde emniyetle çalışmasını için basınçlı bir dalgıç elbisesi geliştirdi
19.-20.-21.yy Bilim sanayi devriminin başlaması. Watson ve Crick Biyoteknoloji, Genetik Mühendisliği, İnsan Genom Projesinin yürütülmesi ve Gen Teknolojisindeki ilerlemeler.DNA Sekans Analizi ve Biyoinformatik doğması. Biyolojik verilerin depolanması ve analizinde kullanılmak üzere bilgisayar programlarının geliştirilmesi. J.Presper Erchert ve John W. Mauchly , yüksek işlem hızına sahip ilk elektronik sayısal bilgisayarı geliştirdiler.

İnsan beyninin, yaratıcı yeteneği ortaya konarak, en son yenilikleri geliştirmeyi seçmiştir. Günümüzde mevcut bilgiyi en iyi kullanan toplumların, yeni teknolojik gelişmelere imza attıkları görülmektedir. Burada mevcut bilgi analizi ve uygulamaları süreçlerinin nesilden nesile aktarılması önem kazanmıştır. Böylece insanlığın günlük gereksinimleri karşılanmaya başlanmıştır. Bu bilgi ve deneyim birikimi ile yeni yapılanmalar, süreçler ve ürünlerin elde edilmesine çalışılmıştır. Bu durum bir mühendislik konusudur. Yaşamı kolaylaştıran çeşitli teknolojik ürünlerin kullanıma sunulması ile karasal, sucul ve atmosferde birçok yeniliğin ortaya çıktığı görülmüştür.

Teknik bilginin büyük bir kısmı, zaman içinde daha da uzmanlaşan çeşitli zanaatlar aracılığıyla aktarılmıştır. En eski meslek gruplarını genel demirci, kılıç ustası, tava demircisi ya da nalbantlar oluşturmuştur. Orta Çağ'da loncalar da teknik zanaat konusunda uzmanlaşmış kurumlar olarak ortaya çıkmıştır. Rönesans teknolojinin gelişmesine tanıklık etti: Leonardo da Vinci gibi mühendisler mekanik üzerine kitaplar okudular ve birçok yeni makine yarattılar. LdaVinci daha da ileriye gitmiş, matematik bilmeyenler kitaplarından bir şey anlamazlar diyerek, mühendisliğin en temel bilim dalı olan matematiği öne çıkarmıştır. Eflatun, açtığı akademisinin giriş kapısına " Geometri bilmeyenler içeri giremez" diye yazmıştır. Yaklaşık 1550'den itibaren uzmanlaşmış teknik literatür yazmaya başlanmıştır. 17. ve 18. yüzyıllarda doğa bilimleri giderek teknolojiye yönelmiş: teknoloji uygulamalı bir doğa bilimi olarak anlaşılmasıdır.

Selçuklu Türkleri Bağdat'ta **Nizamiye Medresesinde** mühendislik eğitimini başlatmışlardır. Osmanlı Türkleri 1463 yılında İstanbul'da, İstanbul Medresesinde mühendislik eğitimini sürdürmüşlerdir. Osmanlılarda Mühendislik eğitiminin yoğunlaşmasına sanayi devrimi sürecinde 1775 yılında Tersane-i Amirede kurularak Hendesehanede başlanmıştır. Bu kurum daha sonraları 1781 yılında Mühendishane adını almıştır. Daha sonra deniz mühendishanesi kurulmuş ve orada çalışanların eğitimi ile tersanenin modernleştirilmesi için Teknik Okul düzeyinde bir kuruluşa geçilmiştir. Nizam-ı Cedid hareketi ve yenileşme sürecinde 3. Selim'le(1789-1807) birlikte 1793 yılında kumbaracı ve lağımçı topçuların eğitimi için Mühendishane-i Cedide adında bir Mühendishane kuruluşu devreye girmiştir. Bu kurum 1806 yılında İmparatorluk Kara Mühendishanesi(Mühendishane-i Berri-i Hümayin) adıyla eğitime geçmiştir.

Fransa'da **École polytechnique** de dahil olmak üzere mühendisler için okullar kuruldu. 19. yüzyılda **Almanca** konuşulan ülkelerde birçok mühendislik okulu kuruldu. Bunlardan bazıları teknik kolejlere yükseltildi, bu kurumlara 1900 civarında doktora verme hakkı tanındı ve böylece akademik olarak üniversitelere eşit hale geldi.

3. Türkiye'de Mühendislik Eğitimi

Mühendis, çok modern düşünce ve yaklaşımlar ortaya koyup yeniliklere imza atar. . Verdiği ve uyguladığı yöntemlerle toplumun yaşamını değiştirip, yeniliklere açık hale getirir. Mühendislik yepyeni bir düşünce sistematığının hayata geçirildiği bir matematiksel düşünme becerisidir. Mühendislik, tüm yeni bilgileri, akıl ve deneyimle sentezlemeler yaparak insanlığa yararlı oluşumları ortaya koyma olarak da ifade edilir.

Mühendislik; bilimi, ekonomiyi, zamanı ve fiziksel kaynakları en iyi şekilde değerlendirip, optimum çözüm arayışı içerisinde olmaktır. Mühendisliğin en temel amacı mühendislik mantığı ile hareket edip,, doğal kaynak ve gücün, ekonomik olarak insanlık yararına sunulmasıdır.

20. yüzyılda çok sayıda yeni disiplin ortaya çıktı - çoğunlukla mevcut alanların uzmanlaşmaları veya mevcut alanlar arasındaki arayüzlerde gelişme dönemi başlamıştır. Aynı zamanda sonlu elemanlar yöntemi gibi bilgisayar destekli teknolojilerle güçlendirilen bilimsel süreç de artmıştır. Türkiye'de dört yıllık eğitim sonunda mezun olan mühendislere yüksek mühendis unvanı verilmiştir(1926 yılında). İstanbul Üniversitesi 1933 yılında bir kanun ile Darülfünun kapatılmasından sonra Alman bilim insanlarının katkısı olarak devreye girmiş ve eğitime başlamıştır. İstanbul Teknik Üniversitesi ise en modern ve kapsamlı üniversite kanunlarından birisi olan inşaat mühendisliği yasası ile kurulmuştur.

Mühendislik eğitim tarihi tanzimat dönemi ile birlikte başlamıştır. Öğrenciler için zihinsel ve kişisel yeteneklerini var olan noktadan en yüksek seviyeye çıkarmayı hedefler. Alanında iyi yetişmiş bilgi sahibi mezun ve bilim adamı yetiştirmek için her türlü araştırma ve eğitimin verilmesi kurulan bu üniversitelerin en temel görevleri arasındadır.

O dönemde İstanbul Üniversitesi, mühendis yetiştirmeyi üstlenmiştir. Mezun sayıları bu dönemlerde çok az iken, İstanbul Teknik Üniversitesi'nde elektrik fakültesi ilk açılan fakültelerinden biridir. Oradan 1937 yılında 18 kişi, 1938'de 7 kişi, 1939 yılında 6 kişi de elektromekanik yüksek mühendisi olarak mezun olmuştur. 1937 yılında elektromekanik alanında elektronik kısmı ile Muhabere Şubesi birleştirilerek 1940 yılında 7 elektromekanik mühendisi, 6 elektrik mühendisi, 1942 de ise 11'er adet elektrik ve elektromekanik yüksek mühendisi mezun olmuştur. Uçak ve deniz inşaat mühendisliği bölümleri, 1942/1943 döneminde açılmıştır.

Mühendislik eğitimini üstlenen kurumlar, oralarda okuyan öğrencilerin zihinsel ve bireysel yeteneklerini artırıp geliştirmeye yarayan programları uygulamıştır. Bunlar bireylerin tasarım yeteneklerini geliştirme ve tasarım yeteneklerini artırıcı düzeylerde olmalıdır. Bu seviyede yetişen mezun mühendislerin lisans ve yüksek lisans eğitim basamaklarında yaratıcı ve günün koşullarını karşılayan düzeyde yetiştirilmesi gerekir. Deprem kuşağındaki ülkemizde inşaatların depreme dayanıklı olma zorunluğunu, mühendislik eğitimi alan öğrencilerin içselleştirilerek yetiştirilmiş olması gerekir. Matematik ve temel bilimleri mühendislik bilgilerini uygulamaya yönelik çerçevede devreye sokulmalıdır. Mühendislik mesleğinin ürünü olacak bir yatırımın analizi ve analiz sonuçlarının yorumlanması en temel yaklaşımlardır.

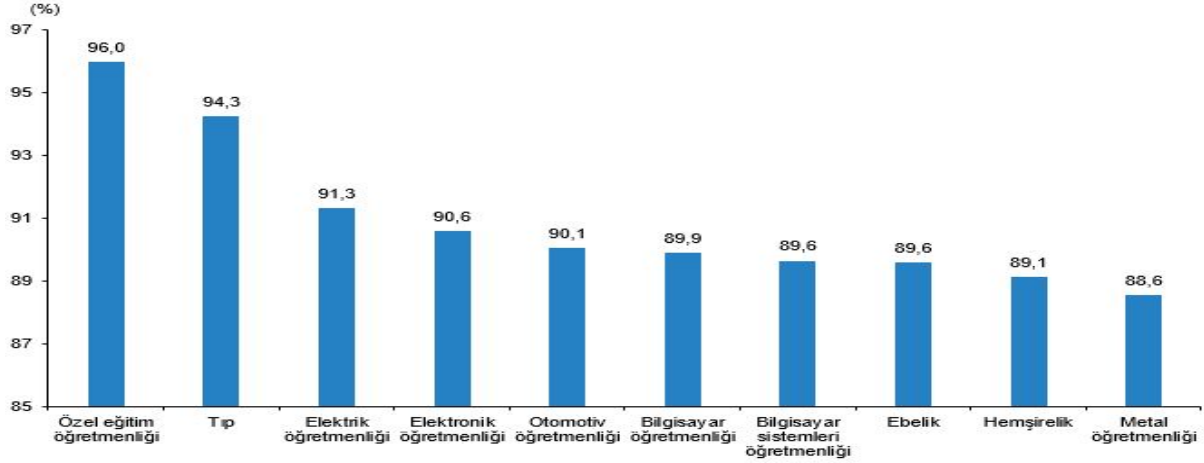
- ➔ *Bir mühendis, çeşitli alan ve olaylarda sorunları çözmek ve verimliliği artırmak için, teknik sistemleri ve süreçleri planlar, geliştirir ve optimize ederek kullanıma hazır hale getirme stratejisini uygular.*
- ➔ *Mühendislik alanında bir derece tamamlanarak "mühendis" iş unvanı elde edilebilir. Buradan alınacak eğitim ile diğer ülke mühendisleri ile rekabete girmek mümkün olacaktır.*
- ➔ *Mühendisler işgücü piyasasında oldukça ilgi görür. Günümüzde başta Avrupa, Amerika ve doğal olarak Türkiye'de de farklı mühendislere gereksinim duyulur. Hatta bazı mühendislik (bilgi işlem, nanoteknoloji, robotik, yazılım vb.) dallarına olan ihtiyaç yüksek olduğu için, bu dallarda yetişen mühendislere olan talep her geçen daha da artmaktadır.*

Tablo 2. Çeşitli lisans eğitimi alan, mezunların eğitim ve öğretim alanlarına göre istihdam oranı, 2022(TUİK, 2023' e göre)

Eğitim ve öğretim alanları	Toplam(%)	Erkek(%)	Kadın(%)
Doğa bilimleri, matematik ve istatistik	71,8	80,4	66,1
Bilişim ve iletişim teknolojileri	76,2	78,1	72,8
Mühendislik, imalat ve inşaat	78,4	80,4	74,8
Tarım, ormancılık, balıkçılık ve veterinerlik	68,6	74,0	59,5

Lisans mezunlarında kayıtlı istihdam oranı 2022 yılında %71,7 olarak gerçekleşti (TUİK, 2023). Lisans mezunlarının kayıtlı istihdam oranı 2021 yılında %71,1 iken, bu oran 2022 yılında %71,7 olarak gerçekleşti.

Lisans seviyesinde en yüksek kayıtlı istihdama sahip olan bölümler özel eğitim öğretmenliği (%96,0), tıp (%94,3), elektrik öğretmenliği (%91,3), elektronik öğretmenliği (%90,6) ile otomotiv öğretmenliği (%90,1) oldu.



En yüksek kayıtlı istihdam oranına sahip lisans bölümü %96,0 ile özel eğitim öğretmenliği oldu. Mühendisliğin en eski ve en geniş çalışma alanına sahip dalı makine mühendisliğidir. Son yarım yüzyılda kendi içinden metalurji, gemi, uçak, endüstri, otomotiv, mekatronik gibi yepyeni dallar çıksa da, alan genişliği çok az daralmıştır.

4. Bilgiye Ulaşma

Günümüzün sunduğu olanaklar ölçüsünde her bireyin yeni ve gelişmiş bilgilere ulaşması mümkün. Bundan yarım asır önce bu mümkün değildi. Çünkü bilgisayar ve onunla üretilen bilgiye ulaşılması hiç de kolay, hatta mümkün bile değildi. Oysa günümüzde her bireyin evinde, cebinde ya da kurumunda bilgisayarı ile bilgi kaynağına ulaşması, sınırsız ve fazla masraf edilmeden mümkün. Diğer bir belirteçle artık bilgiye ulaşmanın bedeli çok düştü.

Eğitim süreçlerinde, diğer bir ifade ile mühendislik eğitiminde kullanılan araç gereçler de gelişti. Tepegöz(saydam asetatlara çeşitli renkteki fosforlu kalemler kullanılarak hazırlanan ders notları sunulması), slayt makinesi artık mazide kaldı diyebiliriz. Tüm bunlara karşın kara tahta ve tebeşir hala güncelliğini (MIT veya Harvard gibi) en gelişmiş üniversitelerinde bile sürmektedir.

Bunlara ek olarak e-öğrenme ortamları çok aktüel; yani öğreten ve öğrenenin aynı ortamda bulunmasına gerek kalmadan online olarak eğitim verilebiliyor. Nitekim çoğu arkadaşımız ve farklı üniversitelerde covid döneminde derslerini online olarak öğrencileri ile paylaşmışlardır. Bu sektörde büyük aşama kaydedildiğini belirtmek istiyorum(Bir anımı sizlerle paylaşmak isterim, Hacettepe Üniversitesinde derslerin Almanca verildiği bir Fen Bilimleri Eğitimi Bölümünü kurmakla görevlendirilmişim. Bölümde beş Alman Prof. Ders vermek üzere görev almıştı. Bizim gibi Almanya'da doktora eğitimini tamamlamış bazı arkadaşlarımız da katkı yapıyordu, acaba online eğitim yapabilir miyiz düşüncesi ile Heidelberg Üniversitesine başvuruldu, bizden yüz elli bin mark talep edilince vaz geçildi, (şimdi bedava). Online eğitim klasik mühendislik eğitimi (inşaat, makine, elektrik/elektronik, fizik ve kimya) dallarında gerekli olmayabilir; ancak sistem mühendisliği, genetik mühendisliği, biyomühendislik, enerji mühendisliği, yazılım mühendisliği, robotik alan mühendisliği gibi bazı spesifik ve güncel mühendislik dallarında online eğitime geçilmesi önerilebilir.

Mühendis (Ing.), teknoloji veya mühendislik alanında diploma sahibi uzmanlar için korunan mesleki unvandır. Almanya'da "mühendis" mesleki unvanı sadece bilim veya teknoloji alanında üniversite eğitimi tamamlamış kişiler tarafından kullanılabilir. Mühendis olarak eğitim, teknik kolejlerde, üniversitelerde, uygulamalı bilimler üniversitelerinde veya bir meslek akademisinde ikili eğitim programı olarak gerçekleştirilebilir.

5. Bir mühendis ne iş yapar?

Mühendisler, akademik dereceye sahip teknisyenler olarak, teknik zorlukların

üstesinden gelme konusunda uzmanlaşır ve çeşitli teknik alanlarda yeniliklerin geliştirilmesine ve uygulanmasına belirleyici bir katkıda bulunurlar. Rollerini, uzmanlığa ve sektöre bağlı olarak değiştirebilen çok çeşitli görev ve sorumlulukları kapsar.

Mühendisler genellikle yeni teknolojik çözümleri geliştirmek veya mevcut teknolojileri iyileştirmek için kapsamlı araştırmalar yürütürler. Verileri analiz eder, deneyler yapar ve bulgularını pratik ve verimli çözümler geliştirmek için kullanırlar. Gerek Almanya ve gerekse Türkiye’de mühendislik eğitiminin temel ilkeleri bu yönde geliştirilmiştir. Bu ilkeler dünyanın tüm gelişmiş ülkelerinde mühendislik eğitimi sürecinde dikkate alınır. Eğitim programları ona göre geliştirilir.

6. Mühendislik Çeşitleri

Alman Mühendisler Birliği'nin 2023 yılı 4. çeyreği için hazırladığı Mühendislik skalasına göre mühendisler, sekiz meslek kategorisine ayrılıyor

- Hammadde üretimi ve çıkarılmasında mühendislik meslekleri
- Mühendislik meslekleri plastik üretimi ve kimya endüstrisi
- Metal işlemede mühendislik meslekleri
- Makine ve otomotiv mühendisliği alanındaki mühendislik meslekleri
- Enerji ve elektrik mühendisliği
- Mühendislik meslekleri teknik araştırma ve üretim kontrolü
- Mühendislik meslekleri inşaat/etüt/yapı teknolojisi, mimarlık
- Diğer mühendislik meslekleri

Gerek Almanya ve gerekse Türkiye’de mühendislik dalları çok özelleşmiştir. Aşağıdaki listede şu anda eğitim veren mühendislik birimleri ve çeşitleri hakkında bilgi verilmektedir.

Mühendislikteki tipik uzmanlık alanları makine mühendisliği, elektrik mühendisliği (Kontrol müh., telekomünikasyon müh.; radyo müh.; sistem müh.), yenilenebilir enerji müh.; Optik mühendisliği, otomotiv mühendisliği, proses mühendisliği ve inşaat mühendisliğidir. Ayrıca, örneğin kimya mühendisliği(biyomoleküler müh.(genetik müh.) veya endüstri mühendisliği, malzeme mühendisliği (metalürji müh., seramik müh., polimer mühendisliği, kristal müh., korozyon müh. mühendisliğinin kimya veya ekonomi gibi diğer disiplinlerle birleştiren disiplinler arası uzmanlıklar da vardır. Bu çeşitlilik, mühendisliğin genişliğini ve derinliğini yansıtmakta ve mühendislerin uzmanlıkları aracılığıyla teknik gelişime ve yeniliğe nasıl önemli ölçüde katkıda bulduklarını göstermektedir. Mühendislik dalları zaman içinde hem Türkiye hem de Almanya’da geniş bir spektrum içinde yer almakta ve buna göre eğitim verilen birimlerin geliştiği görülmektedir: Örneğin,

A- Bilgisayar Mühendisliği :

(1-Yazılım Mühendisliği, 2-Donanım Mühendisliği; 3-Ağ Mühendisliği), 4-Proses müh. 5-Doğal ve insan yapımı malzemeler, 6-Malzemelerin makinelerle etkileşimi, 7- Atık ve kirlilik kontrolü).

B- İnşaat müh.

1-Çevre müh., 2- Belediye ve şehir müh.3- Jeofizik müh., 4- Jeoteknik müh. 5-Maden müh. 6-Yapı müh. 7-Deprem müh., 8-mimari müh.); 9-Su kaynakları müh.(a-Hidrolik müh., b-Nehir müh., c-Kıyı müh., d-Yeraltı suyu müh.).

C-Biyomühendislik

(1-Biyomedikal müh.,2- Biyoinformatik, 3-Biyomekanik, 4-Biyomalzeme, 5-Biyomedikal optik, 6-Biyoteknoloji; 7-Tıbbi görüntüleme, 8-Nöromühendislik,9- İlaç müh., 10-Rehabilitasyon müh., 11-Doku müh., 12-Biyokimya, 13-Biyokimya müh.,14- Biyolojik sistem müh.15-Biyomedikal müh. 16-Biyomoleküler müh.,17-Biyokaynak müh., 18-Biyoproses müh., 19-Hücrel müh., 20- Gıda müh., 21-Genetik müh. 22-Mikrobiyolojik müh. 23-Moleküler müh., **D-Endüstri müh.,** 1-İmalat müh., 2-Sistem müh.,3-İnşaat müh., 4-Güvenlik müh.,5-Güvenirlik müh.

E- Mekatronik müh.,

1-Enstrümantasyon müh., 2-Optomekatronik müh., 3-Biyomekatronik müh.

F-Nükleer enerji müh.

1-Medikal fizik, 2-Nükleer yakıt, 3- Nükleer reaktör, 4- Radyasyondan korunma, 5- Füzyon enerjisi.

G-Nanomühendislik



1- Malzeme nano mühendisliği; 2- Biyosensörler, 3-Doku mühendisliği), 4- Enstrümantasyon müh., 5- Elektronik nano müh.;

H- Petrol ve doğalgaz müh., 1-Rezervuar müh., 2-Sondaj müh., 3-Üretim müh.;

İ- Tekstil müh.

1- Giyim müh., 2- Kumaş müh.,3- Endüstri ve 4- Üretim müh., 5-Tekstil mühendisliği yönetimi , 5- Islak işlem müh., 6- İplik müh.

K- Orman Mühendisliği

L- Ziraat Mühendisliği

Tablo 3. 2014-2021 (Dahil) yılları arasında Temel Mühendislik Programlarından mezun olan öğrencilerin yıllara ve programlara göre dağılımı-Toplam Mezun Sayıları (Türk Üniversitelerinden)

Temel Mühendislik Programları	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	TOPLAM1			
Bilgisayar Mühendisliği	3965	4730	5379	5925	6643	7129	7638	8950	50359			
2 Biyomühendislik	436	597	662	900	1305	1573	1889	2115	9477			
3 Maden Mühendisliği	1003	1106	1149	1007	845	770	603	606	7089			
4 Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Müh.	681	722	883	887	905	980	923	964	6945			
5 Elektrik ve Elektronik Müh.	5349	6079	7211	8475	8933	9470	10669	11730	67916			
6 Endüstri Mühendisliği	3517	3753	4165	4896	5463	5721	6259	6645	40419			
7 Makine Mühendisliği	6698	8076	9420	10279	11717	12654	13801	15233	87878			
8 Harita Mühendisliği	1151	1265	1410	1537	1683	1645	1783	1651	12125			
9 Havacılık ve Uzay Müh.	160	186	219	244	260	340	522	436	2367			
10 Jeoloji Mühendisliği	2404	2446	2341	2003	1604	1259	994	916	13967			
11 Kimya Mühendisliği	1886	2093	2089	2112	2099	2030	1784	1883	15976			
12 İnşaat Mühendisliği	5053	5822	6885	8090	9155	9906	11242	12198	68351			
13 Metalürji ve Malzeme Müh.	1265	1569	1957	2140	2254	2323	2477	2796	16781			
14 Fizik Mühendisliği	247	217	156	207	173	125	122	149	1396			
15 Gıda Mühendisliği	2297	2578	2613	2940	3500	3365	3466	3288	24047			
16 Çevre Mühendisliği	1943	1983	2321	2319	2428	2325	2407	2107	17833			
17 İşletme Mühendisliği	108	122	139	165	190	224	232	256	1436			
18 Matematik Mühendisliği	226	292	279	286	293	323	281	263	2243			
19 Meteoroloji Mühendisliği	39	40	36	55	38	38	66	61	373			
20 Nükleer Enerji Mühendisliği	32	28	25	17	25	31	50	48	256			
21 Optik ve Akustik Mühendisliği			0	0	0	0	5	12	20			
22 Otomotiv Mühendisliği	50	174	360	496	630	636	823	880	4049			
23 Petrol ve Doğal Gaz Müh.	102	194	239	162	177	194	221	198	1487			
24 Tekstil Mühendisliği	810	673	689	720	724	580	556	623	5375			
25 Diğer	3442	3039	2184	1622	1057	954	710	821	13829			
Toplam	42864	47784	52811	57484	62101	64600	69530	7483	472011			
26-Orman Müh'nden.1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TOPLAM	
Mezun olanların sayısı	311	351	370	241	383	439	375	369	370	401	415	4125

6.Nasıl mühendis olunur?

Fransa'da, Ecole Polytechnique, Ecole Centrale, ENSTA gibi prestijli mühendislik mektepleri "Grandes Ecoles": Lise sonrası 2 sene hazırlık okullarında okuyup sonra, sınavlarla sıralanırlar... • Fransa da Üniversitelere ise giriş sınavı yok.

• Almanya da benzer. HZB... Abitur...

• ABD de üniversiteye bizzat başvuru dosyası sunuluyor: Lise ortalaması, Referanslar, SAT skoru, alınan ekstra dersler vb.

-Alman Mühendislik Yasası'nın (IngG) 1. maddesine göre, yalnızca en az üç yıl süren teknik veya bilimsel bir alanda bir dereceyi başarıyla tamamlayan kişiler "mühendis" mesleki unvanını kullanabilir. Bir üniversiteden, uygulamalı bilimler üniversitesinden veya teknik yüksekokuldan mezun olarak mühendis olabilirsiniz. Mühendislik alanında lisans derecesi genellikle 6 yarıyıl, yani üç yıl sürer. Bunu takip eden yüksek lisans derecesi genellikle 4 yarıyıl veya 2 yıl sürer ve öğrencilere daha derinlemesine uzmanlaşma ve daha yüksek bir yeterlilik kazanma fırsatı verir.

-Öğrenciler, eğitimleri sırasında makine mühendisliği, elektrik mühendisliği, inşaat mühendisliği veya çevre mühendisliği gibi alanlarda uzmanlaşmaktadır. Bu uzmanlaşma, derinlemesine bilgi ve beceri edinmek için çok önemlidir. Stajlar veya çalışan öğrenci pozisyonları aracılığıyla kazanılan pratik deneyim de mühendislik programının önemli bir parçasıdır. Bunlar, teorik bilgilerin pratikte uygulanmasını ve iş dünyasına dair içgörü kazanılmasını mümkün kılar.

-İster lisans ister yüksek lisans programında olsun, bitirme tezi öğrencilere teknik bir konu üzerinde yoğun bir şekilde çalışma ve bağımsız çözümler geliştirme fırsatı verir.

-Yüksek lisans derecelerini tamamladıktan sonra, mezunlar doktora yapma fırsatına da sahiptir. Mühendislik doktorası, uzmanlık gerektiren bir konunun daha derinlemesine bilimsel olarak incelenmesini sağlar ve akademik bir kariyerin veya endüstride zorlu pozisyonların kapısını açabilir. Doktora aşaması genellikle bağımsız araştırma çalışmalarını içerir ve bir tezle tamamlanır. Mühendislere yeni bilimsel bilgiler edinme ve kendi yenilikçi çözümlerini geliştirme fırsatı sunar.

7. Mühendislere ne kadar talep var? Beklentiler ve işgücü piyasası

Mühendisler, teknik uzmanlıkları ve yenilikçilik yetenekleri nedeniyle işgücü piyasasında her zaman talep görmektedir. Alman Mühendisler Birliği'nin 2023'ün 4. çeyreğine ilişkin Mühendislik Monitörü'ne göre, mühendislere olan talep 108.210 boş pozisyonla yüksek seyretmektedir. Ancak talep, iş kategorileri arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Toplam 44.080 boş pozisyonla en çok vasıflı inşaat mühendisliği mesleklerinde aranmaktadır. En az boş pozisyon 2023'ün 4. çeyreğinde sadece 540 boş pozisyonla metal işleme mühendisliği mesleklerinde bulunmaktadır.

Bir önceki yılın çeyreğine oranla, inşaat mühendisliği mesleklerindeki açık iş sayısı %0,8 artarken, teknik araştırma ve üretim kontrolü alanındaki açık iş sayısı %7 artmıştır.

Metal işleme mühendisliği ile makine ve otomotiv mühendisliğindeki boş pozisyon sayısı da %1,2 oranında artmıştır. Plastik üretimi ve kimya endüstrisindeki mühendislik meslekleri boş pozisyonlarda %16,7'lik bir düşüş kaydetmiştir.

Enerji ve elektrik mühendisliği (-%13,4), diğer mühendislik meslekleri (-%10,5) ve hammadde üretimi ve çıkarımı (-%1,2) alanlarındaki mühendislik meslekleri için boş pozisyon sayısı da düşmüştür. Aynı dönemde, ayda ortalama 41.837 kişi bir mühendislik mesleğinde iş arıyordu.

Mühendislere yönelik gelecekteki talep, demografik gelişmelerden, dijitalleşmenin ilerlemesinden ve iklimin korunmasına odaklanılmasından güçlü bir şekilde etkilenmeye devam edecektir. Son on yılda mühendislik mesleklerindeki istihdam yüzde 51 oranında artarak bu sektördeki dinamik gelişimin açık bir işareti olmuştur. Bu artış özellikle Baviera ve Berlin/Brandenburg'da sırasıyla yüzde 1,5 ve 1,3 puan ile belirgin olmuştur.

Bu olumlu gelişmelere rağmen, mühendislik ve bilgisayar bilimleri alanındaki öğrenci sayılarında bir düşüş gözlemlenmektedir. Federal İstatistik Ofisi'ne göre, ilk üniversite dönemindeki öğrenci sayısı 2016'da 143.400 iken 2022'de 125.600'e düşmüştür. Bu gelişimin işgücü piyasası üzerinde uzun vadeli bir etkisi olabilir ve kalifiye eleman sıkıntısını daha da kötüleştirebilir. Türkiye'de 219 fakülte'deki 1274 programda mühendislik eğitimi alan öğrenci sayısı 2014-2015 döneminde 350.000'dir. Mühendislik programlarından her yıl mühendis ünvanı olarak mezun olanların sayısı ise yaklaşık 35.000'dir. Dünyada ise mevcut 60.000 mühendislik okulundan yılda 4 milyon mezun verilmektedir.

Tablo 4. 2023 yaz döneminde mühendislik lisans programlarında kayıtlı öğrenci sayısı aşağıdaki gibidir(Almanya üniversitelerinde)

Konu alanı	Öğrenci sayısı
İnşaat mühendisliği	56.560 öğrenci
Elektrik mühendisliği/elektronik	71.844 öğrenci
Genel mühendislik	51.727 öğrenci
Makine mühendisliği/ proses mühendisliği	140.769 öğrenci
Malzeme Bilimi ve Malzeme Mühendisliği	6.592 öğrenci
Trafik Mühendisliği, Gemi Mühendisliği	23.920 öğrenci
Endüstri mühendisliği ile ing. Uzmanlık	58.902 öğrenci

Uzmanlığa göre mühendis maaş verileri

Uzmanlık Başlangıç maaşı	Ortalama maaş
İnşaat mühendisliği	49,105 € 52,310 €
Elektrik mühendisliği	€50,114 €55,133
Otomotiv mühendisliği	€48,243 €55,927
Makine mühendisliği	€51,272 €57,413
Mekatronik	€50,947 € 55,201
Endüstri Mühendisliği	€ 51,474 56,130 €

Bir mühendis olarak, çeşitli alanlarda ve sistemlerde sorunları çözmek ve verimliliği artırmak için teknik sistemleri ve süreçleri planlar, geliştirir ve optimize edersiniz.

Mühendislik alanında bir derece tamamlayarak korunan “mühendis” iş unvanını elde edebilirsiniz. Almanya’da 2023 yılında mühendislik yapanların sayısı 1.13 milyonu bulmuştur. Her yıl 19000-22000 mühendise ihtiyaç vardır. 2024 yılında 170300 boş mühendis kadrosu bulunmaktadır. 2024 yılı ilk çeyreğinde ortalama 44 500 adaya, 150 bin boş kadro sunulmuştur. Elektro mühendislerine 5,6 açık kadro sunumu varken inşaat mühendisleri için 4,3 makine mühendisleri için 3.7 kadro , enformatikler için ise sadece 3 kadro sunumu olmuştur. Klasik mühendislik dalları artık o kadar çekici değildir. 10 yıl önce Almanya meslek yüksek okulları ve üniversitelerinde 350 bin insan okurken, bu sayı şimdi 280 bine düşmüştür. İnfomatik eğitimi alanların sayısı ise 180 binden 260 bine çıkmıştır ve bunların yıllık kazançları sadece 65 bin avrodur. Şu anda çalışan mühendislerin yaklaşık % 11’i yabancıdır.

Mühendisler işgücü piyasasında talep görmektedir ve şu anda 108.210 boş pozisyonla mühendislere yönelik yüksek bir talep söz konusudur

Bir mühendis olarak, çeşitli alanlarda ve sistemlerde sorunları çözmek ve verimliliği artırmak için teknik sistemleri ve süreçleri planlar, geliştirir ve optimize edersiniz.

Mühendislik alanında bir derece tamamlayarak korunan “mühendis” iş unvanını elde edebilirsiniz.

8. Bir mühendis ne kadar kazanır?

2024 yılında bir mühendis yılda ortalama brüt 55.698 € kazanacaktır. Mühendisler için başlangıç maaşı yıllık brüt 46.557 €’dur.

Mesleki deneyimi 20 yıldan fazla olan mühendislerin yıllık ortalama brüt maaşı 69.931 €’dur.

Mühendislerin maaşları deneyime, uzmanlığa ve sektöre bağlı olarak değişmektedir. Jobvector tarafından 1.400’den fazla mühendisle yapılan anketlere dayanan 2023 yılına ait güncel veriler, çeşitli mühendislik disiplinlerindeki ortalama maaşlar hakkında bilgi vermektedir.

9. Mühendislik Eğitimi Nasıl Olmalıdır?

Eğitim basamaklarında çeşitli destek ve çalışmayla üretilen bilginin topluma katkısı sağlanmalıdır. Bu değer yaratma toplumun kalkınma ve gelişimine yaramalıdır.



Klasik üniversiter eğitimin ürettiği bilgi ve yeniliklerin toplum katmanları ile paylaşılması, zaten üniversiter eğitimin en temel mantığını oluşturur. Diğer bir ifade ile eğitim, araştırma ve üretilen bilginin topluma aktarılması aşamalarını üstlenen birinci, ikinci ve üçüncü kuşak üniversitelerin bu görevlerini çağın gereklerini düşünerek yerine getirmeleri en temel görevleridir.

Bu çerçevede program uygulayan kurum sayısı da dünyada en az çeşitli basamakları içerecek şekilde tasarlanan 600ün üzerinde bir sayıya ulaştığını söyleyebiliriz.,. ***Ancak öyle güncel ve çağdaş bir mühendislik programı ile öğrenci yetiştirmeliyiz ki mezunlarımız, aynı meslek eğitimi almış yabancılarla rekabet edebilsin.*** 33 farklı türde fakültede 75 farklı mühendislik programı vardır(2015 yılı için). Bunu sağlamak da en yeni yöntem ve metotlarla eğitim ve uygulamalardan geçecek mezunlarımız, yabancılarla her konuda rekabet edebilsin. Bunu temin eden ülke ve üniversiteler önemli bir misyonu da üstlenmiş olacaktır:

Özellikle müfredat yenileme, yerinde uygulama ve stajların en iyi şekilde denetimi, mühendislik eğitimi rekabet edebilir özelliğe kavuşturacaktır.

Her yıl en güncel yöntem ve değerlendirme uygulamaları derecelendirilen mühendislik eğitimi hem ulusal hem de uluslar arası ölçeklerde değerlendirmelere tabi tutulmaktadır. Böylece mühendislik eğitimi sunan kurumlarla ilgili bilgiler hem bu eğitimleri yeni seçecek öğrencilere hem de sanayi sektörü ile iletişime yarayacaktır.

Mühendislik eğitimine gönül veren kişilere kurumun en son yıllarda yaptığı toplumsal katkı hakkında bilgi verecek, hem de ileriki dönemde üstelendikleri misyonu açıklamada yardımcı olacaktır. Kurumun tanınırlık, şeffaflık ve verimliliği hakkında ilgilileri bilgilendirmiş olacaktır. Bu süreçte ilgili mühendislik biriminin bir kalite güvence standardı yakalaması son derece önemlidir.

Eğitimde izlenen yol ve sistemlerin güncel rekabet edebilir düzeyde gerçekleştirilmesini ezber dayalı bir sistem yerine audio-vizuel(yaparak uygulama ve öğrenme) sistemi ön plana çıkarmaları beklenir. Aslında bu sadece üniversite döneminden önce de verilmesi gereken bir uygulama olmalıdır.

Eğitim kurumlarının ve özellikle mühendislik eğitimi verenlerin, nasıl bir uygulamayı yürüttüklerine özgü ulusal akreditasyon ajansı MÜDEK burada devreye girmektedir.

10. MÜDEK nedir?

MÜDEK 2011 yılında Washington Accord Üyesi (Signatory) olmuştur. Türkiye'deki mühendislik eğitim akreditasyonundan sorumlu YÖK tarafından tanınırlığı olan bağımsız ve sivil bir girişimdir. Gerek ulusal ve gerekse Uluslararası eğitsel rekabetin olduğu ülkelerarası uygulamalara ışık tutmayı öne alan ve bilgilendirici bir görev üstelenen bir ajanstır.

MÜDEK değerlendirme ölçütleri 10 başlık altında toplanmıştır (Platin, 2011): Öğrenciler, Program Eğitim Amaçları, Program Çıktıları, Sürekli İyileştirme, Eğitim Planı, Öğretim Kadrosu,, Altyapı, Kurum Desteği ve Parasal Kaynaklar, Organizasyon ve Karar Alma Süreci, Programa Özgü Ölçütler, Üniversitenin 3. Misyon uygulamaları(varsa belirtilmelidir)

Akredite ettiği tüm programlar 2011 yılından itibaren diğer Washington Accord üyeleri tarafından eşdeğer olarak tanınmaktadır. MÜDEK, 2009 yılından itibaren EUR-ACE Bachelor Etiketini verme ile yetkilendirilmiştir (Akreditasyon listesi, 2018).

- Mühendisliğin profesyonel ve mesleki alan olduğu bilinciyle hareket edilmelidir..
- Mühendislerin bilimsel eğitimi bağlamında, disiplinler arası bilginin ve temel niteliklerin odaklanmış işlevi, öncelikle halihazırda edinilmiş olan ve gelecekte edinilecek olan bilginin kullanılması olacaktır
- Çalışma dünyasının mesleki, kişisel ve sosyal yönleriyle uyum içinde ve kişinin kendi eylemlerinin sosyal ve toplumsal yönleri üzerine düşünmesi hedeflenir,
- Bu bilgiyi mühendislik disiplini dışındaki kişilere, yani muhataplarına uygun bir şekilde aktarabilmek ve uygulayabilmek için
- Kendi uzmanlık ve mesleki sınırlarının ötesinde eleştirel bir şekilde kategorize edebilmelidir,
- Yeni medyayı kullanıp toplumsal gelişmeleri dikkate alarak, bilgilerini sürekli güncelleyebilmeli ve
- Bilgiyi diğer disiplinler için erişilebilir ve bağlanabilir düzeyde tutmak ve korumak

11. Akreditasyon Uygulamaları:

MÜDEK Tarafından 01 Ekim 2018 itibarıyla Akreditasyon alan (devlet ve vakıf üniversiteleri) mevcut 53 farklı üniversitedeki 201 fakültenin 277 mühendislik bölümü akreditasyon almıştır. Bu sayı yetersizdir. Yükseköğretim kurumlarında kalite çalışmaları bir yandan sürdürülürken, bir yandan da akreditasyon için hazırlıkların tamamlanması uygun olacaktır.

Akreditasyon süreci üniversitelerin ilgili bölümlerindeki üyelerin enerji ve çalışma performansının farkı yaratması ile ilişkili bir özveri mekanizmasıdır. Çalışanların zaman ve enerjisini alan çalışmalardır. Bu yüzden üniversite üst yönetimi öğretim elemanlarının akreditasyon süreci ile ilgili sorun olarak gördükleri konularda (ders yüklerinin ağır olması, öğretim elemanı başına düşen öğrenci sayısının fazlalığı, fiziksel ortamların yeterli olmaması, izleme ve değerlendirme çalışmalarının yetersizliği, öğrenci ve öğretim elemanlarının görüşlerinin yeterince alınmaması, kalite güvencesi ile ilgili hususlardaki eksiklikler gibi) gerekli hususların iyileştirilmesi ve önlemlerin alınması noktasında yardımcı olmalıdır.

12. Mühendislik Eğitiminin İyileştirilmesine Yönelik Öneriler

Türkiye'de diğer gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, Mühendislik eğitiminin ilköğretimden üniversiteye kadar her aşamasının, uzmanlarca toplumun gereksinimine göre dizayn edilip değerlendirilmesini şart koşar

a- Ders planlamalarında mühendisliğin temelini oluşturan temel mühendislik bilimlerine gereken önem verilmeli, temel ve mesleki derslerdeki kuramsal ve uygulamalı bilgiler birlikte yürütülmeli,

b- Öğretim üye ve öğrenciler her zaman iletişim halinde olmalıdır.

c- Kaliteli bir mühendislik eğitiminin liseden başlaması oldukça önemlidir.

d- Lisede mesleki eğitime başlayıp üniversite de devam ettirerek mezun olan bir mühendisin sadece fakültede mesleki becerisini kazanan birisine göre daha nitelikli olacağı aşikardır.

Mühendislik ve mühendis işlerindeki istihdam sıkıntısını gidermek için kaliteli bir mühendislik eğitimi mutlaka gereklidir. Dünyada 600'ün üzerinde mühendislik okulu, fakültesi ya da mühendislik eğitimi veren kurum olup, buralardan eğitim alan 1-2 milyon insan vardır. Bunun %50'si Çin'de ve % 25'i Hindistan'dadır. O halde bu insanlarla rekabet edecek eğitim süreçlerinden geçilmesi gerekiyor. Türkiye'de 170'ten fazla mühendislik fakültesinden 30 binin üzerinde mezun yetişiyor. Yani hem yurt içinde hem de yurt dışında mühendislik eğitimi alan kesimlerle rekabete girilmesi gerekiyor. Bu nedenle müfredat iyileştirilmesi ve günün gereksinim ve ihtiyaçlarına yönelik çok yönlü eğitim uygulamaları şarttır.

Yaklaşık 30 yıldır gelişmiş ülkelerin mühendislik eğitimini hızla yeniden şekillendirme konusunda yoğun çalışmalar yürütmekte olduğu ve benzeri gelişmelerin ülkemizde de acilen uygulamaya alınma gereksinimi olduğu ve bu çalışmaların Bologna sürecinin gereklerini de yerine getirecek şekilde yürütülmesine zaman geçirmeden başlanmalıdır.

Mühendislik eğitiminde yeni teknolojiler takip edilip, teoriye ve yeteri kadar pratiğe önem verilebilirse kalite artırılabilir. Kaliteli bir mühendislik eğitimi sonucu nitelikli mühendisler yetişeceği için, hem kendiliğinden yeni işgücü alanları açılacak, hem de var olan açık işgücü alanları nitelikli mühendislerle kapanmış olacaktır.

13- Almanya'da Mühendislik Eğitimi

Günlük yaşamımızda kullandığımız hemen hemen her ürün ve unsurun üretiminde Makine Mühendisliği görev almaktadır. İnşaat sektörünün ise vazgeçilmez elemanları arasındadır. Hem makine, hem de anılan diğer mühendislik dallarında başarının yolu,

a- İyi kurumlarda staj yapmak,

b- Staj sırasında disiplinli,

c- Çalışkan ve

ç- Meraklı olmak,

d- Teknoloji yarışmalarında gruplara katılmak,

e- Yabancı dile önem vermek ve

f- Bilgisayara hakim olmak, mesleki açıdan ön planda tutulacak noktalardır.

Almanya'da Mühendislik eğitim sistemi, özellikle mühendislik alanında, yüksek standartları, uygulamalı yaklaşımı ve araştırma ve geliştirmeye verdiği güçlü önem ile tanınmaktadır. Münih Teknik Üniversitesi, Berlin Teknik, Braunschweig Teknik Üniversiteleri, RWTH Aachen Üniversitesi ve Karlsruhe Teknoloji Enstitüsü gibi Almanya üniversiteleri, bu alanda program sunan en prestijli kurumlar arasındadır.

Öğrencilerin otomotiv endüstrisinin zorluklarına iyi hazırlanmalarını sağlayarak teorik bilgi ve pratik deneyimin bir karışımını sağlarlar. Bu sistem, öğrencilerin sadece teorik bilgi kazanmasını sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda alanda uzmanlaşmak için gerekli olan pratik becerileri ve gerçek dünya deneyimini de geliştirmelerini sağlamak için tasarlanmıştır. Almanya'da otomotiv mühendisliği, inşaat, endüstri, vd mühendislik programları genellikle kuramsal çalışma ve pratik uygulamaların bir karışımını tamamlar.. Kurslar tasarım, mekanik, elektronik ve malzeme bilimi dahil olmak üzere otomotiv mühendisliğinin çeşitli yönlerini kapsar. Bu program, matematik, fizik ve mühendislik ilkelerine dayanan yoğun bir müfredat içerir. Öğrenciler, karmaşık mühendislik sorunlarını çözmek, yenilikçi tasarımlar geliştirmek ve otomotiv teknolojileri üzerinde çalışmak için, geniş bir bilgi birikimi ve teknik beceri geliştirmelidir. Müfredat, en son teknolojik gelişmelere ve endüstri ihtiyaçlarına uygun olacak şekilde sıklıkla güncellenir. Almanya'da Otomotiv Mühendisliği de dahil olmak üzere Mühendislik alanındaki lisans programlarının tamamlanması genellikle 3-4 yıl sürmektedir. Bu, ülkedeki lisans mühendislik programlarının genel süresiyle tutarlıdır.

1995 yılından beri uygulanan **“Socrates Programı”** ile yüksek eğitimle ilgili Avrupa Birliği vatandaşlığı bilincini oluşturmayı hedefleyen ve **“Erasmus”** modeli uygulaması ile Türk mühendislik eğitimi alan öğrenciler, diğer branşlarda olduğu gibi, bazı Avrupa ülkelerinde eğitim alabilirler. Bu projenin amacı, 21. yüzyılda uluslararası entegrasyonu yaratacak ve yaşatacak kitleleri eğitmektir. Küresel ve bölgesel ölçekte görülen, eğitim ve meslek alanlarındaki bu hareketlilik ve geçişler ile ülkeler arasında giderek kalkan sınırlar, uluslararası kurumsallaşmayı zorunlu hale getirmektedir. Bunun sonucunda da eğitim sistemleri etkilenecek alınacak diplomaların karşılıklı tanınması, **“akreditasyon”** (eşdeğerlendirme-diploma eşdeğerliliği) ile konusu ve mesleki yetki hakkının kullanılmasını düzenleyen mesleki kurumsallaşmalar, uluslararası boyut kazanmaktadır. Eğitim kurumlarının, uluslararası düzeyde, sahip oldukları niteliklerinin onaylanması, kabul edilmesi ya da bir standart çerçevesinde tanımlanması; yani **“akreditasyon”** sisteminin yürürlükte olduğu ülkelerde, **“diploma kullanım hakkı”** ile **“meslek uygulama yetkisi”** tanınmış olacaktır. Bundan Türk Mühendislik eğitimi alan öğrencilerimizin yararlanması gerekir.

Literatur

AKTAN, C.C.; Gencel, U., (2007), Yüksek Öğretimde Akreditasyon, <http://www.canaktan.org/egitim/akreditasyon/aktan-akredit.pdf>, Erişim tarihi: 30 Mayıs 2018.
AKREDİTASYONLİSTESİ, <http://www.mudek.org.tr/tr/akredit/akredite2018.shtm>, erişim tarihi: 03.Ocak 2019.

ALPASLAN, N..(2011) Mühendislik Tarihi ve Felsefesi Üzerine Bir Araştırma. Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi 11 (Aralık): 1-10.

KİZİROĞLU, İ. (2023). Üniversite Hayatına Giriş. 2. Baskı. Ankara OSTİM teknik Üniversitesi Yayınları, 2023, 296 ss.

ÖZCEP S. vd.(2033). Mühendislik Felsefesi ve Tarihsel G3elişimi. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmalar I. Kongresi 17-0 Şubat 2003.

ÖZÇİÇEK, Y. & A. KARACA(2019) Yükseköğretim Kurumlarında Kalite Ve Akreditasyon: Mühendislik Eğitim Programlarının Değerlendirilmesi. Fırat Üniversitesi İİBF Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi 3,Sayı:1, 115-149

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ, **“Türk Akreditasyon Kurumu Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun”**, <https://www.tbmm.gov.tr>, Erişim tarihi: 15 Nisan 2018

TUİK (2023) Yükseköğretim İstihdam Göstergeleri, 2022.



Türkiye’de Mühendislik Eğitim-Öğretiminin Niteliğinin Geliştirilmesine Yönelik Öneriler. Analiz. Şubat 2016, Sayı 1ç
YÜKSEKÖĞRETİM KALİTE KURULU, “Yükseköğretim Kalite Kurulu Hakkında”,
<http://www.yok.gov.tr/web/kalitekurulu/8>, Erişim tarihi:14 Mayıs 2017

ÖZGEÇMİŞ

Prof. Dr.-Ing. İlhami Kızıroğlu

OSTİM Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, OSTİM/ANKARA Türkiye Tabiatını Koruma Derneği YK Başkan Yard ve Bilim Danışma Kurulu Üyesi

Dr. Kızıroğlu, İstanbul Üniversitesi’nde lisans; Almanya, Münih Ludwigs-Maximillian Üniversitesi’nde Ekoloji ve Doğa Koruma/Ekosistem Manejmanı üzerine doktora çalışması yürütmüştür. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fen Bilimleri Bölümü Kurucusudur. Bölüm Başkanlığı, H.Ü. Eğitim Fak. Dekanlığı, Işık Üniversitesi Müh. Fak. Dekan Vekilliği; şu anda OSTİM Teknik Üniversitesi, Müh. Fak.’de Endüstri Müh. Bölümünde Öğr. Üyesidir. Alexander von Humboldt bilim bursunu kazanarak, Münih ile Berlin Teknik ve Heidelberg Üniversitelerinde ekolojik ve çevre koruma, çevre yönetimi ile ilgili araştırmacı olarak çalışmıştır.

Prof. Dr. Kızıroğlu, H.Ü. Senatosunun iki bilim insanına verdiği “**Bilimde Üstün Başarı Ödülüne**” layık bulunmuştur. Akdeniz Üniversitesi “**Çevre Bilimine Hizmet Ödülü**” ve Orman ve Su İşleri Bakanlığı’nın Sulak Alanların Korunmasına yönelik çalışmaları nedeniyle “**Bilim Ödülü**”ne ; çalışma arkadaşları ile yürüttüğü “Sultansazlığı Manejman Planlaması Projesi” “**Henry Ford Çevre Ödülü**” ne değer bulunmuştur.

Rüzgâr Enerji Santralleri, Hidro Elektrik Santralleri ve Güneş Enerji Santrelleri ile ilgili Ekolojik Değerlendirme Raporları düzenlemiş, bu çalışmaların yürütücülüğü ve koordinasyonunu üstlenmiştir. Ekoloji, Çevre Koruma, Ornitoloji, Yenilenebilir Enerji Sistemleri ve Ekosistem Manejmanı ile Çevre Eğitimi ile ilgili 390 adet bilimsel çalışması olup, yarısına yakını yabancı dildedir. 25 kitabı vardır. En son üç kitabı “**Ekolojik Potpuri 2**”; “**Kuşlar**” ve “**Üniversite Hayatına Giriş**” kitaplarıdır.



KOSİNÜS TAVLAMA VE VGG16 TABANLI DERİN ÖĞRENME MODELİ İLE EL YAZISI VERİLERİ KULLANARAK PARKINSON HASTALIĞININ TEŞHİSİ

Yelda FIRAT
0000-0002-6741-2507 Mudanya Üniversitesi
Murat Kaan YILMAZ
0009-0008-4552-5253 Mudanya Üniversitesi
Yılmaz KILIÇASLAN
0000-0002-5020-6547 Mudanya Üniversitesi

ÖZET

Parkinson hastalığı, dünya çapında milyonlarca insanı etkileyen kronik bir beyin rahatsızlığıdır. Beyinde, hareketi kontrol eden dopamin adlı kimyasal üreten hücreler öldüğünde veya hasar gördüğünde ortaya çıkar. Bu durum; hareket, denge ve duruşla ilgili sorunlara neden olarak Parkinson hastalığını tetikler. Geleneksel yöntemlerle Parkinson teşhisi; zaman alıcı, yorucu ve manuel hatalara açık bir süreçtir. Bu nedenle, Parkinson ve benzeri hastalıkların belirtilerini tespit etmek amacıyla çeşitli yapay zekâ (YZ) teknolojileri geliştirilmiştir. Bu makale, Parkinson hastalığının teşhisine yönelik bir el yazısı tahmin modeli önermektedir. Önerilen model, Derin Transfer Öğrenme'yi kosinüs tavlama zamanlayıcısı (cosine annealing scheduler) ile birleştirmekte ve aşırı öğrenmeyi (overfitting) önlemek için L2 regülasyon yöntemini kullanmaktadır. Model, VGG16 tabanlı bir Evrişimli Sinir Ağı (Convolutional Neural Network - CNN) mimarisine dayanmaktadır. Parkinson hastaları ve sağlıklı bireylerin el yazısı örneklerini içeren PaHaW veri seti kullanılarak eğitilen bu model, %73,33'lük en yüksek ortalama doğruluğa ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: Parkinson, el yazısı, VGG16, kosinüs tavlama, Transfer Öğrenme

1. Giriş

Parkinson hastalığı, beyin sinir hücrelerindeki hasarın dopamin seviyelerini düşürmesiyle ortaya çıkar. Elde titreme, kas sertliği, denge kaybı, el yazısında küçülme, uyku bozukluğu ve vücudun öne eğilmesi gibi kontrolsüz belirtiler gösterir. Yavaş ilerleyen bir nörolojik hastalıktır. Daha çok 60 yaş üzeri kişilerde görülen bu hastalık, beynin dejeneratif yani ilerleyici hastalık grupları arasında yer alır.

Hastalığın geleneksel tanısı ise genellikle klinik belirtilerin değerlendirilmesine dayanır. Birleşik Parkinson Hastalığı Derecelendirme Ölçeği (The Unified Parkinson's Disease Rating Scale - UPDRS); hastanın yüz ifadesi, yazma, yürüme, konuşma ve çizim gibi çeşitli motor semptomlarını değerlendiren, en yaygın kullanılan klinik derecelendirme ölçeklerinden biridir. Ancak bu yöntem yanlış sınıflandırmaya yol açabilir. Çünkü Parkinson'un erken evrelerindeki motor olmayan semptomlar hafiftir ve sadece gözlemlenilen motor değerlendirme zordur.

Teknolojinin gelişmesiyle YZ, Parkinson gibi nörolojik hastalıkların teşhisi ve yönetiminde yeni fırsatlar sunmuştur.

Makalenin ikinci bölümünde literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmanın metodolojisi açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, önerilen metodolojiyle birlikte kullanılan veri setine ait sonuçlar sunulmuştur. Beşinci bölümde ise çalışmanın genel sonuçları, eksiklikleri ve gelecekteki araştırma konuları ele alınmıştır.

Bu bağlamda, çalışmamızda elle çizilmiş spiral ve dalga desenlerinden oluşan PaHaW veri seti kullanılarak Parkinson hastalığının teşhisine yönelik VGG16 tabanlı bir CNN modeli önerilmiştir. VGG16; önceden eğitilmiş modeller arasında daha hızlı olması, daha az hesaplama gücü gerektirmesi ve küçük



veri setlerinde daha iyi performans sergilemesi nedeniyle tercih edilmiştir. Önerilen modelde, kosinüs tavlama zamanlayıcısı (cosine annealing scheduler), L2 regülarizasyon yöntemi ve veri artırma teknikleri kullanılarak modelin performansı artırılmaya ve aşırı öğrenme (overfitting) engellenmeye çalışılmıştır.

2. Literatür

YZ'nin tıp ve sağlık hizmetlerinde kullanımı üzerine birçok araştırma yapılmıştır [1–4]. Son dönemde giderek daha fazla akademik araştırmacı, Parkinson gibi çeşitli nörolojik hastalıkları tespit etmek için sınıflandırma görevlerinde farklı makine öğrenimi ve derin öğrenme algoritmalarını denemektedir [5–8, 16]. Özellikle manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve pozitron emisyon tomografisi (PET) sonuçlarını analiz eden YZ modelleri kullanılarak, hastalıkların daha doğru ve hızlı bir şekilde tespit edilmesine yönelik birçok çalışma yapılmaktadır. Bunun yanı sıra, Parkinson hastalığının teşhisinde el yazısı görüntülerinin analizi üzerine de çalışmalar bulunmaktadır.

Haller ve arkadaşları [9], MRI ve DTI (Diffusion Tensor Image) verilerini kullanarak Parkinson hastalığını tespit etmeye yardımcı bir sistem geliştirmişlerdir. Çalışma, beyindeki ince yapısal değişiklikleri analiz ederek Parkinson teşhisini daha hassas ve bireysel düzeyde gerçekleştirmeyi hedeflemiştir. Çalışmada kullanılan veri seti, 40 şüpheli Parkinson hastasından oluşmaktadır. Araştırmacılar; DTI verilerini, Destek Vektör Makinesi (Support Vector Machine - SVM) analizi ile değerlendirerek bireysel düzeyde %97 doğruluk elde etmişlerdir. Çalışmada güçlü bir SVM modeli kullanılmış olmasına rağmen, küçük veri seti nedeniyle genelleme yeteneği sınırlı kalmıştır. Ayrıca model, aşırı öğrenme (overfitting) riski taşımaktadır. Klinik ortamda geniş çapta test edilmemiştir.

Son üç yılda, DaTScan analizinde derin transfer öğrenimini kullanan çalışmalar da yapılmıştır. DaTScan, hastaya enjekte edildikten sonra özel görüntüleme ekipmanlarıyla kafa taraması yapılarak hastalık tespitini sağlamaktadır [10]. Bu teknik, Parkinson hastalığının teşhisinde de etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır [11].

Zham ve arkadaşları [12], Parkinson hastalığının farklı evrelerini ayırt etmek için hız ve kalem basıncını birleştiren bir indeks (Composite Index of Speed and Pen-Pressure - CISP) önermiştir. Çalışmanın amacı, Parkinson hastalarının hastalık şiddetini değerlendirmek için bilgisayar destekli bir spiral çizim yöntemi geliştirmektir. Çalışmaya, 28 sağlıklı kontrol grubu üyesi ve 27 Parkinson hastası olmak üzere toplam 55 kişi katılmıştır. Parkinson hastalarının hastalık şiddeti, Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) ve Hoehn ve Yahr (H&Y) Skalası ile değerlendirilmiştir. Basit istatistiksel yöntemlerle yapılan sınıflandırma sonucunda CISP, %79,1 doğruluk ile hem Parkinson hastalarını sağlıklı bireylerden ayırt etmede hem de hastalığın şiddet seviyelerini belirlemede başarılı bir performans göstermiştir. Ayrıca bu çalışmada, çizim sırasında veriler gerçek zamanlı olarak analiz edilmiş; anında sonuçlar alınabilmektedir. Ancak CISP, şiddet seviyelerinin ölçümünde yeterince başarılı olamamış ve hastalığın ilerleyen evrelerini izlememiştir. Bu nedenle, yöntemin uzun süreli izlemelerde ne kadar etkili olacağı bilinmemektedir.

Pereira ve arkadaşları ise [13], bilgisayarla görme teknikleri kullanarak Parkinson hastalarının yazılarını analiz ederek hastalığın erken teşhisine yönelik bir model geliştirmişlerdir. Çalışmada, 37 Parkinson hastası ve 18 sağlıklı bireyden oluşan toplam 55 katılımcıyı içeren HandPD veri seti kullanılmıştır. Katılımcılardan Archimedean spiraller ve dalgalar çizmeleri istenen bir el yazısı testi yapılmıştır. Veri seti, spiral çizimlere dayalı olup toplam 373 örnek içermektedir. Görüntülerin işlenmesi ve el yazısı izlerinin (Handwritten Trace - HT) dijitalleştirilmesi için bulanıklaştırma filtreleri ve matematiksel morfoloji gibi klasik görüntü işleme teknikleri kullanılmıştır. Spiral ve el yazısı izlerinin iskeletini çıkarmak için Zhang-Suen Thinning Algoritması uygulanmıştır. Hastalığın teşhisi için üç farklı sınıflandırıcı kullanılmış olup, %78,9 doğruluk oranı ile en iyi performansı Naïve Bayes sınıflandırıcısı sergilemiştir. Bu el yazısına dayalı teşhis yöntemi, MRI gibi pahalı yöntemlere kıyasla daha düşük maliyetli ve hızlı sonuçlar sağlamıştır. Ancak, kullanılan veri setinin dengesiz ve yetersiz olması, modelin genelleme yeteneğini sınırlamıştır. Ayrıca, temel görsel ve kinematik özellikler yerine daha gelişmiş özellikler ve veri artırma teknikleri kullanılarak modelin iyileştirilebileceği öngörülmüştür.

Basnin ve arkadaşları [14], Parkinson hastalığının erken teşhisine yönelik mikro-grafik statik el yazısı çizimlerini analiz eden bir model sunmuşlardır. Parkinson hastalarında görülen mikro-grafik bozukluklar, özellikle el yazısındaki küçülme ve titreme gibi değişiklikler, bu teşhis yönteminin temelini oluşturmuştur. Çalışmada, iki farklı küresel veri seti birleştirilerek 136 Parkinson hastası ve 36 sağlıklı bireyden oluşan bir veri seti oluşturulmuştur. Toplamda 808 el yazısı görüntüsü içeren bu veri seti, hastalık şiddetini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Parkinson hastalığının teşhisi için Transfer Öğrenme yöntemiyle

VGG-16 mimarisi kullanılmıştır. VGG-16, önceden eğitilmiş bir model olup son katmanları Parkinson verileri ile yeniden eğitilmiştir. Ayrıca, veri artırma teknikleri kullanılarak modelin genelleme yeteneği geliştirilmiştir. Bu model, %90,63 eğitim doğruluğu ve %91,36 test doğruluğu sağlamıştır. Eğitim ve test doğruluğu arasında çok az fark bulunması, modelin iyi bir uyum sağladığını göstermektedir. Ancak, veri seti dengesizliği ve aşırı öğrenme riski, modelin eksik yönleri olarak belirtilmiştir.

Das ve arkadaşları da [15], hastalar tarafından elle çizilen görüntüler aracılığıyla Parkinson hastalığını tespit etmek için gelişmiş bir yöntem araştırmıştır. Daha yüksek doğruluk elde etmek amacıyla, yönlendirilmiş gradyan özelliklerinin histogramlarını (Histogram of Oriented Gradients - HOG) ve ayrık dalgacık dönüşüm katsayılarını (Discrete Wavelet Transform - DWT) birleştirmişlerdir. Bu teknikler, kritik katsayıları belirlemede ve ilgili bilgileri çıkarmada önemli bir başarı göstermiştir. Makine öğrenimi yöntemleri kullanarak hastalık tespitinde daha yüksek doğruluk sağlamış ve özellikle spiral desen görüntülerinde Rastgele Orman (Random Forest) ve Destek Vektör Makinesi (SVM) sınıflandırıcılarının etkinliğini vurgulamışlardır. Ancak çalışmada kullanılan iki farklı veri seti nispeten küçüktür. Daha büyük ve çeşitli veri setleri kullanılarak modelin genelleme yeteneğinin artırılacağı görülmüştür. Ayrıca, görüntü tabanlı analizde kullanılan DWT ve HOG'nin bazı ince detayları yakalayamayacağı fark edilmiştir. Bu nedenle, daha karmaşık derin öğrenme yöntemlerinin bu açıdan daha etkili olabileceği öne sürülmüştür.

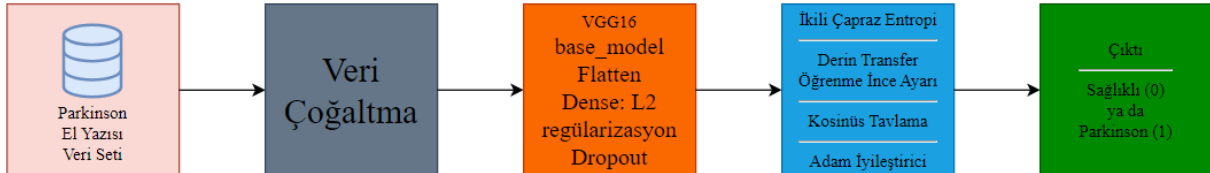
Shaban [17], spiral ve dalga el yazısı desenlerine dayalı tanı için ince ayarlı bir VGG19 modelinin kullanılmasını önermiştir. Çalışmada kullanılan veri kümesi, 102 dalga ve 102 spiral görüntüden oluşmuştur. Veri artırma tekniklerinden biri olan görüntü döndürme, modelin aşırı öğrenmesini engellemiştir. Çalışmada kullanılan CNN modeline 10 katlı çapraz geçişleme uygulanarak dalga ile spiral görüntüler için sırasıyla %88 ve %89 doğruluk elde edilmiştir. Makalede modelin eksik yönleri olarak, veri setinin boyutunun küçük olması nedeniyle genelleme yeteneğinin sınırlı olabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, modelin daha büyük veri setleriyle test edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca, Parkinson hastalığının erken evre teşhisi için yalnızca el yazısı analizinin yeterli olmayabileceği de ifade edilmiştir.

Huang ve arkadaşları ise [18], Parkinson hastalığının erken teşhisi için Derin Transfer Öğrenmesi'ni kullanmışlardır. VGG16, VGG19, ResNet18, ResNet50, ResNet101 ve ViT olmak üzere altı derin öğrenme modelini, hastalığı sınıflandırmak amacıyla elle çizilmiş veri kümelerinde uygulamışlardır. Veri kümesi, elle çizilmiş spiral ve dalga görüntülerinden oluşmaktadır. Görüntülerin boyutu; modellerin performansını, doğruluğunu ve genelleme yeteneğini artırmak için AugMix ve PixMix veri artırma teknikleriyle genişletilmiştir. Ayrıca, özellikle görüntü sınıflandırma görevlerinde modellerin öğrenme sürecini iyileştirmek amacıyla kosinüs tavlama zamanlayıcısı (cosine annealing scheduler) kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, VGG19 modeli %96,67'lik en yüksek ortalama doğruluğa ulaşmıştır. Ancak modelin eksik yönleri arasında, veri setinin küçük olması ve Parkinson hastalığının erken evre teşhisinin zorluğu yer almaktadır. Erken evrede, Parkinson hastaları bazen titreme gibi belirgin semptomlar göstermeyebilir, bu da teşhisi zorlaştırabilir.

Yapılan literatür taramasında el yazısı görüntülerinin, Parkinson hastalığının teşhisinde alternatif ve etkili bir yöntem olarak öne çıktığı görülmektedir. Ancak bu alandaki araştırmalar nispeten az sayıdadır.

3. Metodoloji

Şekil 1, çalışmamızın metodolojisine genel bir bakış sağlar.



Şekil 1. Önerilen model mimarisi.

Şekil 1'de görüldüğü üzere, model el yazısı verilerini kullanarak Parkinson teşhisi için Transfer Öğrenme ve veri artırma tekniklerinden yararlanmıştır. VGG16 tabanlı CNN yapısına sahip modelin nihai çıktısı;

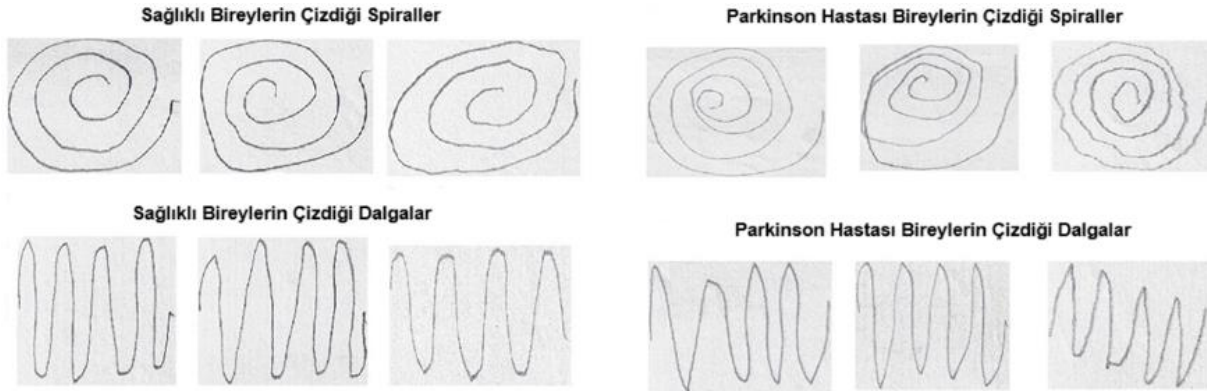
0'ın sağlıklı, 1'in Parkinson hastalığını gösterdiği ikili sınıflandırmadır. Modelin geliştirilme aşamaları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

3.1. Veri Ön İşleme (Data Preprocessing)

Bu çalışmada, Kaggle'dan elde edilen ve Parkinson hastaları ile sağlıklı bireylerin el yazısı örneklerini içeren PaHaW veri seti kullanılmıştır. Veri seti nispeten küçüktür. 102 dalga ile 60 spiral desen görüntüsünden oluşmaktadır. Her bir desen grubunda, sağlıklı bireylere ve Parkinson hastalarına ait eğitim ve test görüntüleri yer almaktadır. PaHaW veri setinin detaylı içeriği Tablo 1'de, örnek bir kesiti ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. PaHaW veri seti

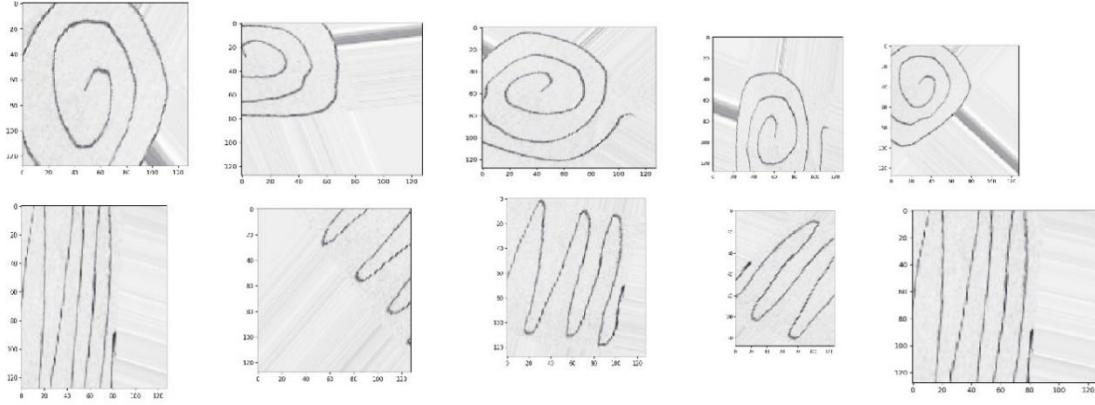
Testing	Spiral		Dalga (Wave)	
	Sağlıklı	Hastalıklı	Sağlıklı	Hastalıklı
	15 görüntü	15 görüntü	15 görüntü	15 görüntü
Training	Sağlıklı	Hastalıklı	Sağlıklı	Hastalıklı
	15 görüntü	15 görüntü	36 görüntü	36 görüntü



Şekil 2. PaHaW veri setinden örnek bir kesit.

Şekil 2'de kesiti verilen PaHaW veri setine ait görüntüler, modele beslenmeden önce birkaç adımdan oluşan veri ön işleme süreçlerinden geçirilmiştir. Bu süreçlerden biri, verilerin yeniden boyutlandırılmasıdır. Farklı boyutlardaki görüntülerin aynı modelde işlenememesi nedeniyle, tüm görüntülerin modelin giriş katmanına sabit bir boyutta verilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, tüm görüntüler 128x128 piksel boyutuna yeniden boyutlandırılmıştır.

Ayrıca, geliştirilen modelde nispeten küçük bir veri seti kullanıldığı için veri artırma yöntemi uygulanmıştır. Bu işleme, eğitim veri setindeki görüntüler döndürme, yakınlaştırma ve kaydırma gibi çeşitli yöntemlerle değiştirilerek yeni görüntüler oluşturulmuştur. Böylece model, daha fazla çeşitlilik görerek bu çeşitliliği öğrenmeye çalışmıştır. Bu yöntemle modelin genelleme yeteneği artırılmış ve yalnızca eğitim setindeki örnekleri ezberlemesi önlenmiştir. Her epoch'ta verilerin rastgele dönüştürülmesi sağlanarak modelin her seferinde farklı veri örnekleri görmesi hedeflenmiştir. Bu sayede, modelin verinin genel yapısını ezberlemek yerine gerçek öğrenme gerçekleştirmesi amaçlanmıştır. Şekil 3'te, ImageDataGenerator ile artırılmış eğitim örnekleri gösterilmektedir.



Şekil 3. ImageDataGenerator artırmasıyla spiral ve dalga eğitim örnekleri.

Bu model ile ikili sınıflandırma yapılmıştır. Her görüntü ya Parkinson hastası ya da sağlıklı olarak sınıflandırılmıştır. İkili sınıflandırma olduğu için sınıf etiketleri 0 (sağlıklı) ve 1 (Parkinson hastası) olarak belirlenmiştir. Model, her görüntüyü 0 (sağlıklı) ya da 1 (Parkinson hastası) olarak etiketlemiştir. Modelin görüntü verilerini mini-batch'ler halinde eğitmesi, bellek kullanımını optimize ederken eğitimi de hızlandırmıştır. Çalışmamızda her adımda 32 görüntü modele verilmiş ve her batch ile model güncellenerek eğitim süreci daha verimli ve stabil hale getirilmiştir. Ayrıca, konvolüsyon katmanlarının çıktısı genellikle çok boyutlu (2D veya 3D) tensörlerdir; bu veriler tam bağlı (Dense) katmanlara geçmeden önce tek boyutlu bir vektöre dönüştürülmelidir. Bu işlem düzleştirme (flattening) olarak adlandırılır ve çalışmamızda konvolüsyon katmanlarından gelen çok (3D) boyutlu veriler tek boyutlu bir vektöre dönüştürülerek tam bağlı katmanlara verilmiştir.

3.2. VGG16 Transfer Öğrenme Modelinin Kullanılması

VGG16, derin bir CNN modelidir. Büyük veri setleri üzerinde eğitildiği için genel özellikleri çok iyi çıkarabilir. Özellikle evrişim ve havuzlama katmanları sayesinde görüntü verilerindeki önemli örüntüleri (patterns) tanıma konusunda başarılıdır. CNN ise tıpkı VGG16 gibi görüntü sınıflandırma, nesne algılama ve benzeri görüntü tabanlı görevlerde kullanılır. CNN mimarisinin evrişimsel yapısı, görüntülerdeki yerel özellikleri yakalayarak başarılı sonuçlar verir. Modelimizde, VGG16'nin evrişimsel yapısı kullanılarak Transfer Öğrenme uygulanmış, üzerine eklenen tam bağlı katmanlar ile özelleştirilmiş bir CNN oluşturulmuştur. VGG16'nin evrişimsel katmanları sayesinde, görüntü verileri işlenmiş ve son katmanlarda özelleşmiş bir sınıflandırma yapılmıştır.

Çalışmamızda; VGG16 modeli önceden eğitilmiş ağırlıklarla (PaHaW) yüklenmiş, ilk katmanları modelin önceden eğitilmiş bilgisini korumak için dondurulmuştur. Yalnızca son 4 katman serbest bırakılarak yeniden eğitilmiştir. L2 regülarizasyonu ve dropout teknikleri ile aşırı öğrenme önlenmeye çalışılmıştır. Bu anlamda L2 regülarizasyonu, makine öğrenimi modellerinde aşırı öğrenmeyi (overfitting) önlemek için kullanılan bir tekniktir. Bu teknik, modelin ağırlıklarını cezalandırarak modelin daha dengeli ve genelleme yeteneği yüksek olmasını sağlar. Modelin karmaşıklığını sınırlayarak aşırı büyük ağırlıkların oluşmasını önler. Ayrıca L2 regülarizasyonu, kayıp fonksiyonuna ek bir terim ekler. Bu terim, modelin ağırlıklarının karelerinin toplamına dayalıdır. Aşağıdaki gibi bir kayıp fonksiyonuna uygulanır:

$$L2 \text{ kaybı} = \text{orijinal kayıp} + \lambda * \Sigma w^2 \quad (1)$$

(1) numaralı denklemden; L2 kaybı modelin varsayılan kayıp fonksiyonunu, Σw^2 modelin tüm ağırlıklarının karelerinin toplamını, λ (lambda) ise L2 regülarizasyon parametresini ifade eder. λ parametresi regülarizasyonun gücünü belirler. Büyük bir λ , regülarizasyonu artırırken ağırlıkları daha fazla kısıtlar. Bu anlamda L2 regülarizasyonu, modelin ağırlıklarını sıfıra doğru küçültmeye çalışır. Ağırlıkların karelerinin toplamına dayandığı için büyük ağırlıklar cezalandırılır ve bu ağırlıkların küçültülmesi sağlanır. Bu sayede, modelin daha basit ve dengeli bir yapısı oluşur. Böylece modelin aşırı öğrenmesi önlenerek, genelleme yeteneği artırılır.



Dropout tekniği ise, makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerinde aşırı öğrenmeyi (overfitting) önlemek için kullanılan etkili bir regülarizasyon yöntemidir. Bu teknik, her eğitim adımında (her mini-batch'te) sinir ağı içindeki belirli nöronları rastgele seçerek devre dışı bırakır. Yani, nöronların bir kısmı eğitim sırasında geçici olarak eğitime katılmaz. Böylece model, her eğitim adımında farklı nöron gruplarıyla öğrenir ve belirli nöronlara veya özelliklere aşırı bağımlı hale gelmesi önlenir. Önerdiğimiz modelde, Dropout her tam bağlı (Dense) katmandan sonra uygulanmıştır. Katmanlardaki nöronların %70'i her eğitim adımında rastgele devre dışı bırakılmıştır. Bu oran, modelin aşırı öğrenmesini önlemek için güçlü bir regülarizasyon sağlarken modelin her seferinde yalnızca %30'luk bir nöron grubu ile öğrenme yapmasına olanak tanımıştır.

3.3. Kosinüs Tavlama Programı (Cosine Annealing Schedule)

Etkili bir öğrenme oranı planlayıcısı olan kosinüs tavlama planlayıcıları, özellikle görüntü sınıflandırmasında makine öğrenimi modellerinin performansını artırmada önemli bir rol oynar. Bu bağlamda Loshchilov ve Hutter [19] ise, kosinüs fonksiyonunun öğrenme oranını düzenlediğini, bir modelin optimum şekilde yakınsamasına yardımcı olduğunu ve aşırı uyumu önlediğini savunmuşlardır. Önerdiğimiz çalışmada kosinüs tavlama zamanlayıcısı, önceden belirlenmiş bir minimuma ulaşana kadar bir kosinüs eğrisine göre kademeli olarak azalan yüksek bir öğrenme oranıyla başlamıştır. Daha sonra, öğrenme oranı tekrar daha yüksek bir değere yükseltilmiştir. Bu döngü, modelin hata manzarası içindeki çeşitli yerel minimumları keşfetmesini sağlamak için yinelemeli olarak tekrarlanmıştır. Her döngüde i. çalıştırma içindeki kosinüs tavlama için öğrenme oranı aşağıdaki (2) nolu denklemde gösterilmiştir. Burada n_{min} ve n_{max} öğrenme oranı aralıklarını tanımlar. T_{cur} ise gerçekleştirilen epoch sayısını gösterir [18].

$$n = n_{min}^i + \frac{1}{2} (n_{max}^i - n_{min}^i) * (1 + \cos(\frac{T_{cur}}{T_i} * \pi)) \quad (2)$$

Bu yaklaşımın veri artırma teknikleriyle birlikte kullanıldığında etkililik gösterdiği görülmüştür. Bir başka deyişle, Cosine Annealing ile öğrenme oranı dinamik olarak ayarlanarak, eğitim sırasında daha iyi genelleştirme ve daha kararlı bir optimizasyon süreci elde edilmiştir.

3.4. Model Optimizasyonu ve Eğitimi

Bu bölümde, Cosine Annealing ile güncellenmiş öğrenme oranını kullanarak Adam optimizatörü oluşturulmuştur. Böylece model Adam optimizatörü ile derlenmiştir.

Bu bölümde model, spiral ve dalga veri seti üzerinde eğitilmiştir. Kullanılan metodun içine eğitim verilerini besleyen veri jeneratörü, her epoch'da kaç adım atılacağı, modeli geçermek için kullanılan test veri seti, geçermeye adımlarının sayısı, erken durdurma ve öğrenme oranı ayarlayıcısı dahil edilerek model eğitilmiştir.

Modelimizin performansını değerlendirmek için bazı ölçütler kullanılmıştır. Bu metrikler, modelin eğitim ve geçermeye süreçlerinde ne kadar iyi performans gösterdiğini anlamamıza yardımcı olmuştur.

Modelimizde kullanılan en temel metrik doğruluk (accuracy) metriğidir. Bu metrik, ikili sınıflandırma problemlerinde en yaygın kullanılan performans ölçütüdür. Modelin genel başarısını anlamaya yardımcı olur. Bu bağlamda doğruluk (accuracy), modelin yaptığı doğru tahminlerin toplam tahminlere oranını gösterir. Eğitim doğruluğu (training accuracy), modelin eğitim veri setindeki başarısını ifade ederken, geçermeye doğruluğu (validation accuracy) ise modelin geçermeye veri seti üzerindeki performansını gösterir. Bu durum, modelin eğitim verisi dışındaki verilere ne kadar iyi genelleme yaptığını anlamamızı sağlar.

Eğitim sürecinde, eğitim doğruluğu ve geçermeye doğruluğu sürekli olarak hesaplanmış ve raporlanmıştır. Böylece, modelin hem eğitim hem de geçermeye setlerindeki performansı yakından izlenmiştir.

Modelin başarısını değerlendirirken kullanılan bir diğer önemli ölçüt ise kayıp (loss) fonksiyonudur. Kodumuzda, Parkinson hastalığı ve sağlıklı durumu iki sınıf olarak ele alındığından, binary_crossentropy kayıp fonksiyonu kullanılmıştır. Kayıp fonksiyonu, modelin tahminlerinin



doğruluğunu ölçen bir metriktir. Modelin her tahminde yaptığı hataların bir göstergesidir. Bu kayıp fonksiyonunun formülü (3) numaralı denklemde verilmiştir.

$$\text{İkili Çapraz Entropi} = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i \log(p_i) + (1 - y_i) \log(1 - p_i)) \quad (3)$$

(3) nolu formülde de görüleceği üzere;

y_i : Gerçek sınıfı (Parkinson hastası mı yoksa sağlıklı mı)

p_i : Modelin o sınıfa ait olma olasılığı tahminini (sigmoid aktivasyonundan elde edilen çıktı)

N : Toplam örnek sayısını ifade eder. Böylece, modelin tahminlerinin gerçek değerlere olan yakınlığı ölçülmüş olur. Kayıp fonksiyonunun düşük olması, model tahminlerinin gerçek değerlere yakın olduğunu ifade eder.

Ayrıca, kayıp fonksiyonunu optimize etmek ve aşırı öğrenmeyi önlemek amacıyla Learning Rate Scheduler ve Early Stopping callback'leri kullanılmıştır. Early Stopping; modelin geçerleme kaybının (validation loss) 20 epoch sonunda iyileşmediğinde, eğitim sürecini erken durdurmayı sağlamıştır. Böylece modelin aşırı öğrenmesi engellenmiştir. Learning Rate Scheduler ise, öğrenme oranını cosine annealing yöntemiyle dinamik olarak ayarlamıştır. Böylece, modelin öğrenme süreci optimize edilerek kayıp fonksiyonunun daha etkin bir şekilde düşmesi sağlanmıştır.

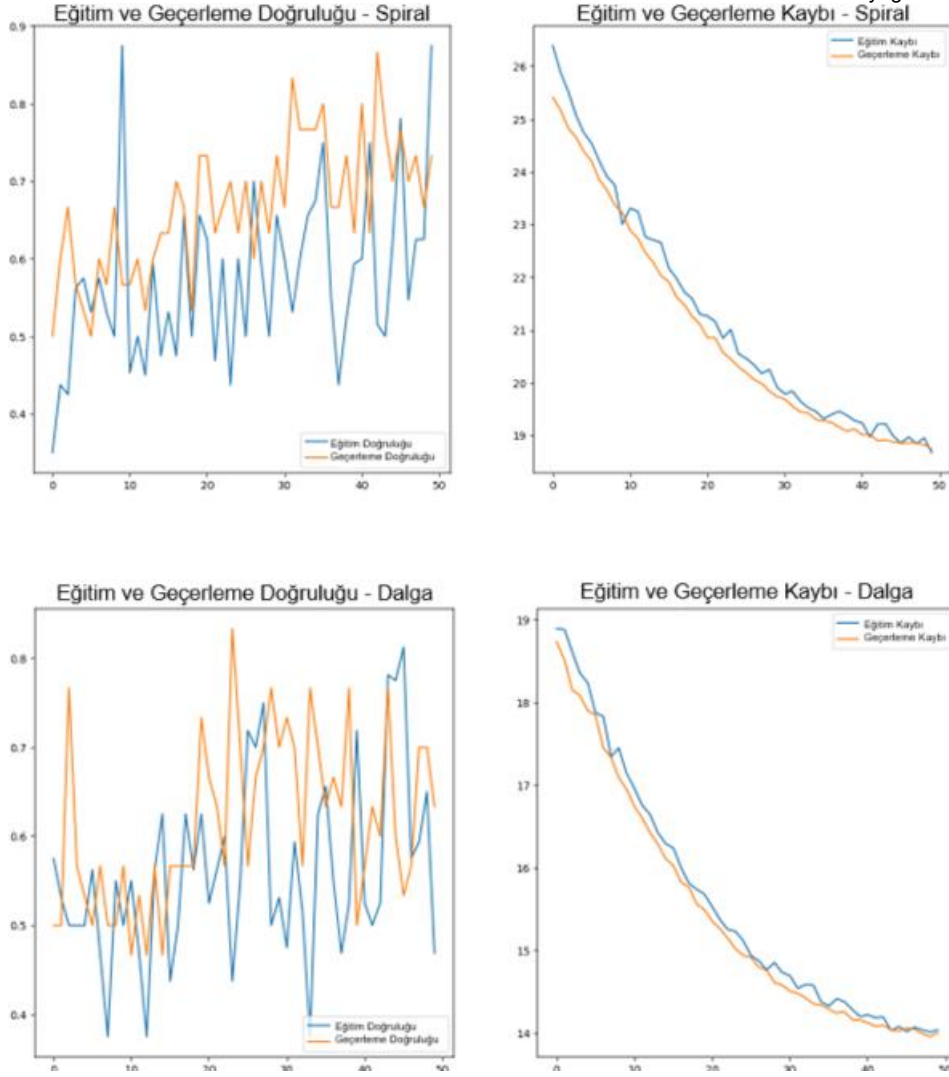
Önerdiğimiz modele ait değerlendirme metrikleri Tablo 2 'de, birkaç önemli epoch sonucunda eğitim sürecinde gözlemlenen performans değişimi Tablo 3'de, grafiklerle model performansı da Şekil 4'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Geliştirilen modelin performans ölçütleri

Geçerleme Doğruluğu	Eğitim Doğruluğu	Geçerleme Kaybı
%73,33	%87,5	18,74

Tablo 3. Eğitim sürecinde gözlemlenen performans değişimi

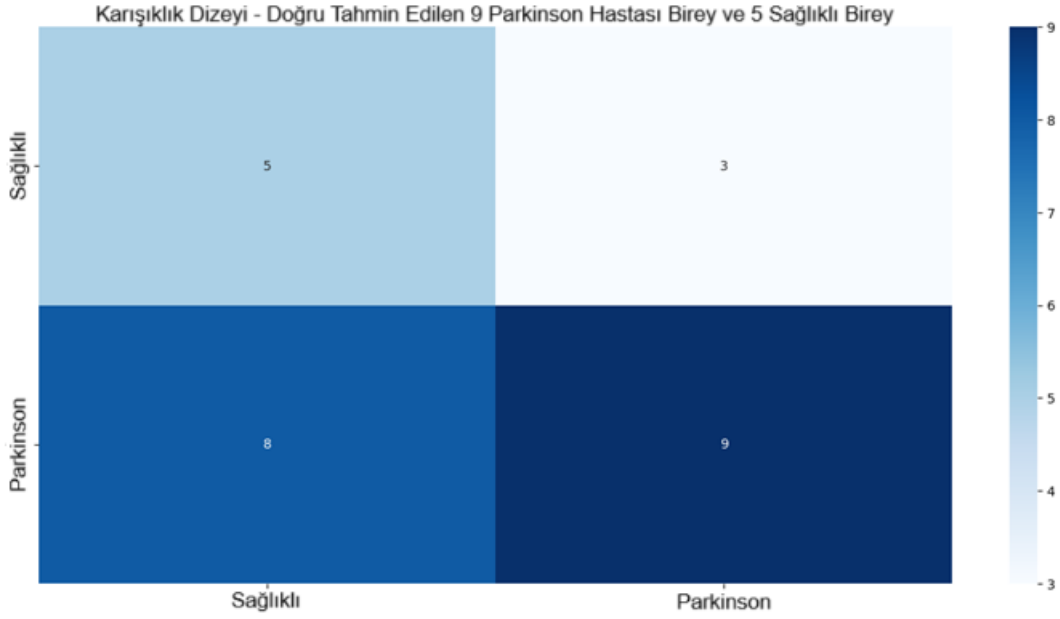
Epoch Numarası	Geçerleme Doğruluğu	Geçerleme Kaybı
Epoch 1	%50,00	18,7319
Epoch 10	%56,67	16,9498
Epoch 20	%73,33	15,4959
Epoch 50	%73,33	18,7438



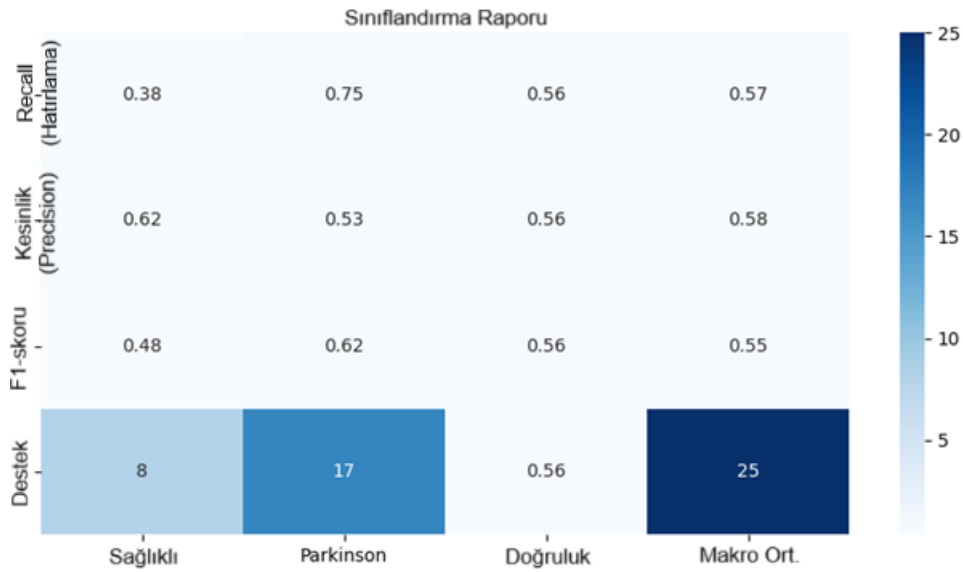
Şekil 4. Spiral ve dalga veri seti üzerindeki VGG16'nın doğruluk ve kayıp eğrisi.

3.5. Model Performansı

Çalışmamızda, gizlilik ve etik kurallar nedeniyle yeterli, kaliteli ve doğru hasta verilerine ulaşmakta zorluklar yaşanmıştır. Bu nedenle, tahminleme amacıyla internetten elde edilen 17 Parkinson hastasının ve çevremizden temin edilen 8 sağlıklı bireyin el yazısı örnekleri kullanılmıştır. Modelimize uygulanan tahminleme işlemi sonucunda doğruluk %52,94 olarak belirlenmiştir. Tahminlemeye yönelik karmaşıklık matrisi (confusion matrix) ve sınıflandırma raporu (classification report) ise Şekil 5 ve Şekil 6'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Tahminlemeye yönelik Karışıklık Dizeyi (Confusion Matrix).



Şekil 6. Tahminlemeye yönelik Sınıflandırma Raporu (Classification Report).

Tablo 2 ve Tablo 3'teki değerlendirme teknikleri ve eğitim sürecinde gözlemlenen performans değişimine göre, modelin geçerleme doğruluğu (validation accuracy) %73,33 civarında olduğu görülmektedir. Bu oran, modelin geçerleme veri setindeki sınıflandırma görevinde oldukça başarılı olduğunu göstermektedir. Ancak, modelin geçerleme kaybı (validation loss) son epoch'larda biraz yüksektir. Bu durum, modelin daha fazla ince ayar yapılması veya farklı regülarizasyon yöntemlerine ihtiyaç duyabileceğini göstermektedir. Eğer geçerleme doğruluğu daha da artırılmak istenirse, modelde iyileştirmeler yapılabileceği (örneğin, daha az dropout uygulamak veya öğrenme oranını değiştirmek) açıktır. Bu sonuçlara dayanarak, modelin geçerleme setindeki performansı oldukça makul olmakla birlikte, geçerleme kaybı üzerinde biraz daha çalışılması gerekmektedir. Parkinson ve sağlıklı bireylere ait verilerle eğitilen modelin, hiç görmediği el yazısı görüntülerine yönelik tahminlerindeki doğruluk oranı %52,94'tür. Bu oran Şekil 5'de gösterilmektedir. Modele verilen tahmin örneklerinin bir kısmı, veri



teminindeki zorluklar nedeniyle PaHaW veri setinden seçildiği için, elde edilen sonuçların kısmen doğru kabul edilebileceğini göstermektedir. Buna göre, 5 sağlıklı birey doğru sınıflandırılırken, geri kalan 3 sağlıklı birey yanlış sınıflandırılmıştır. Ayrıca, 9 Parkinson hastası doğru sınıflandırılmış, geri kalan 8 Parkinson hastası ise yanlış sınıflandırılmıştır.

4. Sonuç

Bu çalışmada, Parkinson hastalığının el yazısı analizi ile teşhisine yönelik bir model geliştirilmiştir. Sonuçlar, modelin %73,33 doğruluk oranıyla makul bir performans sergilediğini ortaya koymaktadır. El yazısı örneklerinin sınıflandırılması yoluyla Parkinson hastalığının teşhis edilmesi hedeflenmiştir. Ancak veri teminindeki sınırlamalar nedeniyle kullanılan veri setinin boyutu küçük kalmış, bu da sonuçların genelleme yeteneğini kısıtlamıştır.

Model, VGG16 tabanlı bir CNN kullanılarak Transfer Öğrenme ve veri artırma teknikleri ile desteklenmiştir. Aşırı öğrenmeyi engellemek amacıyla L2 regülarizasyon ve dropout gibi teknikler uygulanmıştır. Eğitim süreci sonunda elde edilen %73,33 doğruluk oranı, modelin genel teşhiste tatmin edici bir performans sergilediğini göstermektedir. Ancak validation loss değerinin yüksek kalması, modelin iyileştirilmesi gerektiğine ve ek regülarizasyon yöntemlerinin kullanılabileceğine işaret etmektedir.

Sonuç olarak, bu bulgular modelin Parkinson hastalığının teşhisinde kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak daha fazla ve kaliteli veri ile modelin performansı artırılabilir ve genelleme kapasitesi iyileştirilebilir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, modelin daha geniş çapta klinik ortamlarda uygulanabilirliğini test etmek ve performansını geliştirmek amacıyla daha büyük veri setleri üzerinde odaklanmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] DİVARCI, H. Özgüç, "Hastane Temiz Odalarının Tasarım Esasları" İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2018
- [2] TUNCAY Erkan, "Ameliyathanelere Verilecek En Az Hava Debisi ve Laminer Tavan Uygulaması" Alarko Carrier Teknik Bülten, Sayı 36, Ocak 2012
- [3] AYDIN Tuğçe, ENGİNOĞLU Serdar, "Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Parameterized Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Soft Sets and Their Application in Decision-Making" Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, Cilt 12, Sayı 1, ss. 1541-1558, 2021.
- [4] HUSEYN, Elcin, "Deep Learning Based Early Diagnostics of Disease" arXiv, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2008.01792>
- [5] SHABAN, Mohamed, "Deep Learning for Parkinson's Disease Diagnosis: A Short Survey" Computers, 2023, 12, no. 3: 58. <https://doi.org/10.3390/computers12030058>
- [6] TANVEER Mohammad, RICHHARIYA Bharat, KHAN R.U., RASHID A.H., KHANNA Pritee, PRASAD Mukesh, LIN Chinteng, "Machine Learning Techniques for the Diagnosis of Alzheimer's Disease" ACM Trans. Multimed. Comput. Commun. Appl., 2020, 16, 1–35. <https://doi.org/10.1145/3344998>
- [7] ZHOU Zeyang, KANWAL Ayush, CHATURVEDI Kunal, RAZA Rehan, PRAKASH Shiv, JAN Tony, PRASAD Mukesh, "Deep Learning-Based Classification of Neurodegenerative Diseases Using Gait Dataset: A Comparative Study" In Proceedings of the 2023 International Conference on Robotics, Control and Vision Engineering, Tokyo, Japan, 21–23 July 2023; ACM: New York, NY, USA, 2023; pp. 59–64.
- [8] CHATTERJEE Kalyan, Kumar R. Praveen, BANDYOPADHYAY Anjan, SWAIN Sujata, MALLIK Saurav, LI Aimin, RAY Kanad, "PDD-ET: Parkinson's Disease Detection Using ML Ensemble Techniques and Customized Big Dataset" Information 2023, 14, 502. <https://doi.org/10.3390/info14090502>
- [9] ZAFEIROPOULOS Nikolaos, BITILIS Pavlos, TSEKOURAS George E, KOTIS Konstantinos, "Evaluating Ontology-Based PD Monitoring and Alerting in Personal Health Knowledge Graphs and Graph Neural Networks" Information, 2024, 15, 100. <https://doi.org/10.3390/info15020100>



- [10] DAI Yin, SONG Yumeng, LIU Weibin, BAI Wenhe, GAO Yifan, DONG Xinyang, LV Wenbo, "Multi-Focus Image Fusion Based on Convolution Neural Network for Parkinson's Disease Image Classification" *Diagnostics* 2021, 11, 2379. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11122379>
- [11] HAQ A. UI, LI J. Ping, AGBLEY Bless Lord Y, MAWULI C. Bernard, ALI Zafar, NAZIR Shah, DIN S. Ud, "A Survey of Deep Learning Techniques Based Parkinson's Disease Recognition Methods Employing Clinical Data" *Expert Syst. Appl.* 2022, 208, 118045. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118045>
- [12] HALLER Sven., SIMON Badoud, NGUYEN Duy, GARIBOTTO Valentina, "Individual Detection of Patients with Parkinson Disease Using Support Vector Machine Analysis of Diffusion Tensor Imaging Data: Initial Results" *Am. J. Neuroradiol.* 2012, 33, 2123–2128. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3126>
- [13] TASSEW T. Megabiaw, XUAN Nie, CHAI Bosong, "PDDS: A Software for the Early Diagnosis of Parkinson's Disease from MRI and DaT Scan Images Using Detection and Segmentation Algorithms" *Biomed. Signal Process. Control*, 2023, 86, 105140. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.105140>
- [14] ISAACSON Jonathan R., BRILLMAN Salima, CHHABRIA Nisha, ISAACSON Stuart H., "Impact of DaTscan Imaging on Clinical Decision Making in Clinically Uncertain Parkinson's Disease" *J. Park. Dis.* 2021, 11, 885–889. <https://doi.org/10.3233/JPD-202506>
- [15] ZHAM Poonam, KUMAR Dinesh K., DABNICHKI Peter, ARJUNAN S. Poosapadi, RAGHAV Sanjay, "Distinguishing Different Stages of Parkinson's Disease Using Composite Index of Speed and Pen-Pressure of Sketching a Spiral" *Front. Neurol.* 2017, 8, 268142. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00435>
- [16] PEREIRA Clayton R., PEREIRA Danillo R., DA SILVA Francisco A., HOOK Christian, WEBBER Silke A. T., PEREIRA Luis A. M., PAPA Joao P., "A Step towards the Automated Diagnosis of Parkinson's Disease: Analyzing Handwriting Movements" In Proceedings of the IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems 2015, Sao Carlos, Brazil, 22–25 June 2015. <https://doi.org/10.1109/CBMS.2015.34>
- [17] BASNIN Nanziba, SUMI T. Akter, HOSSAIN M. Shahadat, ANDERSSON Karl, "Early Detection of Parkinson's Disease from Micrographic Static Hand Drawings" In Proceedings of the 2021 International Conference on Brain Informatics, Virtual, 17–19 September 2021; Volume 12960, pp. 433–447. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86993-9_39
- [18] DAS H. Shekhar, DAS Akalpita, NEOG Anupal, MALLIK Saurav, BORA Kangkana, ZHAO Zhongming, "Early Detection of Parkinson's Disease Using Fusion of Discrete Wavelet Transformation and Histograms of Oriented Gradients" *Mathematics*, 2022, 10, 4218. <https://doi.org/10.3390/math10224218>
- [19] KAMRAN Iqra, NAZ Saeeda, RAZZAK Imran, IMRAN Muhammad, "Handwriting Dynamics Assessment Using Deep Neural Networks for Early Identification of Parkinson's Disease" *Future Gener. Comput. Syst.*, 2020, 117, 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.11.020>
- [20] SHABAN, Mohamed, "Deep Convolutional Neural Network for Parkinson's Disease Based Handwriting Screening" In Proceedings of the IEEE 17th International Symposium on Biomedical Imaging Workshops (ISBI Workshops) 2020, Iowa City, IA, USA, 4 April 2020. <https://doi.org/10.1109/ISBIWorkshops50223.2020.9153407>
- [21] HUANG Yingcong, CHATURVEDI Kunal, NAYAN Al-Akhir, HESAMIAN M. Hesam, BRAYTEE Ali, PRASAD Mukesh, "Early Parkinson's Disease Diagnosis through Hand-Drawn Spiral and Wave Analysis Using Deep Learning Techniques" *Information*, 2024, 15(4), 220. <https://doi.org/10.3390/info15040220>
- [22] LOSHCHILOV Ilya, HUTTER Frank, "SGDR: Stochastic Gradient Descent with Warm Restarts" *arXiv*, 2017, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1608.03983>.

ÖZGEÇMİŞ

Yelda FIRAT

1972 yılı Karaman doğumludur. 1994 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Öğretmenliği (İng.) bölümünden mezun olmuştur. 2000 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde İşletme Yüksek Lisansını tamamlamıştır. 2015'de Trakya



Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği ana bilim dalında doktorasını bitirmiştir. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'nde 1994-2016 yılları arasında Öğretim Görevlisi olarak, 2016-2024 yılları arasında da Dr. Öğretim Üyesi olarak çalışmıştır. Şu anda Mudanya Üniversitesi Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünde Dr. Öğretim Üyesi olarak çalışmaktadır. Yapay Zekâ, veri madenciliği ve yazılım alanında çalışmalar sürdürmektedir.

Murat Kaan YILMAZ

2001 yılı Mersin doğumludur. 2023 yılında Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği (İngilizce) bölümünü bitirmiştir. Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans yapmaktadır. Özel bir şirkette Bilgisayar Mühendisi olarak Doğal Dil İşleme alanında çalışmıştır. Şu anda Mudanya Üniversitesi Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği (İngilizce) bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Yapay Zekâ ve Bilişsel Bilimler alanında çalışmalar sürdürmektedir.

Yılmaz KILIÇASLAN

Mudanya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde profesör olarak görev yapmaktadır. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nden 1992 yılında mezun oldu. Yüksek lisans derecesini 1994 yılında, doktora derecesini 1999 yılında Edinburgh Üniversitesi Fen Fakültesi'nden aldı. 2000-2016 yılları arasında Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde Öğretim Görevlisi, Yardımcı Doçent, Doçent ve Profesör pozisyonlarında çalıştı. 2016-2024 yılları arasında Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde profesör olarak görev yaptı. 70'den fazla ulusal ve uluslararası makale, bildiri, kitap ve kitap bölümü yayınlamıştır.

PV/Termal Sistemlerinde Termal Yönetim için Olası Uygulamalar

M. Musab BAYAT

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Ertan BUYRUK

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

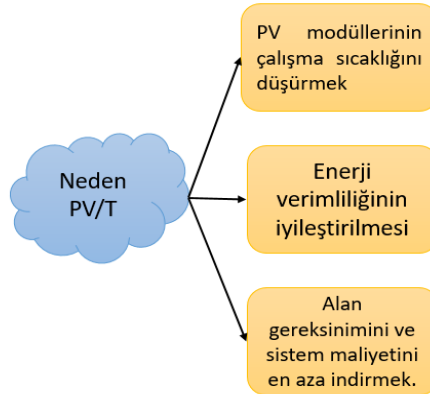
ÖZET

Mevcut PV teknolojisiyle ilişkili düşük verimlilik sorununun tam olarak ele alınabilmesi için dünyadaki araştırmacılar ve akademisyenler tarafından fotovoltaik-termal veya PV/T sistemlerinin potansiyeli hakkında birçok araştırma gerçekleştirilmiş ve çalışmalar devam etmektedir. Bu hibrit PV/T sistem tabanlı teknolojinin geçmişi 30 yıla dayanmakta olup PV/T kelimesi [PV (fotovoltaik) +T (termal)] kelimelerinden oluşmaktadır. PV hücrelerinde atık ısı olarak dağıtılan ve PV hücrelerinin verimliliğinde azalmaya neden olan güneş ışınımının verimli bir şekilde kullanılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada, PV/T kolektörlerinde termal yönetim için mevcut olan hava bazlı, sıvı bazlı, faz değişim malzemesi (FDM) bazlı ve ısı borusu bazlı termal yöntemler ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik-termal (PV/T), faz değişim malzemesi (FDM), ısı borusu

1. Giriş

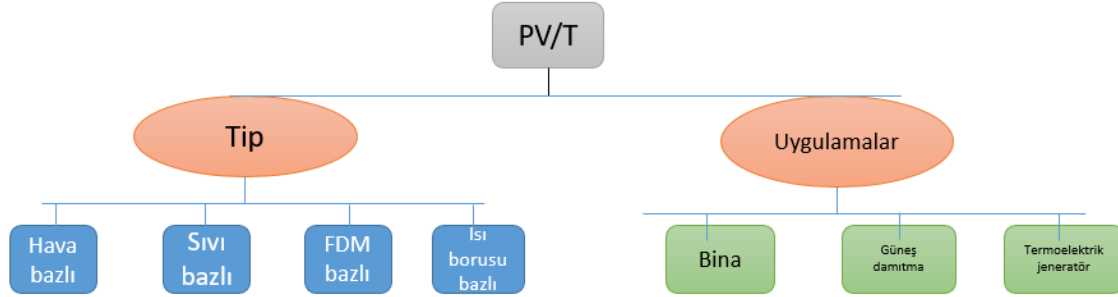
Fotovoltaik-termal (PV/T) teknolojisinin içeriği, PV modüllerinin çalışma sıcaklığının düşürülmesi, sistemin genel enerji verimliliğinin iyileştirilmesi ve alan gereksiniminin ve sistem maliyetinin en aza indirilmesi olarak gruplandırılabilir. Olası uygulamalarıyla birlikte farklı PV/T tekniklerinin kategorik açıklaması Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. PV/T tekniklerinin kullanım amacı.

Fotovoltaik termal veya PV/T sistemleri, PV panellerinin çalışma sıcaklığını istenen aralıkta tutan ve ısı ve elektrik işi üreten entegre sistemlerdir. Hücre sıcaklığındaki artışın PV modüllerinin performansını düşürdüğü, PV modüllerinin gelen güneş ışınımının yalnızca %5-20'sini yararlı işe dönüştürdüğü ve ışınımın önemli bir kısmının ısıya dönüşerek PV hücrelerine zarar verdiği çalışmalarla kanıtlanmıştır [1-3]. PV modülünün arka tarafına yerleştirilecek uygun bir mekanizma ile PV modülünün çalışma sıcaklığını artıran atık/fazla ısının kullanılması PV/T sisteminin çalışma prensibini ortaya çıkarmaktadır. Uygun termal yönetim olmadığında PV modülünün yüzey sıcaklığı 85 °C'ye kadar çıkabilmektedir [4].

Hava, sıvı, FDM ve ısı borusu ile özellikle binalarda kullanılan PV/T teknikleri Şekil 2'de kategorik olarak gösterilmiştir. Bir fotovoltaik panel ile düz plakalı bir güneş termal kollektörünün tek bir üniteye birleştirilmesiyle PV/T sistemleri oluşturulmaktadır.



Şekil 2. Farklı PV/T tekniklerinin kategorik açıklaması.

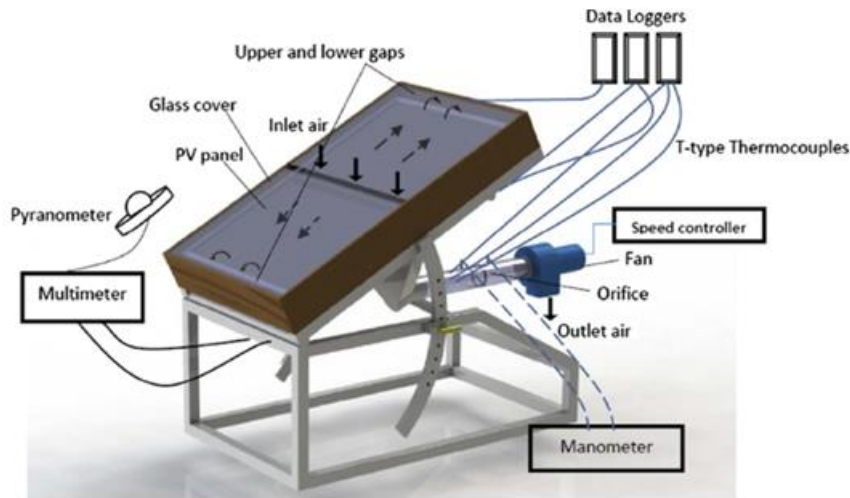
2. Termal Enerji Yönetimi için PV/T Sistemlerinin Farklı Teknikleri

Termal enerji yönetimi için mevcut teknikler şu şekilde sıralanabilir:

- Hava bazlı PV/T sistemleri
- Sıvı bazlı PV/T sistemleri
- FDM bazlı PV/T sistemleri
- Isı borusu bazlı PV/T sistemleri

2.1. Hava Bazlı PV/T Sistemleri

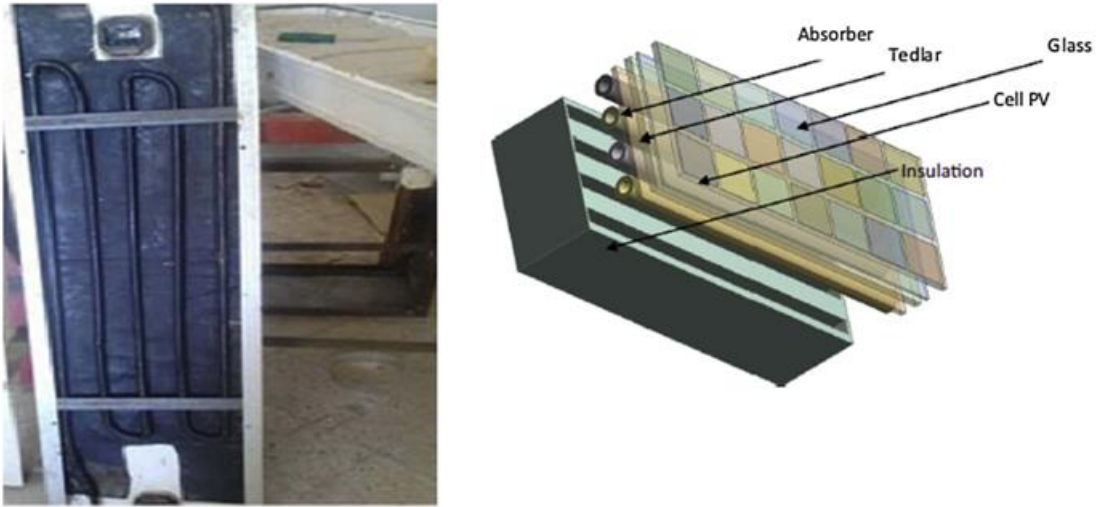
Bu sistemler ısı transferi için havayı kullanır. Havanın kütle akış hızı, hücre sıcaklığını düşürmede ve sistemin genel enerji verimliliğini artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Fakat bu sistemlerin en büyük dezavantajı ısıl iletkenliğin düşük olması ve büyük hacimli havayı işlemenin zorluğudur. Saygın vd. tarafından yapılan çalışmada PV paneli termal emici yerine bir hava toplayıcısının (iç yüzeyleri siyah boyalı, 2 cm kalınlığında ahşap bir çerçeveye) içine yerleştirilmiştir [5] (Şekil 3). Modülün üstünde ve altında hava akışını en iyi şekilde düzenleyerek fazla ısıyı termal uygulamalar için kullanmayı amaçlamışlardır. PV paneli ile hava toplayıcısının cam kapağı arasını farklı mesafelerde (3, 5 ve 7 cm) tutarak deneyler gerçekleştirmişlerdir. Mesafenin 5 cm olduğu sistemde en yüksek elektriksel verim elde edilirken 3 cm mesafenin olduğu sistemde en yüksek termal verimlilik elde edilmiştir.



Şekil 3. Hava bazlı PV/T kollektörünün deneysel kurulumu [5].

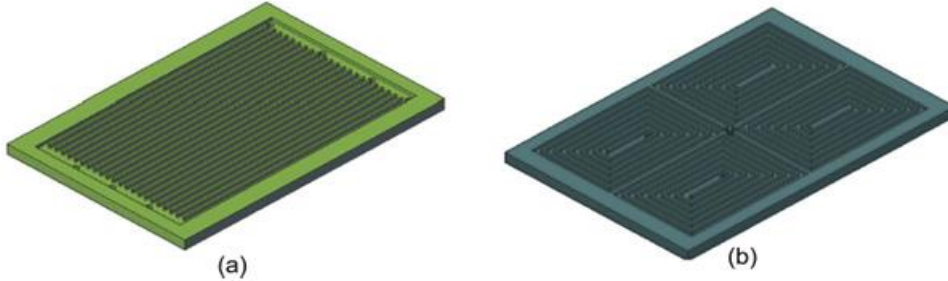
2.2. Sıvı Bazlı PV/T Sistemleri

Bu sistemler farklı emici ve akışkan türlerine sahip olduğundan termal düzenleme için en geniş teknik seçenekleri sunmaktadır [6]. Hava bazlı sistemler ile karşılaştırıldığında daha yüksek ısı iletkenlikleri ve daha az hacim gereksinimlerinden dolayı daha avantajlıdır. Khelifa vd. çalışmalarında PV'nin arka kısmına entegre edilmiş bir levha ve boru tipi termal emici ile su ısıtma amacıyla bir hibrit PV/T sistemi oluşturmuşlar ve matematiksel modelini gerçekleştirmişlerdir [7] (Şekil 4). Önerilen sistem, PV modülü, üst cam kapak, tedlar tabakası, galvanizli çelikten yapılmış 130 cm uzunluğunda levha ve boru tipi termal emiciden oluşmaktadır. Isı transfer akışkanı olarak su kullanılmış ve ısı kayıpları en aza indirmek için sistemin alt ve yan kısımlarına yalıtım sağlanmıştır. Sonuç olarak, PV'nin çalışma sıcaklığında önemli bir azalma (%15-20) görülürken, suyun çıkış sıcaklığının 24 °C'den 40 °C'ye çıktığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Su ısıtma için hibrit PV/T sistemi [7].

Sıvı akışkanlardan olan nano akışkanlar, değişen şekilleri, boyutları ve tipleriyle istenen ısı transferi ve ısı iletkenlik aralığına ulaşmak daha etkindirler. Daha iyi bir ısı düzenleme için birden fazla nano parçacığın bir baz akışkanla birlikte kullanımı ise başka bir yöntemdir ve suda asılı nano parçacıklardan oluşmaktadır [8]. Karami ve Rahimi [9] çalışmalarında nano akışkan [su+Boehmit (AlOOH·xH₂O) 2] bazlı PV/T sistemini düz ve sarmal akış kanalları için incelemişlerdir (Şekil5). Sonuçlar, nano akışkanın kullanımının PV modülünün çalışma sıcaklığını önemli ölçüde azalttığını, düz kanal ve sarmal kanal tasarımı için en yüksek modül sıcaklık düşümünün sırasıyla 18,33 °C ve 24,22 °C olduğunu göstermektedir. Ayrıca elektriksel verimliliğinin sırasıyla %20,57 ve %37,67 olduğu bulunmuştur.

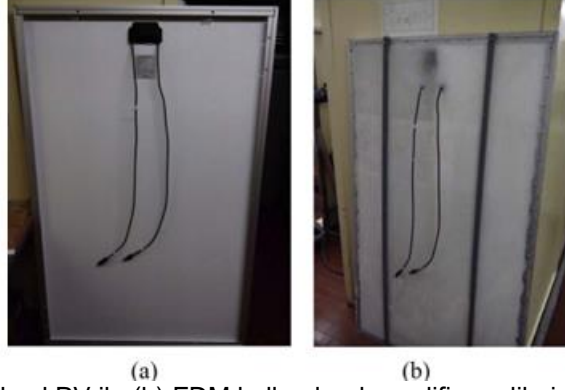


Şekil 5. (a) Düz kanal akış tasarımı (b) sarmal kanal akış tasarımı [8].

2.3. Faz Değişim Malzemesi (FDM) Bazlı PV/T Sistemleri

Son yıllarda termal enerji yönetimi tabanlı uygulamalarda FDM kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. FDM'nin termal enerji transferi, malzemenin durumunun veya fazının sıvıdan katıya veya katıdan sıvıya

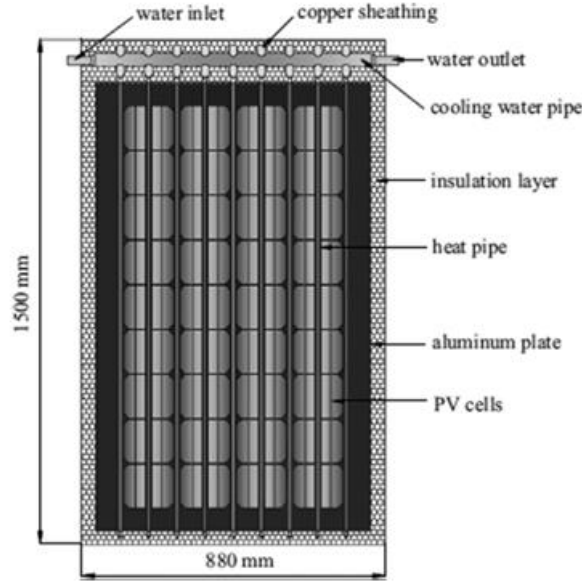
değiştirdiği şarj veya deşarj (eritme veya katılaşma) işlemi sırasında meydana gelir. Başlangıçta bir FDM, doymuş durumuna yani erime/katılaşma durumuna kadar duyarlı bir şekilde ısıtılır, ardından FDM tamamen eriyene kadar sabit sıcaklıkta gizli ısıyı emer [9]. Stropnik ve Stritih [10], fotovoltaik panelin elektriksel verimliliğinin ve güç çıkışının faz değişim malzemeleri (FDM'ler) kullanılarak artırılabilirliğini incelemiştir. Şekil 6, referans PV ve PV-FDM kullanılarak yapılan deneysel kurulumu göstermektedir. Gün boyunca PV-FDM sisteminin panel yüzeyinde gözlemlenen maks. sıcaklık farkının referans PV panel yüzeyindeki maks. sıcaklık farkından $35,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ daha fazla olduğu sonuçlarla ortaya çıkmıştır. Ayrıca PV-FDM sisteminin elektrik çıktısında yıllık %7,3'lük bir artış olacağı hesaplamalarda elde edilmiştir.



Şekil 6. (a) Geleneksel PV ile (b) FDM kullanılarak modifiye edilmiş PV ile kurulum [10].

2.3. Isı Borusu Bazlı PV/T Sistemleri

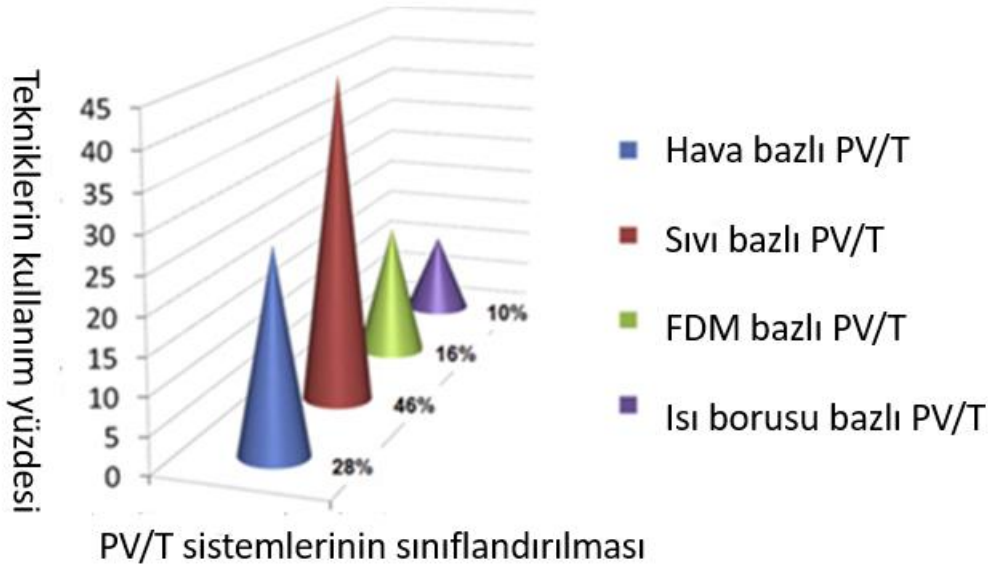
Isıl performans elde etmek için kullanılan yöntemlerden biri de ısı borusu tabanlı PV/T sistemleridir. Atık ısı ile iletken malzeme ile PV modülünü ısı borusunun buharlaştırıcı kısmına bağlanır ve böylece üretilen buhar daha az yoğun olarak bir ısı borusunun kondenser bölümüne doğru kaldırılır ve böylece gizli ısıyı serbest bırakır. Yoğunlaşan sıvı ise buharlaştırıcı bölümüne geri düşerek ısı transfer döngüsü devam eder [11]. Bu vd. farklı eğimdeki termal performansını değerlendirmek üzere iki tip ısı borusu tabanlı PV/T sistemi önermiştir: fitilsiz ve tel örgü [12]. Çalışmaya ait deneysel kurulum Şekil 7'de gösterilmiştir. Bu sistemde atık ısı, ısı borusunun buharlaşma bölümüne iletilir ve daha sonra yoğunlaşma bölümü aracılığıyla soğutma suyu borusuna aktarılır. Sonuç olarak fitilsiz ısı borulu sistemin tel örgülü sisteme göre eğim açısına daha duyarlı olduğu bulunmuştur. Termal verimlilikler $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ eğim açısında fitilsiz ve tel örgülü ısı borusu için sırasıyla % 52,8 ve % 51,5 bulunmuştur.



Şekil 7. Isı borusu bazlı su ısıtma sisteminin şeması [12].

4. Sonuçlar ve Değerlendirme

Mevcut çalışma, PV/T kolektörlerinde termal enerji yönetimi alanındaki yöntemlerin değerlendirmesini sunmaktadır. PV/T tabanlı sistemler tek bir entegre üniteye ısı ve iş üreten, böylece enerji tasarrufu ve daha yüksek enerji verimliliği elde etmek için uygulanan yöntemlerdir. İncelenen tekniklerin 2010 yılından sonraki kullanımının grafiksel gösterimi Şekil 8'de gösterilmektedir [13]. Sıvı bazlı PV/T sistemlerinin, verimli termal yönetim açısından hava bazlı PV/T sistemlerinden daha verimli olduğu anlaşılmaktadır. FDM ve ısı borusu bazlı PV/T sistemleri ticari amaçlarla kullanılmak üzere daha da geliştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.



Şekil 8. İncelenen tekniklerin 2010 yılından sonraki kullanımının grafiksel gösterimi [13].

KAYNAKLAR

- [1] Reddy SR, Ebadian MA, Lin CX. A review of PV–T systems: thermal management and efficiency with single phase cooling. *Int J Heat Mass Transf* 2015;91:861–71.
- [2] Makki A, Omer S, Sabir H. Advancements in hybrid photovoltaic systems for enhanced solar cells performance. *Renew Sustain Energy Rev* 2015;41:658–84.
- [3] Singh S, Agrawal S. Efficiency maximization and performance evaluation of hybrid dual channel semitransparent photovoltaic thermal module using fuzzyfied genetic algorithm. *Energy Convers Manage* 2016;122:449–61.
- [4] Bayat, M. M., Buyruk, E., & Can, A., (2023). Experimental investigation of pv panel performance by using pcm with different fin geometries. *Transactions of Famena*, vol.47, no.4, 97-108.
- [5] Saygin H, Nowzari R, Mirzaei N, Aldabbagh LBY. Performance evaluation of a modified PV/T solar collector: a case study in design and analysis of experiment. *Sol Energy* 2017;141:210–21.
- [6] Touafek K, Khelifa A, Adouane M. Theoretical and experimental study of sheet and tubes hybrid PVT collector. *Energy Convers Manage* 2014;80:71–7.
- [7] Khelifa A, Touafek K, Moussa HB, Tabet I. Modeling and detailed study of hybrid photovoltaic thermal (PV/T) solar collector. *Sol Energy* 2016;135:169–76.
- [8] Verma SK, Tiwari AK. Progress of nanofluid application in solar collectors: a review. *Energy Convers Manage* 2015;100:324–46.
- [9] Browne MC, Norton B, McCormack SJ. Heat retention of a photovoltaic/thermal collector with PCM. *Sol Energy* 2016;133:533–48.



- [10] Stropnik R, Stritih U. Increasing the efficiency of PV panel with the use of PCM. *Renew Energy* 2016;97:671–9
- [11] Wu SY, Zhang QL, Xiao L, Guo FH. A heat pipe photovoltaic/thermal (PV/T) hybrid system and its performance evaluation. *Energy Build* 2011;43:3558–67.
- [12] Hu M, Zheng R, Pei G, Wang Y, Li J, Ji J. Experimental study of the effect of inclination angle on the thermal performance of heat pipe photovoltaic/thermal (PV/T) systems with wickless heat pipe and wire-meshed heat pipe. *Appl Therm Eng* 2016;106:651–60.
- [13] Chauhan, A., Tyagi, V. V., & Anand, S. (2018). Futuristic approach for thermal management in solar PV/thermal systems with possible applications. *Energy conversion and management*, 163, 314-354.

ÖZGEÇMİŞ

M. Musab BAYAT

1991 yılında Ordu/Aybastı'da doğmuş, 2014'te Gazinatep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi 'nden Elektrik-Elektronik mühendisi unvanı alarak mezun olmuştur. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden, 2017'de yüksek lisansını 2024 yılında doktorasını tamamlamıştır. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünde "Dr. Öğretim Üyesi" olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babası olan Bayat İngilizce bilmektedir. Temel çalışma alanları: PV panel verimliliği, faz değişim malzemesi ile ısı transferi ve yapay sinir ağlarıdır.

Ertan BUYRUK

İlk, orta ve lise eğitimini Sivas'ta tamamladı. 1991 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Temmuz 1992- Aralık 1996 yılları arasında İngiltere Liverpool Üniversitesi'nde doktorasını tamamladı. 1997 yılında Yrd. Doç., 2004 yılında Doçent, 2009 yılında Profesör unvanını aldı. Prof. Buyruk, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlıklarının yanında Mühendislik Fakültesi Dekan Yardımcılığı görevlerini de yerine getirmiştir. Evli ve bir çocuk babası olan Buyruk İngilizce bilmektedir. 2012 yılından itibaren Üniversite- Şehir ve Sanayi İş birliği ile ilgili Rektör Danışmanlığı görevini de yürütmüştür. Prof. Buyruk, 2015-2016 yılları arasında Rektör Yardımcılığı görevini de yürütmüştür. Temel çalışma alanları: Isı Transferi, Termodinamik, Akışkanlar Mekaniği, Isı Yalıtımı, Soğu Depolama, Plakalı Kanatçıklı Isı Değiştiricilerde ve Nanoakışkanlarda Isı Transferi üzerinedir.



YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ: GELECEĞİN SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇÖZÜMLERİ

NETİCE DUMAN

ORCID Nr. 0000-0002-9926-8511 Sivas Teknik bilimler MYO, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, TÜRKİYE

ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK), bireylerin yaşam kalitesini artıran ve çevresel etkileri azaltan temel bir unsurdur. Mühendislik eğitiminde bu kaynakların öğretilmesi, geleceğin uzmanlarını yetiştirmek açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak mevcut eğitim programlarındaki eksiklikler, sürdürülebilir enerji hedeflerine ulaşmayı zorlaştırmaktadır. Yenilenebilir enerji eğitimi, farkındalığı artırmak ve bireyleri sektöre aktif katılıma yönlendirmek için kritik bir rol oynamaktadır. Ülke örnekleri, yenilenebilir enerji konularının eğitim sistemlerine entegrasyonunun önemini göstermektedir. Sonuç olarak, yenilenebilir enerji eğitimi, hem teknik bilgi sağlamakta hem de bireylerin bu alandaki rollerini etkin bir şekilde üstlenmelerine yardımcı olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji kaynakları, eğitim, farkındalık, sürdürülebilirlik

1. Giriş

Enerji hem bireylerin hem de toplumların yaşam kalitesini doğrudan etkileyen temel bir unsurdur. Günlük hayatımızda kullandığımız her şey, enerji tüketimiyle bağlantılıdır; bu nedenle, enerji verimliliği ve sürdürülebilir kaynakların kullanımı büyük önem taşır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, çevresel etkileri azaltmanın yanı sıra, ekonomik büyümeyi destekleyerek yeni iş olanakları yaratır. Ayrıca, enerjiye erişim, eğitim, sağlık ve toplumsal eşitlik gibi temel hakların sağlanmasında kritik bir rol oynar. Dolayısıyla, enerji yönetimi ve kullanımı, geleceğimizin şekillenmesinde belirleyici bir faktördür.

Mühendislik eğitiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretilmesi, geleceğin sürdürülebilir çözümlerini geliştirecek uzmanların yetiştirilmesi açısından hayati bir öneme sahiptir. Enerji talebinin giderek arttığı ve iklim değişikliği gibi acil sorunların baş gösterdiği günümüzde, mühendislerin yenilenebilir enerji teknolojileri konusunda bilgi sahibi olmaları hem çevresel etkileri azaltma hem de enerji güvenliğini sağlama konusunda kritik bir rol oynamaktadır. Eğitim programlarına entegre edilen yenilenebilir enerji dersleri, öğrencilere bu alandaki yenilikleri takip etme, tasarım becerileri geliştirme ve enerji sistemlerini entegre etme yeteneği kazandırır. Böylece, mezunlar, temiz ve sürdürülebilir enerji çözümleri sunarak topluma katkıda bulunabilirler.

Yenilenebilir enerji eğitiminin önemi, farkındalık yaratma, uzmanlık geliştirme ve bireyleri yenilenebilir enerji sektörüne aktif katılıma yönlendirme gerekliliğiyle doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, mevcut eğitim eksiklikleri endişe verici bir durum teşkil etmektedir. Yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşmak ve iyi donanımlı bir iş gücünü teşvik etmek amacıyla, bu göz ardı edilen unsurları ele almak ve eğitim bileşenini stratejik planlamaya entegre etmek son derece kritiktir. Kapsamlı ve sürdürülebilir bir yaklaşım, yalnızca teknik bilgi sunmakla kalmayıp, aynı zamanda bireylerin bu alanda etkin bir şekilde rol alabilmesi için gerekli yetkinlikleri kazandırmayı da hedeflemelidir.

Eğitim, farkındalığı artırmak, bireyleri eğitmek ve sektör aktörlerini yenilenebilir enerjileri benimsemeye ve teşvik etmeye hazırlamak açısından bu enerji geçişinde kritik bir rol oynamaktadır [1]. Yenilenebilir enerji eğitimi, okullarda ve üniversitelerde sunulan örgün eğitimden mesleki eğitime, yerel topluluklarda gerçekleştirilen yaygın eğitimden halk arasında farkındalık oluşturma faaliyetlerine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır [2]. Bu çok yönlü yaklaşım, toplumun her kesiminin yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi sahibi olmasını sağlayarak, sürdürülebilir enerji çözümlerinin benimsenmesini



ve uygulanmasını teşvik etmektedir. Birçok ülkede YEK büyük önem taşımaktadır. Almanya, yenilenebilir enerji eğitimi konusundaki en iyi uygulamalarıyla sıkça örnek gösterilmektedir; ülke, yenilenebilir enerji konularını okul, üniversite ve mesleki eğitim müfredatına entegre eden sağlam bir eğitim sistemi geliştirmiştir [3]. Danimarka ise, yenilenebilir enerji alanında araştırma ve geliştirmeyi teşvik etmeye yönelik eğitim programları oluşturmuş, bu sayede özellikle açık deniz rüzgarı sektöründe inovasyonu ve büyümeyi desteklemeyi amaçlamaktadır [4]. Japonya, enerji sorunları konusundaki farkındalığı artırmayı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının, özellikle güneş ve rüzgar enerjisi gibi kaynakların benimsenmesini teşvik etmeyi hedefleyen eğitim programlarını benimsemiştir [5]. Amerika Birleşik Devletleri ise, öğrencileri, öğretmenleri ve toplulukları yenilenebilir enerjinin faydaları konusunda bilgilendirmeyi ve bu kaynakların benimsenmesini teşvik etmeyi amaçlayan ulusal, eyalet ve yerel düzeyde çeşitli yenilenebilir enerji eğitim girişimleri geliştirmiştir. Ayrıca, ABD'deki üniversiteler ve kolejler, yenilenebilir enerjiyle ilgili çok çeşitli teknolojiler ve uygulamalar üzerine eğitim sunmaktadır[6]

1.2. Literatür Özeti

Yenilenebilir enerji eğitimi, sürdürülebilir enerji sistemlerinin gelişimi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Eğitim programları, hem teknik bilgi hem de toplumsal farkındalığı artırarak bireylerin ve toplumların yenilenebilir enerji çözümlerine geçiş yapmalarını teşvik etmektedir. Ayrıca, bu alandaki araştırmalar, yenilenebilir enerji teknolojilerinin nasıl daha etkili bir şekilde öğretilebileceği ve bu teknolojilerin toplumda benimsenmesini artıracak stratejilerin geliştirilmesi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Yenilenebilir enerji eğitimi, sadece mühendislik ve teknik bilgi ile sınırlı kalmayıp, aynı zamanda politika, ekonomi ve çevre bilimi gibi disiplinleri de içermektedir. Yenilenebilir enerji eğitimi, hem bireyleri hem de toplumları geleceğin sürdürülebilir enerji çözümleri hakkında bilinçlendirmek için önemli bir araçtır. Bu alandaki gelişmeler, enerji dönüşümüne ve iklim değişikliğiyle mücadeleye katkıda bulunacak stratejik yaklaşımların temelini oluşturacaktır.

Literatür, gelişmekte olan ekonomilerde kentleşme, eğitim ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiye dair önemli bulguları vurgulamaktadır. Fang vd. [7], kentleşme ve ekonomik küreselleşmenin hem yenilenebilir hem de yenilenemeyen enerjiye olan talebi azalttığını, buna karşın gelir düzeyi ve ilk/orta öğretimin enerji talebini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Garg ve Kandpal [8], yenilenebilir enerji eğitimi ve gelişmekte olan ülkelerdeki zorluklara odaklanan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Yenilenebilir enerji ve kullanımına yönelik eğitim imkanlarının, her yaşta eğitimli insan gücünün sağlanması açısından kritik olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, bu ülkelerde lisans düzeyindeki eğitim ile mezuniyet sonrası kursların yeterli düzeyde olmadığına dikkat çekilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde, yeterli bilgi edinmek isteyenlerin başka ülkelere gitmesi yaygındır. Yenilenebilir enerji alanındaki engellerden biri, bu ülkelerdeki yüksek işsizlik potansiyelidir. Bu sorunun aşılması için, yenilenebilir enerji konusunda eğitim almış bireylere ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji konusunun müfredata yaşa göre sınıflandırılarak eklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Yazarlar, gelişmekte olan ülkelerde materyal eksikliği ve hızlı artan enerji talebinin yenilenebilir enerji eğitimi zorlaştırdığını ifade etmektedir. Bu nedenle, eğitim programlarının titizlikle planlanması ve konunun tüm yönleriyle anlaşılması gerektiği belirtilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları alanında etkili bir eğitim sürecinin oluşturulmasının zaman alacağı sonucuna varılmıştır.

Kandpal ve Garg [9], yenilenebilir enerji ile ilgili bir ders müfredatı taslağı oluşturmayı amaçlamışlardır. Yazarlar, toplumun karşılaştığı sorunlara çözüm bulmanın en etkili yollarından birinin eğitim olduğuna inanmakta ve yenilenebilir enerji eğitiminde bilgilendirici ve yaratıcı yaklaşımların önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, enerji eğitiminin hedef kitesinin tüm toplumu kapsamaması gerektiğini savunmaktadırlar. Enerji eğitiminin hedefleri şu şekilde sıralanmaktadır:

- Öğrencilerde mevcut enerji krizinin doğası ve nedenleri hakkında farkındalık oluşturmak.
- Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının çeşitleri hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamak.
- Öğrencilerin enerji kaynaklarına yönelik tutum ve değerlerini değiştirmek.
- Politika önlemleri ile ilgili farklı enerji türlerinin sonuçlarını anlamalarına yardımcı olmak.
- Gelecekte enerji krizini çözmeye yönelik alternatif stratejiler önermelerini sağlamak.

Yazarlara göre, yenilenebilir enerji eğitimi okullarda, kolejlerde, üniversitelerde ve diğer akademik kurumlarda farklı seviyelerde sunulmalıdır. Sertifika ve diploma programları, yenilenebilir enerji sistemlerinin üretimi, donanımı ve bakımı için özelleştirilmiş eğitimle desteklenmelidir. Dört yıllık enerji mühendisliği programları, bu alandaki insan gücü ihtiyacını karşılamak üzere yenilenebilir enerji ve korunumu ile ilgili dersler içermelidir. Gelişmekte olan ülkelerde, özellikle Hindistan'da, üniversite



düzeyinde yenilenebilir enerji eğitim programları artmakta ancak bu alana yönlendirme yetersiz kalmaktadır. Yenilenebilir enerji müfredatının uygun disiplinler göz önünde bulundurularak hazırlandığı, ancak geliştirilmesine yönelik çabaların az olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, üniversite düzeyinde bağımsız lisans derslerinin önerilmesi ve eğitim materyalleri ile uygun ders kitaplarının önemine vurgu yapılmıştır. Yazarlar [10], öğrenciler arasında enerji krizinin doğası hakkında farkındalık yaratmayı, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları hakkında bilgi vermeyi, yenilenebilir enerjinin topluma etkilerini değerlendirmeyi öğretmeyi hedeflemektedir. Enerji eğitiminin özellikle fizik ve mühendislik bölümlerinde yer alması gerektiğini savunmuşlardır.

Benchikh [11], küresel yenilenebilir enerji eğitimi ve öğretim programlarını ele aldığı çalışmada, mevcut ve gelecekteki enerji ihtiyaçlarına vurgu yaparak, yenilenebilir enerji eğitiminin önemini vurgulamıştır. Yenilenebilir enerji uzmanlarının yetiştirilmesinde çok disiplinli bir eğitim gerekliliği belirtilmiştir. Bu bilgiler, mevcut yenilenebilir enerji kapasitesi ile gelecekteki potansiyeli ve bu bilgilerin pratikte nasıl kullanılacağına yöneliktir. Yazar, enerji uzmanlarının eğitim programlarının özenle hazırlanması gerektiğini belirtmiş ve enerjinin toplumlar için kritik bir ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, gelecekteki ekolojik riskler ve ekonomik politikalar nedeniyle yenilenebilir enerjiye olan ihtiyacın artacağına dikkat çekilmiştir. Bu durumun üstesinden gelmek için iyi eğitilmiş uzmanların yetiştirilmesi gerektiği, ancak mevcut eğitim programlarının yetersiz kaldığı belirtilmiştir. Yenilenebilir enerji konusunun önemine yeterince vurgu yapılmadığı, üniversite programlarının bu alanda uzmanlaşmadığı ve genel olarak bilgilendirme eksikliği olduğu da ifade edilmiştir.

Bhattacharya [12], üniversite düzeyinde yenilenebilir enerji eğitime ve bu alanın giderek artan önemine dikkat çekmiştir. Jain ve arkadaşları [13], Botsvana'da yenilenebilir enerji eğitiminin gereksinimlerini, mevcut durumu ve önerilen eğitim programlarını inceleyen bir çalışma yapmışlardır. Zografakis ve ekibi [14], öğrencilerin ve ebeveynlerin enerjiyle ilgili davranışlarını kaydederek, farklı eğitim düzeylerindeki enerji tutumlarını tanımlamış ve bu davranışların enerji eğitime katkılarını ortaya koymuştur. Jennings [15], yenilenebilir enerji bilimi, mühendisliği, politikası ve teknolojisini eğitime dair dersleri tanımlamış ve bu alanda araştırma yapan uzmanların eğitimi üzerine tartışmalar yapmıştır.

Kandpal ve Broman [2], her düzeyde yenilenebilir enerji eğitimine duyulan ihtiyacın küresel olarak tanınması üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırmaları, son otuz yılda dünya genelinde birçok ülkede yenilenebilir enerji teknolojileri ve ilgili konularda üniversite programlarının kurulmasını vurgulamaktadır.

Lucas vd.[16], yenilenebilir enerji pazarının beklenen gelişimini engelleyen nitelikli insan kaynağı eksikliğini incelemiş, dünya genelindeki eğitim arzını anlamak için yenilenebilir enerjiyle ilgili küresel verileri analiz etmiştir. Bulgular, bu eksikliğin özellikle gelişmekte olan ülkelerde belirgin olduğunu ve eğitim sistemi ile sanayi talebi arasındaki uyumsuzluğu ortaya koymaktadır. Ayrıca, müfredatın uygunluğundaki tutarsızlıkları tespit etmiş ve çevrimiçi eğitime doğru bir kayma gözlemlemiştir.

Zhang vd.[17] ise, kişi başına düşen petrol rezervlerinin yenilenebilir enerji politikası gelişimi ile negatif bir korelasyon gösterdiğini, eğitim ve siyasi küreselleşmenin ise enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji politikalarını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Bu çalışmalar, enerji tüketimini ve politika kararlarını şekillendiren kentleşme, eğitim ve küreselleşmenin karmaşık etkileşimini vurgulamaktadır.

Daoudi [18], Fas bağlamında yenilenebilir enerji eğitiminin, 2030 Enerji Dönüşümü Projesi içindeki önemini değerlendirmektedir. Makalesi, enerji geçişini yönlendirmede eğitimin rolü ve belirli hedef gruplara yönelik eğitim girişimlerini inceler. Ayrıca, pedagojik yaklaşımlar, öğrenme araçları ve öğretmenlerin ihtiyaç duyduğu eğitim konularını araştırır. Makalede Fas'taki Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG'ler) üzerindeki etkileri ile birlikte, toplum katılımı ve farkındalığın önemi de vurgulanmaktadır.

2. Üniversite Eğitimi

Yükseköğretim ve araştırma kurumları, yenilikçi enerji teknolojileri, enerji politikaları ve yenilenebilir enerji kaynaklarının (YEK) sosyo-ekonomik etkileri üzerine kapsamlı ve çok disiplinli çalışmalar yürütmektedir. Bu kurumlar, yenilenebilir enerji sistemlerinin tasarımını, uygulanabilirliğini ve etkisini inceleyerek, enerji geçişini destekleyen yeni çözümler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, enerji politikalarının oluşturulmasında kritik rol oynayan veri ve analiz sağlamakta, bu alandaki en iyi uygulamaları ve stratejileri belirlemektedir.



Bu araştırmalar, hem yerel hem de küresel düzeyde sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunmakta, enerji güvenliği, ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirlik gibi konulara ışık tutmaktadır. Böylece, yükseköğretim ve araştırma kurumları, yenilenebilir enerji alanında bilinçli kararlar alınmasını sağlayacak bilgi birikimini oluşturarak, toplumun enerji dönüşüm süreçlerine etkin bir şekilde katılmasını teşvik etmektedir. Bu çabalar, sektörde yeni bilgi ve inovasyonun oluşturulmasına önemli katkılar sağlamaktadır[19]. Eğitim ve araştırma süreçlerinin entegrasyonu, hem teorik bilgilerin pratiğe dönüştürülmesine hem de sektördeki yenilikçi uygulamaların geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda, akademik kurumların rolü, sürdürülebilir enerji çözümlerinin tasarımında ve uygulanmasında kritik bir öneme sahiptir.

Birçok yükseköğretim kurumu, enerji sistemleri mühendisliği, enerji yönetimi, elektrik mühendisliği ve diğer ilgili disiplinler gibi alanlarda lisans, yüksek lisans ve doktora düzeylerinde kapsamlı dereceler sunmaktadır [20]. Bu programlar, öğrencileri derinlemesine teknik bilgi ve becerilerle donatmayı ve aynı zamanda yenilenebilir enerjinin ekonomik, sosyal ve çevresel yönlerinin anlaşılmasını teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Bu yükseköğretim programları aracılığıyla öğrenciler, yenilenebilir enerji sistemi tasarımı, uygulaması ve bakımı gibi alanlarda uzmanlık kazanırlar. Ayrıca enerji politikası, enerji ekonomisi, çevresel etki değerlendirmesi ve sürdürülebilir kalkınma hakkında bilgi edinirler. Bu multidisipliner yaklaşım, mezunların yenilenebilir enerji konusunda bütünsel bir anlayışa sahip olmalarını ve sektördeki karmaşık zorlukları ve fırsatları ele almak için iyi hazırlanmalarını sağlar.

Enerji sistemleri mühendisliği, enerji yönetimi, elektrik mühendisliği ve ilgili alanlarda sunulan lisans, yüksek lisans ve doktora programları, öğrencilere hem derin teknik bilgi hem de ekonomik, sosyal ve çevresel perspektifler kazandırmayı amaçlamaktadır. Bu programlar, yenilenebilir enerji sistemlerinin tasarımı, uygulanması ve bakımı gibi pratik becerilerin yanı sıra enerji politikası, enerji ekonomisi ve sürdürülebilir kalkınma konularında kapsamlı bilgi sunar.

Multidisipliner bir yaklaşım benimseyen bu eğitim programları, mezunların yenilenebilir enerji sektöründeki karmaşık zorluklarla başa çıkabilmelerini sağlarken, aynı zamanda sektördeki fırsatları değerlendirebilecek yetkinlikte olmalarını da teşvik eder. Bu bağlamda, öğrenciler sadece teknik birikim kazanmakla kalmaz, aynı zamanda çevresel etki değerlendirmesi ve sürdürülebilirlik ilkeleri hakkında derinlemesine anlayış geliştirirler.

3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Eğitimi

Açıkgöz [21], Türkiye'deki yenilenebilir enerji eğitimi üzerine bir araştırma yapmış ve bu eğitimlerin ülkemizdeki ve dünya genelindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının geleceğe aktarılmasındaki önemini vurgulamıştır. Enerji konusunun mühendislik disiplinlerinde yeterince derinlemesine işlenmediğini, yalnızca yüzeysel yönlerin ele alındığını gözlemlemiştir. Bu nedenle, daha ayrıntılı bir eğitim modeline ihtiyaç olduğunu savunmaktadır. Ayrıca, halkın farkındalığını artırmak için okul seviyesinde temel kavramların öğretilmesi ve kısa süreli kurslar ile kitle iletişim araçlarının kullanılmasının faydalı olabileceğini belirtmiştir. Üniversite düzeyinde enerji teknolojileri eğitiminin verilmesi gerektiğini ve yüksek lisans seviyesinde daha derin bilgi aktarımının sağlanmasının önemini vurgulamıştır. Son olarak, yenilenebilir enerji alanında kısa süreli eğitimlerin de önemli olduğunu ve bu tür çalışmalara destek verilmesinin yaygınlaşma açısından faydalı olabileceğini ifade etmiştir.

Kecebas ve Alkan [22], resmi ve gayri resmi eğitim yöntemlerini ele alarak yenilenebilir enerji eğitiminin önemini vurgulamıştır. Yumurtacı ve Keçebaş [23], Türkiye'de yenilenebilir enerji sistemlerini ve yükseköğretim kurumlarındaki eğitimi teşvik etmek için gerekli eylemleri tartışmış, mevcut eğitim yetersizliklerini açıklamış ve iyileştirme önerileri sunmuştur.

Karabulut ve arkadaşları [24], Türkiye'deki üniversitelerde yenilenebilir enerji eğitimi üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretimi hakkında bilgi edinmek amacıyla oluşturulan bir anket, çeşitli üniversitelerde öğrenim gören öğrencilere uygulanmıştır. Araştırma bulguları, jeotermal, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi konuların yüksek lisans düzeyinde öğretildiğini, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının ise lisans seviyesinde verildiğini göstermiştir. Ancak lisans düzeyindeki eğitimin, öğrencilerin ilgisini çekmekle sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji konusundaki en kapsamlı bilgilere mühendislik fakültelerinde ulaşıldığı, ancak bu bilgilerin genellikle yüzeysel ve ansiklopedik düzeyde olduğu anlaşılmıştır. Bu bulgular doğrultusunda, Türkiye'deki üniversitelerde yenilenebilir enerji eğitiminin yeterli seviyede olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu durum, mezunların pratik becerilerinin yetersiz kalmasına ve dolayısıyla işsizlik sorunlarının ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji eğitiminde kullanılan materyallerin



hazırlanmasının ve edinilmesinin maliyetli olduğu da belirtilmiştir. Sonuç olarak, yenilenebilir enerji eğitimi için özel bir programın eksikliği ve bu eğitimi verecek uzmanların azlığı vurgulanmıştır. Araştırma, yenilenebilir enerji eğitiminin yetersiz olduğunu ve bu alana daha fazla önem verilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Keçebaş ve Alkan [25], çalışmalarında, Türkiye'de her yaş grubuna uygun eğitim programlarının geliştirilmesine yönelik öneriler ve beklentiler sunmuş, ayrıca halkın farkındalığını artırmaya yönelik programlar önermişlerdir.

4. Yenilenebilir Enerji Endüstrisinde Eğitimin Rolü

Eğitim, sürdürülebilir bir toplumun gelişiminde kritik bir rol oynamakla birlikte, yenilenebilir enerji mühendisliği eğitiminde de önemli bir yere sahiptir. Bu eğitim, sosyal değişimi teşvik eden bir araç olarak, yeni teknolojiler hakkında farkındalık oluşturur ve mühendis adaylarına gerekli bilgi ve becerileri kazandırır.

Yenilenebilir enerji mühendisliği eğitimi, hem teknolojilere güven oluşturarak hem de bu teknolojilerin etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayarak topluma katkıda bulunur. Ancak, yenilenebilir enerji endüstrisi, mühendislik eğitime duyulan ihtiyaç ve bu eğitimin pazar gelişimi ile güven oluşturmada oynadığı rolü sıklıkla göz ardı etmektedir. Bilgisayar ve havacılık gibi yüksek teknoloji sektörlerinde olduğu gibi, yenilenebilir enerji mühendisliği de eğitimle güçlendirilmelidir.

Yenilenebilir enerji mühendisliği eğitiminde sağlanan temel işlevler şunlardır:

Kamu bilincini artırarak teknolojiye dair anlayışı derinleştirmek,

Tüketici güvenini geliştirmek,

Yenilenebilir enerji sistemlerinin tasarımı, kurulumu ve bakımı için nitelikli teknik personeli eğitmek,

Yenilikçi sistemler ve teknolojiler geliştirecek mühendislerin yetiştirilmesi,

Sektör hakkında bilgi sahibi, etkili politikalar üretebilecek mühendis ve analistlerin yetiştirilmesi,

Gelecekteki müşterilere danışmanlık ve destek sağlayacak uzmanların eğitimi.

Deneyimler, bu alanlara önem veren mühendislik programlarının, rekabetçi ve yüksek teknoloji pazarında başarılı olduğunu, bilgi ve eğitime yatırım yapmayı ihmal edenlerin ise iyi ürünlere sahip olsalar bile başarısızlıkla karşılaşacağını göstermektedir.

5. Sonuçlar ve Değerlendirme

Yükseköğrenim ve mesleki uygulama süreçlerinde sürekli ve katılımcı eğitim sağlamak, yaratıcılığı ve yenilikçiliği teşvik etmek açısından hayati öneme sahiptir. Bu bağlamda, mühendislik fakülteleri ve meslek kuruluşları ile etkili bir iletişim ağı kurmak, kısa vadede ortak seminerler ve yayınlar düzenlemek gereklidir. Bu tür iş birlikleri, yenilenebilir enerji alanında bilgi paylaşımını ve deneyim aktarımını artırarak sektördeki uzmanlaşmayı destekleyecektir.

İlerleyen aşamalarda, ilgili eğitim kurumlarında enerji yönetimi, yenilenebilir enerji sistemleri ve teknolojileri konularında dersler verilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca, bu alanlarda tasarımcı ve üreticilerin eğitilmesi ve sertifikalandırılması, sektördeki standartların yükseltilmesine katkı sağlayacaktır. Yenilenebilir enerji ancak kapsamlı ve sistematik bir eğitimle derinlemesine tanıtılabilir; bu nedenle eğitimin içeriği, eğitmenlerin nitelikleri, eğitim dokümanları ve materyallerinin kalitesi, eğitim seviyeleri ve diplomaların geçerliliği kritik konular olarak öne çıkmaktadır.

Eğitim, eğitim fakülteleri, enstitüler ve araştırma merkezleri tarafından sunulmakta olup, bu kurumlara bağlı alt bölümler aracılığıyla yenilenebilir enerji alanında uzmanlaşmış araştırmacılar ve eğitimciler ders vermektedir. Üniversitelerdeki eğitim materyalleri arasında kitaplar, çeviriler, ders notları ve güncel araştırma sonuçları yer almaktadır. Ayrıca, bilgisayar veri tabanları, özel yazılımlar ve simülasyonlar, eğitim süreçlerini destekleyen önemli araçlardır. Modeller ve laboratuvar ekipmanları, pratik deneyim sağlayarak eğitimin kalitesini artırmaktadır.

Yükseköğrenim kurumlarının mühendislik veya benzeri bölümlerinde hem lisans hem de yüksek lisans düzeyinde yenilenebilir enerji konularında dersler verilmektedir. Bu programlar, öğrencilere yenilenebilir enerji alanında daha derin bilgiler sunmayı hedeflerken, sertifika veya diploma verilmemesi, bu alandaki eğitimin niteliğini ve profesyonellik standartlarını etkilemektedir. Dolayısıyla, yenilenebilir enerji eğitiminin kalitesinin artırılması ve sektöre daha donanımlı bireyler kazandırılması için sürekli güncellemeler ve iyileştirmeler gerekmektedir.┐



6. Sonuç

Enerji, bireylerin ve toplumların yaşam kalitesini doğrudan etkileyen hayati bir unsurdur. Günlük yaşamda kullandığımız her şey enerji tüketimiyle bağlantılıdır; dolayısıyla, enerji verimliliği ve sürdürülebilir kaynakların kullanımı büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, çevresel etkileri azaltmanın yanı sıra ekonomik büyümeyi destekleyerek yeni iş olanakları yaratmaktadır. Ayrıca, enerjiye erişim, eğitim, sağlık ve toplumsal eşitlik gibi temel hakların sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, enerji yönetimi ve kullanımı, geleceğimizin şekillenmesinde belirleyici bir faktördür.

Mühendislik eğitiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretilmesi, sürdürülebilir çözümler geliştirecek uzmanların yetiştirilmesi açısından hayati bir öneme sahiptir. Artan enerji talebi ve iklim değişikliği gibi acil sorunlar, mühendislerin yenilenebilir enerji teknolojileri hakkında bilgi sahibi olmalarını gerektirmektedir. Eğitim programlarına entegre edilen yenilenebilir enerji dersleri, öğrencilere yenilikleri takip etme, tasarım becerileri geliştirme ve enerji sistemlerini entegre etme yeteneği kazandırır. Bu sayede, mezunlar temiz ve sürdürülebilir enerji çözümleri sunarak topluma katkıda bulunabilirler.

Yenilenebilir enerji eğitimi, farkındalık yaratma, uzmanlık geliştirme ve bireyleri yenilenebilir enerji sektörüne aktif katılıma yönlendirme gerekliliğiyle doğrudan ilişkilidir. Ancak mevcut eğitim eksiklikleri, endişe verici bir durum teşkil etmektedir. Yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşmak ve iyi donanımlı bir iş gücünü teşvik etmek amacıyla, göz ardı edilen unsurları ele almak ve eğitim bileşenini stratejik planlamaya entegre etmek son derece kritiktir. Kapsamlı ve sürdürülebilir bir yaklaşım, yalnızca teknik bilgi sunmakla kalmayıp, aynı zamanda bireylerin bu alanda etkin bir şekilde rol alabilmesi için gerekli yetkinlikleri kazandırmayı hedeflemelidir.

Eğitim, farkındalığı artırmak, bireyleri eğitmek ve sektör aktörlerini yenilenebilir enerjileri benimsemeye hazırlamak açısından bu enerji geçişinde kritik bir rol oynamaktadır. Yenilenebilir enerji eğitimi, okullarda ve üniversitelerde sunulan örgün eğitimden mesleki eğitime, yerel topluluklarda gerçekleştirilen yaygın eğitimden halk arasında farkındalık oluşturma faaliyetlerine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Bu çok yönlü yaklaşım, toplumun her kesiminin yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi sahibi olmasını sağlayarak sürdürülebilir enerji çözümlerinin benimsenmesini teşvik etmektedir.

Ülke örnekleri, yenilenebilir enerji eğitiminin önemini vurgulamaktadır. Almanya, yenilenebilir enerji konularını eğitim müfredatına entegre eden sağlam bir sistem geliştirmiştir. Danimarka ise açık deniz rüzgarı sektöründe inovasyonu destekleyen eğitim programları oluşturmuştur. Japonya, güneş ve rüzgar enerjisi gibi kaynakların benimsenmesini teşvik eden eğitimler sunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ise, çeşitli yerel düzeyde yenilenebilir enerji eğitim girişimleri geliştirmiştir.

Sonuç olarak, yenilenebilir enerji eğitimi hem teknik bilgi sunmakta hem de bireylerin bu alandaki rollerini etkin bir şekilde üstlenmelerine yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda, mevcut eğitim programlarının eksikliklerinin giderilmesi ve yenilenebilir enerji konusundaki farkındalığın artırılması gerekmektedir. Eğitim, yenilenebilir enerji sektörünün sürdürülebilir büyümesini sağlamak için kritik bir unsurdur.

KAYNAKLAR

- [1] MEİR, Y. B., OPFER, K., & HERNANDEZ, E. "Decentralized renewable energies and the water-energy-food nexus in rural Morocco" *Environmental Challenges*, 6, 2022.
- [2] KANDPAL, T. C., & BROMAN, L. "Renewable energy education: A global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*", 34, 300–324, 2014.
- [3] WIESNER, S. "The development of technicians as a key factor for a sustainable development of renewable energies using an adapted education method based on the successful German Dual Education (Duale Ausbildung)" *Energy Procedia*, 57, 1034–1036, 2014.
- [4] ALOLA, A. A., OLANİPEKUN, I. O., & SHAH, M. I. "Examining the drivers of alternative energy in leading energy sustainable economies: The trilemma of energy efficiency, energy intensity and renewables expenses", *Renewable Energy*, 202, 1190–1197, 2023.
- [5] MATSUMOTO, K., & MATSUMURA, Y. "Challenges and economic effects of introducing renewable energy in a remote island: A case study of tsushima island, Japan", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 162, 2022.
- [6] MASRAHİ, A., WANG, J. H., & ABUDİYAH, A. K. "Factors influencing consumers' behavioral intentions to use renewable energy in the United States residential sector", *Energy Reports*, 7, 7333–7344, 2021.



- [7] FANG, J., GOZGOR, G., MAHALİK, M. K., MALLICK, H., & PADHAN, H. “ Does urbanisation induce renewable energy consumption in emerging economies? The role of education in energy switching policies”, *Energy Economics*, 111, 2022.
- [8] GARG, H. P., & KANDPAL, T. C.“ Renewable energy education: Challenges and problems in developing countries”, *Renewable energy*, 9(1-4), 1188-1193, 1996.
- [9] KANDPAL, T. C., & GARG, H. P. “Renewable energy education for technicians/mechanics. *Renewable Energy*”,14(1-4), 393-400,1998.
- [10] OTHMAN, M. Y.; SOPIAN, K. “Part II-Related Topics-Invited and Oral Presentation Papers-Renewable energy education for Asean”, *Renewable Energy*, 15.1: 1225-1230. 1998.
- [11] BENCHIKH, Osman. “Global renewable energy education and training programme (GREET Programme) ”, *Desalination*, 141.2: 209-221, 2001.
- [12] BHATTACHARYA, S. C. “Renewable energy education at the university level”, *Renewable Energy*, 2001, 22.1-3: 91-97,2001.
- [13] JAIN, Pushpendra K.; LUNGU, Edward M.; MOGOTSI, Buti. “Renewable energy education in Botswana: needs, status and proposed training programs”, *Renewable energy* 25.1: 115-129, 2002.
- [14] ZOGRAFAKIS, Nikolaos; MENEGAKI, Angeliki N.; TSAGARAKIS, Konstantinos P. “Effective education for energy efficiency”, *Energy Policy*, 36.8: 3226-3232, 2008.
- [15] JENNINGS P., “New directions in renewable energy education”, *Renewable Energy*, Vol. 34, No. 2, pp. 435-439, 2009.
- [16] LUCAS, Hugo; PINNINGTON, Stephanie; CABEZA, Luisa F. “Education and training gaps in the renewable energy sector”, *Solar Energy*, 173: 449-455, 2018.
- [17] ZHANG, Qiu Yue; BEST, Rohan; CHAREUNSY, Andrea. “The impact of globalisation and education in promoting policies for renewables and energy efficiency”, *Journal of Cleaner Production*, 421: 138559, 2023.
- [18] DAOUDI, Mohammed. “Education in renewable energies: A key factor of Morocco's 2030 energy transition project. Exploring the impact on SDGs and future perspectives”. *Social Sciences & Humanities Open*, , 9: 100833, 2024.
- [19] TERRAPON-PFAFF, Julia, et al. “Social impacts of large-scale solar thermal power plants: Assessment results for the NOORO I power plant in Morocco” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 113: 109259, 2019.
- [20] www.yok-atlas-universite-yks-tercih-rehberi
- [21] ACIKGOZ C., “Renewable energy education in Turkey”, *Renewable Energy*, Vol. 36, No. 2, pp. 608–611, 2011.
- [22] KECEBAS A., ALKAN M.A., “Educational and consciousnessraising movements for renewable energy in Turkey”, *Energy Education Science and Technology Part B*, Vol. 1, No. 3-4, pp. 157–170, 2009.
- [23] YUMURTACI M., KECEBAS A., “Renewable energy and its university level education in Turkey”, *Energy Education Science and Technology Part B*, Vol. 3, No. 1-2, pp. 143152, 2011.
- [24] KARABULUT A., GEDİK E., KECEBAS A., ALKAN M.A., “An investigation on renewable energy education at the university level in Turkey”, *Renewable Energy*, Vol. 36, No. 4, pp. 1293–1297, 2011.
- [25] KEÇEBAŞ, Ali; ALKAN, Mehmet Ali. “Türkiye’de sürdürülebilir gelişme için yenilenebilir enerji kaynaklarının eğitimi ve öğretimi. ” *Mugla Journal of Science and Technology*, , 1.1: 1-4, 2015.

Netice DUMAN

1991 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 2010 yılında Yüksek Mühendis ve 2018 yılında Doktor ünvanını almıştır. 1991-1993 Yılları arasında bir özel şirkette Montaj mühendisi, 1993-2018 yıllarında Öğretim Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2018 yılından itibaren SCÜ SİVAS TEKNİK BİLİMLER MYO Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü Makine Programında Dr. Öğretim Üyesi olarak çalışmaktadır ve aynı zamanda bölüm başkanlığını yürütmektedir. Termodinamik, Isı Pompası, Akustik soğutma, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Enerji yönetimi konularında çalışmaktadır. Evli ve iki çocuk annesidir.



BATARYA PERFORMANSININ SICAKLIĞA GÖRE DEĞİŞİMİ

Dr. Emre TORUN
0000-0003-4823-7843
Prof. Dr. Ertan BUYRUK
0000-0002-6539-7614 Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

ÖZET

Son yıllarda lityum iyon bataryalar günlük hayatta birçok alanda kullanılmaya başlanmış olup bataryaların performansları sıcaklığa göre değişmektedir. Hem bataryaların şarj ve deşarj durumlarında ısı açığa çıkarmaları hem de yüksek ortam sıcaklıkları bataryaların sıcaklığını artırmakta bu ise bataryanın performansını etkilemektedir. Bataryalardan maksimum verim elde edebilmek için bataryaların sıcaklıklarının belirli sıcaklık aralığında tutulması amacıyla batarya termal yönetim sistemlerinin kullanılması gerekmektedir.

Bu çalışmada bataryaların sıcaklığa göre performansı ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiş ve bataryaların optimum çalışma sıcaklığı bölgesi dışındaki performansları değerlendirilerek batarya termal yönetim sistemlerine neden gereksinim duyulduğu açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lityum iyon batarya, batarya termal yönetim sistemi, sıcaklığa göre değişen performans

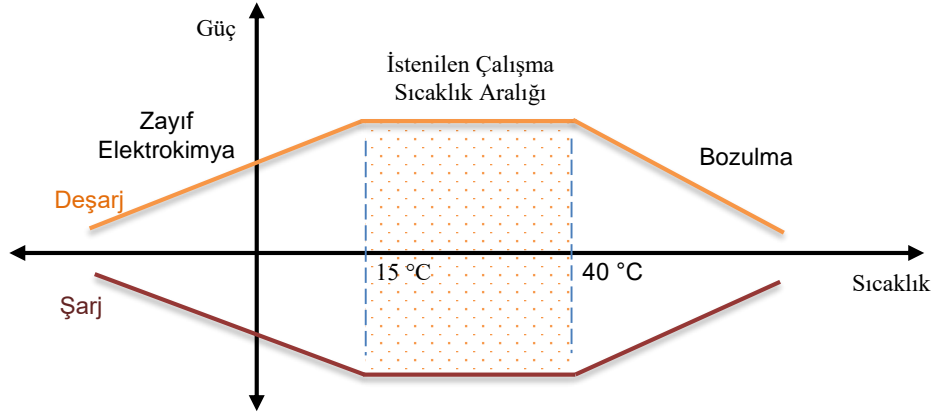
1. Giriş

Günümüzde fosil yakıtların kullanımı hem rezervlerin azalmaya başlaması, hem enerji ihtiyacının artması, hem yakıt fiyatlarının artması, hem de fosil yakıtların çevreye verdiği zararlı etkilerden dolayı ülkelerce artık tercih edilmemekte, bunun yerine daha çevre dostu enerji kaynakları kullanan araçların kullanımı teşvik edilmektedir. Bu kapsamda özellikle elektrikli araçlara olan ilgi son yıllarda artmış ve elektrikli araç satışları rekor seviyelere ulaşmıştır. Elektrikli araçlar, enerji verimliliğini artırarak ve fosil yakıt tüketimini azaltarak gelecekte temiz bir çevre elde etmekte önemli bir rol oynar [1]. Dünya çapında 2023'te satılan yeni araçların yaklaşık 4'te 1'i elektrikli araçlardır [2]. Elektrikli araçlarda güç kaynağı olarak nikel-kadmiyum, nikel-metal hidrit, kurşun- asit ve lityum iyon gibi değişik tiplerde bataryalar kullanılmakta olup bu bataryalar arasında lityum iyon tip bataryalar yüksek enerji depolama yoğunluğu, uzun pil ömrü, düşük ağırlık ve düşük kendinden boşalma hızından dolayı diğer batarya çeşitlerine göre daha çok tercih edilmektedirler [3]. Lityum iyon bataryalar her ne kadar bu avantajlara sahip olsalar da performanslarının sıcaklığa göre değişmesi ve şarj/deşarj durumunda yüksek ısı üretmeleri gibi bir takım dezavantajlara da sahiptir [4,5].

Lityum iyon bataryalar, batarya iç direncinden ve bataryada gerçekleşen reaksiyonlardan dolayı şarj veya deşarj esnasında yüksek düzeyde ısı açığa çıkarmakta olup bu durum batarya sıcaklığının artmasına ve batarya veriminin düşmesine sebep olmaktadır [6].

Bataryalardan en yüksek düzeyde verim alabilmek için iki önemli ölçüt mevcuttur. Bunlardan ilki, batarya hücre sıcaklığının optimum bir aralıkta olması gerektiği, ikincisi ise batarya modülü içindeki sıcaklığın mümkün olduğunca üniform olması gerektiğidir. Batarya hücre sıcaklığının yapılan bazı araştırmalarda [7,8,9] Şekil 1'de gösterildiği üzere 15°C - 40°C aralığında tutulması gerektiği tespit edilmiştir. Ayrıca batarya modülünden en yüksek verimi alabilmek ve batarya ömrünü maksimum seviyede tutabilmek için batarya modülü içindeki maksimum sıcaklık farkının 5°C altında tutulması gerekmektedir [10,11,12,13,14,15]. Dolayısıyla bataryaları maksimum ömürde ve verimde kullanabilmek üzere bataryaların istenilen sıcaklık aralığında tutulması

ve bu amaç doğrultusunda batarya modülünün termal olarak yönetilmesi gerekmektedir. Birçok araştırmacı optimum çalışma sıcaklık aralığı dışında batarya hücrelerini test ederek bataryaların performansının sıcaklığa göre değişimlerini incelemişlerdir. Bu çalışmada bataryaların performansının sıcaklığa göre değişimi ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiş ve bataryaların maksimum verim sergiledikleri optimum çalışma sıcaklığı bölgesi dışındaki performansları incelenerek batarya modüllerinin batarya termal yönetim sistemleri ile termal olarak yönetilmesinin gerekliliği ortaya konmuştur.



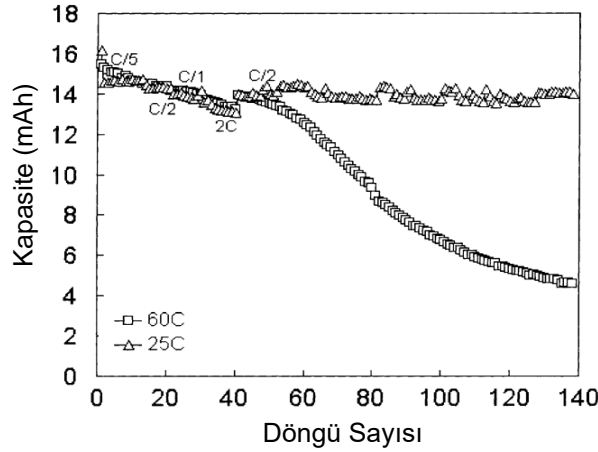
Şekil Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.. Lityum iyon batarya sistemlerinde şarj ve deşarj durumlarında sıcaklığın etkisi [16].

2. Batarya Performansının Sıcaklığa Göre Değişimi

Birçok araştırmada batarya hücreleri veya modülleri farklı ortam sıcaklıklarında ve farklı deşarj hızlarında test edilerek bataryaların performanslarının sıcaklığa göre değişimleri incelenmiştir.

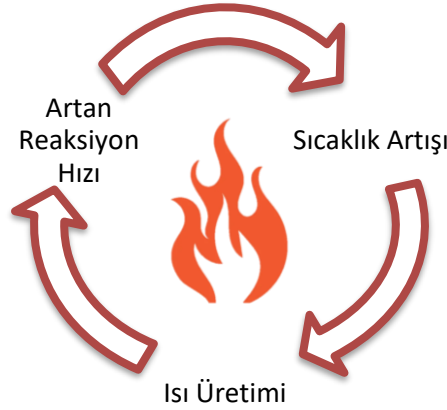
Bataryada yüksek miktarda ısı birikmesi batarya içinde bir dizi kimyasal reaksiyonu başlatabileceği ve sonucunda batarya sıcaklığında ilave bir yükselişe sebep olarak patlamalara neden olabileceği tespit edilmiştir [17]. Ortam sıcaklığının 45°C seviyelerinde olması durumunda eğer batarya modülünde üretilen ısı modülden hızlı bir biçimde uzaklaştırılmaz ise oluşan yüksek sıcaklık değeri batarya ömrünün hızlı bir şekilde düşmesine ve termal kaçaklar gibi güvenlik problemlerine sebep olmaktadır [18,19,20]. Yapılan araştırmalarda batarya sıcaklığının izin verilen çalışma sıcaklığı üzerindeki her 1°C artışının batarya ömrünün yaklaşık olarak 2 ay azalmasına sebep olduğu tespit edilmiştir [21]. Shim ve ark. yaptıkları çalışmada Şekil 2'de görüldüğü gibi bir lityum iyon pilin 60°C'de 140 kez şarj/deşarj çevriminden sonra başlangıç kapasitesinin %65' ini kaybettiğini, bu oranın 25°C oda sıcaklığında yapılan çevrim testlerinde ise sadece %4 olduğunu tespit etmişlerdir [22].

Ramadas ve ark. Sony 18650 model lityum iyon bataryaları oda sıcaklığında, 45°C, 50°C ve 55°C' de test etmişlerdir. 500 adet şarj/deşarj döngüsünden sonra oda sıcaklığında yapılan testlerde kapasitede yaklaşık %22.5 civarında bir düşüş izlenirken, 45°C ortam sıcaklığında yapılan testlerde bu oran %26,46'ya, 55°C ortam sıcaklığında yapılan testlerde ise bu oran %70,56 seviyelerine çıkmıştır [23]. Wu ve ark. 650 mAh kapasitesindeki Lityum iyon bataryaları 60°C ortam sıcaklığında 60 gün bekletilerinde batarya kapasitelerinin 20 mAh değerine düştüğünü tespit etmişlerdir [24]. Carnovale ve ark. lityum iyon bataryalarla farklı sıcaklıklarda yaptıkları şarj/deşarj döngüsü testlerinde batarya ömrünün 20°C ortam sıcaklığında 2300 döngüye, 50°C ortam sıcaklığında 1000 döngüye ve 60°C ortam sıcaklığında ise 500'den daha az döngüye ulaştığını tespit etmişlerdir [25].



Şekil 2. Lityum iyon pillerin 25°C ve 60°C'de şarj/deşarj döngüsü performansı

Ayrıca, eğer batarya sıcaklığı 80-100°C'ye erişirse termal kaçak süreci başlayarak bataryada patlama riskine neden olmaktadır [26]. Yüksek sıcaklıklar Şekil 3'de görüldüğü gibi ısı üreten ekzotermik reaksiyonları tetikleyerek batarya sıcaklığının daha da artmasına ve batarya içindeki anot ve katot elektrot arasında bulunan ve genellikle polietilen veya polipropilen malzemeden üretilen ayırıcı tabakayı eritecek seviyeye ulaşmasıyla anot ve katot elektrotların kısa devre olmasına ve termal kaçak sürecini başlatarak batarya patlamalarına neden olmaktadır.



Şekil 3. Termal Kaçak Süreci

3. Sonuç

Lityum iyon bataryalar gerek şarj edilirken gerek dedeşarj edilirken batarya içindeki reaksiyonlardan ve batarya iç direncinden dolayı ısı açığa çıkarmaktadırlar. Açığa çıkan bu ısı bataryanın sıcaklığını artırmakta ve bataryanın performansını etkilemektedirler. Sıcaklığın batarya performansına etkisini incelemek üzere birçok araştırma yapılmış olup bataryaların en iyi performansı 15-40°C aralığında ve batarya modülü içindeki sıcaklık farkının 5 den az olduğu durumlarda sergiledikleri tespit edilmiştir. Bataryaların bu sıcaklık aralığı dışında yapılan testlerinde batarya sıcaklığındaki her 1°C artışın batarya ömrünü 2 ay daha kısalttığı, 60°C'de 140 şarjdeşarj döngüsünde yapılan testlerde batarya kapasitesinin %65 azaldığı, 55°C'de 500 şarjdeşarj döngüsünde yapılan testlerde ise batarya kapasitesinin yaklaşık %70 azaldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar batarya performansının ve kapasitesinin sıcaklığa göre değişen bir performans sergilediğini dolayısıyla bataryalardan maksimum verim alabilmek ve batarya ömrünü maksimum seviyede tutabilmek için batarya termal yönetim sistemleri kullanılarak bataryaların optimum sıcaklık aralığında tutulması gerektiğini ortaya koymuştur.



KAYNAKLAR

- [1] ZHANG, Wencan, JIEYU Qiu, XIUXING Yin, and DAOYONG Wang. "A novel heat pipe assisted separation type battery thermal management system based on phase change material." *Applied Thermal Engineering* 165 (2020): 114571.
- [2] Url-2 < <https://ourworldindata.org/electric-car-sales>>, alındığı tarih: 20.12.2022
- [3] ETACHERI, V., MAROM, R., ELAZARI, R., SALITRA, G. ve AURBACH, D. (2011). Challenges in the development of advanced Li-ion batteries: a review. *Energy & Environmental Science*, 4(9), 3243-3262.
- [4] MALEKI, H., HOWARD, J. N. (2006). Effects of overdischarge on performance and thermal stability of a Li-ion cell. *Journal of power sources*, 160(2), 1395-1402.
- [5] BELOV, D., YANG, M. H. (2008). Failure mechanism of Li-ion battery at overcharge conditions. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 12, 885-894.
- [6] TORUN Emre, BUYRUK Ertan "Elektrikli Araçlarda Kullanılan Pasif, Aktif Ve Hibrit Batarya Soğutma Sistemlerinin Performanslarının Deneysel Ve Sayısal Olarak İncelenmesi" Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Mayıs 2024
- [7] PESARAN, A. A. (2001). Battery thermal management in EV and HEVs: issues and solutions. *Battery Man*, 43(5), 34-49.
- [8] JOUHARA, H., KHORDEHGAH, N., SEREY, N., ALMAHMOUD, S., LESTER, S. P., MACHEN, D. ve WROBEL, L. (2019). Applications and thermal management of rechargeable batteries for industrial applications. *Energy*, 170, 849-861.
- [9] RAMADASS, P. H. B. W. R. P. B., HARAN, B., WHITE, R. ve POPOV, B. N. (2002). Capacity fade of Sony 18650 cells cycled at elevated temperatures: Part I. Cycling performance. *Journal of power sources*, 112(2), 606-613.
- [10] PESARAN, A. A. (2002). Battery thermal models for hybrid vehicle simulations. *Journal of power sources*, 110(2), 377-382.
- [11] PARK, C., JAURA, A. K. (2003). *Dynamic thermal model of li-ion battery for predictive behavior in hybrid and fuel cell vehicles* (No. 2003-01-2286). SAE Technical Paper.
- [12] MAHAMUD, R., PARK, C. (2011). Reciprocating air flow for Li-ion battery thermal management to improve temperature uniformity. *Journal of Power Sources*, 196(13), 5685-5696.
- [13] GRECO, A., JIANG, X. ve CAO, D. (2015). An investigation of lithium-ion battery thermal management using paraffin/porous-graphite-matrix composite, *J. Power Sources*, 278, 50–68.
- [14] RAO, Z., QIAN, Z., KUANG, Y. ve LI, Y. (2017). Thermal performance of liquid cooling based thermal management system for cylindrical lithium-ion battery module with variable contact surface. *Applied Thermal Engineering*, 123, 1514-1522.
- [15] WU, W., WANG, S., WU, W., CHEN, K., HONG, S. ve LAI, Y. (2019). A critical review of battery thermal performance and liquid based battery thermal management. *Energy conversion and management*, 182, 262-281.
- [16] Url-2 < <https://www.nrel.gov/docs/fy13osti/58145.pdf>>, alındığı tarih: 20.12.2022
- [17] WILKE, S., SCHWEITZER, B., KHATEEB, S., & AL-HALLAJ, S. (2017). Preventing thermal runaway propagation in lithium ion battery packs using a phase change composite material: An experimental study. *Journal of Power Sources*, 340, 51-59.
- [18] YANG, X. H., TAN, S. C. ve LIU, J. (2016). Thermal management of Li-ion battery with liquid metal. *Energy conversion and management*, 117, 577-585.
- [19] FAN, L., KHODADADI, J. M. ve PESARAN, A.A. (2013). A parametric study on thermal management of an air-cooled lithium-ion battery module for plug-in hybrid electric vehicles. *Journal of Power Sources*, 238, 301-312.
- [20] SABBAAH, R., KIZILEL, R., SELMAN, J. R. ve AL-HALLAJ, S. (2008). Active (air-cooled) vs. passive (phase change material) thermal management of high power lithium-ion packs: Limitation of temperature rise and uniformity of temperature distribution. *Journal of power sources*, 182(2), 630-638.
- [21] MOTLOCH, C. G., CHRISTOPHERSEN, J. P., BELT, J. R., WRIGHT, R. B., HUNT, G. L., SUTULA, R. A., ... ve MILLER, T. J. (2002). High-power battery testing procedures and analytical methodologies for HEV's. *SAE Transactions*, 797-802.



- [22] SHIM, J., KOSTECKI, R., RICHARDSON, T., SONG, X., & STRIEBEL, K. A. (2002). Electrochemical analysis for cycle performance and capacity fading of a lithium-ion battery cycled at elevated temperature. *Journal of power sources*, 112(1), 222-230.
- [23] RAMADASS P, HARAN B, WHITE R, POPOV BN. Capacity fade of Sony 18,650 cells cycled at elevated temperatures: Part I. Cycling performance. *J Power Sources* 2002;112:606–13. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7753\(02\)00474-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7753(02)00474-3).
- [24] WU M-S, CHIANG P-CJ. High-rate capability of lithium-ion batteries after storing at elevated temperature. *Electrochim Acta* 2007;52:3719–25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2006.10.045>.
- [25] CARNOVALE, A., & LI, X. (2020). A modeling and experimental study of capacity fade for lithium-ion batteries. *Energy and AI*, 2, 100032.
- [26] BANDHAUER, T. M., GARIMELLA, S. ve FULLER, T. F. (2011). A critical review of thermal issues in lithium-ion batteries. *Journal of the electrochemical society*, 158(3), R1.

ÖZGEÇMİŞ

EMRE TORUN

1980 yılında Sivas'ta doğmuştur. 2003 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliğinde lisans derecesini, 2006 yılında RWTH Aachen Teknik Üniversitesinde Yüksek Lisans derecesini almıştır. 2019 yılında Cumhuriyet Üniversitesinde doktora çalışmasına başlamış olup 2024 yılında "Elektrikli Araçlarda Kullanılan Pasif, Aktif Ve Hibrit Batarya Soğutma Sistemlerinin Performanslarının Deneysel ve Sayısal Olarak İncelenmesi" isimli tez ile doktorasını tamamlamıştır.

ERTAN BUYRUK

İlk, orta ve lise eğitimini Sivas'ta tamamladı. 1991 yılında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Temmuz 1992- Aralık 1996 yılları arasında İngiltere Liverpool Üniversitesi'nde doktorasını tamamladı. 1997 yılında Yrd. Doç., 2004 yılında Doçent, 2009 yılında Profesör unvanını aldı. Prof. Buyruk, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlıklarının yanında Mühendislik Fakültesi Dekan Yardımcılığı görevlerini de yerine getirmiştir. Evli ve bir çocuk babası olan Buyruk İngilizce bilmektedir. 2012 yılından itibaren Üniversite - Şehir ve Sanayi İşbirliği ile ilgili Rektör Danışmanlığı görevini de yürüten Prof. Buyruk, 2015-2016 yılları arasında Rektör Yardımcılığı görevini de yürütmüştür. Temel çalışma alanları: Isı ve Kütle Transferi, Termodinamik, Akışkanlar Mekaniği, Isı Yalıtımı, Soğu Depolama, Plakalı Kanatçıklı Isı Değiştiricilerde ve Nano akışkanlarda Isı Transferi üzerinedir.



TOPLAM KALİTE YÖNETİMİNİN MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ İLİŞKİSİ – TOPLAM KALİTE YÖNETİMİNİN (TKY) YAZILIM GELİŞTİRME SÜREÇLERİNE ETKİSİ

Ayla ÖZTÜRK, Saime TAPHASANOĞLU

Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul Rumeli Üniversitesi,

ayla.ozturk@rumeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6676-743X

saime.taphasanoglu@rumeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1280-8387

ÖZET

Bu araştırma makalesi, toplam kalite yönetiminin mühendislik eğitimi ile ilişkisini genel anlamda ortaya koyarak, toplam kalite yönetiminin yazılım geliştirme süreçlerine etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Toplam Kalite Yönetimi ve mühendislik eğitimi arasındaki ilişki, kalite odaklı bir eğitim sisteminin kurulmasını, sürekli iyileştirme kültürünün benimsenmesini ve mezun olan mühendislerin kalite yönetimi becerileriyle donatılmasını sağlamaktadır. TKY, mühendislik öğrencilerinin bilgi, beceri ve etik değerlere sahip, kalite odaklı profesyoneller olarak mezun olmalarına katkıda bulunarak hem bireysel hem de toplumsal düzeyde olumlu etkiler yaratmaktadır. Çalışmada, sürekli iyileştirme sürecinde kullanılan bir model olan, W. Edwards Deming'in geliştirdiği PUKÖ Döngüsü (Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem AI) ayrıca ele alınmaktadır. Elde edilen bilgiler doğrultusunda toplam kalite yönetiminin bilgi teknolojileri ve yazılım geliştirme alanındaki kullanımı, sürecin her aşamasında kaliteyi artırmakta ve hata önlemeye yönelik stratejilerle risk yönetimini etkin hale getirdiği sonucuna varılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Toplam Kalite Yönetimi (TKY), Yazılım Geliştirme Süreçleri (YGS), Mühendislik Eğitimi, Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü (YGYD), PUKÖ Döngüsü

1. Giriş

1.1. Toplam Kalite Yönetimi

Toplam Kalite Yönetimi (TKY), organizasyonun tüm seviyelerinde kalite odaklı bir yönetim yaklaşımıdır. Temel amacı, müşteri memnuniyetini artırmak ve uzun vadede sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmektir. TKY, yalnızca ürün veya hizmet kalitesine odaklanmakla kalmaz; aynı zamanda organizasyonun tüm süreçlerini sürekli iyileştirme, verimlilik artırma ve çalışan memnuniyeti sağlama yönünde yönetir. Bu yönetim modeli, birçok farklı ilkeye dayanır ve tüm çalışanların katılımını teşvik eder.

Bir yönetim öğretisi olan toplam kalite yönetimi, uygulandığı her alanda kalitenin artırılmasını hedeflemektedir. Toplam kalite yönetiminin amacı, uygulandığı alanlarda, kaliteyi test edecek muhatapların (müşteriler vs.) istek ve beklentileri düzleminde verilen hizmetin kalitesini yükseltmektir. Bu ise genel olarak verimliliğin artırılmasına bağlıdır. Toplam kalite öğretisinde kalite ve verimliliğin artırılması için toplam kalite yönetiminin uygulandığı alandaki çalışanların memnun olmasına, isteklendirilmesine ve mükafatlandırılmasına, başarı ölçme ve değerlendirme metotlarının kullanılmasına, organizasyonun kusursuz hale getirilmesine, takım çalışmasına önem verilmesine, performansı yüksek organizasyonların tecrübelerinden istifade edilmesine, strateji oluşturulmasına ve benzeri amaçlara ağırlık verilmektedir (Aktan, 2012).



Toplam kalite yönetiminin uygulanabileceği ve hatta uygulandığı takdirde kesinlikle düzgün bir işin ortaya çıkacağı- süreçlerden oluşan yazılım geliştirme alanında, kalitenin ortaya konması için süreç yönetimi elzem hale gelmiştir. Süreç yönetimi ise süreçlerin devamlı ve bir düzen içinde takip edilmesi ve geliştirilmesi için yapılan faaliyetler bütünüdür (Yavuz ve Şentürk, 2013).

1.2. Toplam Kalite Yönetimi (TKY) Uygulamalarında Temel Unsurlar

Toplam Kalite Yönetimi (TKY) uygulamalarında temel unsurlar, kaliteyi sürdürülebilir bir şekilde artırmak için gereken temel yapı taşlarını oluşturur. TKY'nin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için bu unsurlar, organizasyonun her seviyesinde aktif bir şekilde hayata geçirilmelidir. İşte TKY'nin temel ilkeleri:

Tablo 1. W. E. Deming'in 14 İlkesi

TOPLAM KALİTE YÖNETİMİNDE TEMEL UNSURLAR
Müşteri odaklılık
Sürekli iyileştirme
Tam katılım
Veri ve Ölçümlere Dayalı Karar Verme
Üst yönetimin liderliği ve sorumluluğu
Süreç Odaklı Yaklaşım
Sistemik Yaklaşım
Eğitim ve Gelişim
İş birliği ve İletişim
Hata bulma değil, hata önleme
Kalite kontrolü bütün süreçlere yayma

olarak ifade edilebilir (Erdem, 2023).

1.2.1. Müşteri Odaklılık

- TKY'de müşteri memnuniyeti en önemli başarı kriteridir. Bu unsur, iç ve dış müşterilerin beklentilerini anlamayı ve karşılamayı amaçlar. Kalitenin nihai değerlendirmesini müşteri yapar, dolayısıyla ürün ve hizmetlerin müşteri beklentilerine uygun olması gerekir.
- Müşteri geri bildirim, ürün ve hizmetlerde yapılacak iyileştirmelerde rehber olarak kullanılır.

1.2.2. Sürekli İyileştirme (Kaizen)

- TKY'nin merkezinde yer alan sürekli iyileştirme felsefesi, her süreç ve faaliyetin gelişime açık olduğu anlayışına dayanır. Japon yönetim felsefesinden gelen Kaizen terimi, küçük ama sürekli adımlarla organizasyonun performansını artırmayı ifade eder.
- Sürekli iyileştirme, hata oranlarını azaltır, verimliliği artırır ve kaliteyi daha sürdürülebilir hale getirir.

1.2.3. Tam Katılım ve Ekip Çalışması



- TKY, yalnızca yönetim seviyesinde değil, organizasyonun tüm düzeylerinde kalite anlayışının benimsenmesini gerektirir. Her çalışanın kalite sürecine katılması teşvik edilir ve bu katılım için gerekli eğitimler sağlanır.
- Ekip çalışması, bireysel katkıların toplu bir sinerjiye dönüşmesini sağlar. Böylece tüm çalışanların süreç iyileştirmeye katkı sunması, daha verimli ve motive bir iş gücü oluşturur.

1.2.4. Veri ve Ölçümlere Dayalı Karar Verme

- TKY, kararların verilmesinde veri analizi ve istatistiksel metotların kullanılmasını gerektirir. Karar alma sürecinde verilerin analitik olarak değerlendirilmesi, sorunları daha doğru tespit etmeye ve çözüm üretmeye olanak tanır.
- Kalite yönetiminde kullanılan kontrol çizelgeleri, grafikler ve ölçüm araçları, organizasyonel süreçlerin performansını izlemek için etkili yöntemlerdir.

1.2.5. Liderlik ve Üst Yönetimin Katılımı

- Üst yönetimin TKY sürecine olan bağlılığı, kalite kültürünün organizasyon genelinde yerleşmesi için kritik önem taşır. Yöneticiler, kalite hedeflerini belirler ve çalışanları bu hedefler doğrultusunda motive eder.
- Liderlerin örnek teşkil etmesi ve kalite yönetimi prensiplerine bağlı kalmaları, tüm çalışanları bu sürece daha bağlı hale getirir.

1.2.6. Süreç Odaklı Yaklaşım

- TKY, kaliteyi yalnızca ürün veya hizmette değil, tüm iş süreçlerinde sağlar. Her süreç, girdiler ve çıktılar açısından değerlendirilir ve süreç iyileştirme çalışmaları yapılır.
- Bu yaklaşım, süreçlerdeki değişkenlikleri kontrol altına alarak tutarlılığı artırır ve nihai kalitenin korunmasına katkı sağlar.

1.2.7. Sistematik Yaklaşım

- TKY, organizasyonun tüm bölümlerinin birbiriyle uyumlu ve bir bütün olarak çalışmasını sağlar. Organizasyon bir sistem olarak görülür ve bu sistem içindeki alt süreçler sürekli birbiriyle bağlantılı şekilde değerlendirilir.
- Sistemin birbiriyle uyum içinde çalışması, organizasyonel verimliliği artırır ve kalite hedeflerine ulaşmada kolaylık sağlar.

1.2.8. Eğitim ve Gelişim

- TKY'de çalışanların eğitimi, kaliteye katkı sağlamaları için önemlidir. Çalışanların bilgi, beceri ve yetkinliklerini artırmak için sürekli eğitim programları düzenlenir.
- Eğitim, çalışanların kalite süreçlerinde daha bilinçli ve yetkin olmalarını sağlayarak süreç iyileştirme çalışmalarına aktif olarak katılmalarını mümkün kılar.

1.2.9. İş birliği ve İletişim

- TKY'de başarılı sonuçlar elde edebilmek için organizasyon içindeki bölümler arası iletişim ve iş birliği önemlidir. Bu unsur, bilgilerin daha hızlı ve doğru bir şekilde paylaşılmasını sağlayarak kalite yönetimi sürecine hız kazandırır.
- İyi bir iletişim, hataların azaltılmasına ve kalite yönetiminin daha etkili hale gelmesine yardımcı olur.

1.2.10. Hataları Önleyici Önlemler



- TKY, hataları önceden tespit edip gidermeye yönelik çalışmalarını teşvik eder. Böylece kaliteyi düşürebilecek faktörler önceden belirlenir ve önlem alınır.
- Proaktif kalite kontrol araçları kullanılarak, hataların minimum seviyede tutulması sağlanır.

1.2.11. Kalite Kontrolü Bütün Süreçlere Yayma

- İşletmelerin, organizasyonların kalite kontrolünü yalnızca son ürüne değil, tüm süreçlere yaymasının gerekliliğini benimser. Önleyici kontrol, veri toplama ve analizi, iyileştirme faaliyetleri, sorumluluk paylaşımı ve sürekli eğitim bu ilke için önemli stratejilerdir. Kalite kontrolünü tüm süreçlere yayarak hataları önlemeyi, verimliliği artırmayı ve sürekli iyileştirmeyi hedefleriz. Bu prensipleri uygulayan işletmeler, daha yüksek kalite standartlarına ulaşır, müşteri memnuniyetini artırır ve rekabet avantajı elde eder. (Erdem, 2023)

Toplam Kalite Yönetimi'nde bu unsurlar bir bütün olarak işlenir. Müşteri memnuniyeti odaklı bir yaklaşımla süreçlerin sürekli iyileştirilmesi, tüm çalışanların sürece katılması ve veri odaklı karar alma süreçleri ile TKY, organizasyonel verimliliği ve rekabet gücünü artırmayı amaçlar.

1.3. Toplam Kalite Yönetimi Araç ve Teknikleri

TKY, süreci daha etkin hale getirmek ve iyileştirmek için birçok araç ve teknik kullanır:

PARETO Analizi: Önemli problemleri belirlemek için kullanılır.

Balık Kılıçığı Diyagramı: Problemlerin kök nedenlerini analiz etmek için kullanılan bir tekniktir.

Kontrol Çizelgeleri ve Grafikler: Süreç değişkenliklerini gözlemlemek için kullanılır.

Süreç Haritaları: Sürecin detaylı olarak anlaşılması için adım adım süreç akışını gösterir (Aktan, 2012)

2. Toplam Kalite Yönetimi (TKY) ve Mühendislik Eğitimi Arasındaki İlişki

Toplam Kalite Yönetimi (TKY) ve mühendislik eğitimi arasındaki ilişki, gelecekteki mühendislerin kalite yönetimi anlayışını benimsemelerini sağlayarak hem endüstri hem de toplum için yüksek standartlarda mühendisler yetiştirilmesine katkıda bulunmaktadır. TKY'nin temel ilkeleri mühendislik eğitiminin her aşamasında kaliteyi artırmak için kullanılabilir. Bu ilişki, kalite odaklı bir mühendislik eğitim sistemi kurmayı ve mezun olan mühendislerin iş hayatında etkili ve verimli olmalarını sağlamayı amaçlamaktadır.

2.1. Mühendislik Eğitiminde Kalite Standartları

Mühendislik eğitimi, bir kurumun sunduğu programların uluslararası standartlara uygun olmasını hem akademik hem de endüstriyel açıdan gerekli bilgi ve becerileri içermesini gerektirir. TKY, müfredatın bu standartlara uygun bir şekilde sürekli güncellenmesini ve iyileştirilmesini sağlar.

Akreditasyon (örneğin ABET - Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Kurulu) ve kalite standartlarına uygun bir eğitim, mühendislerin evrensel bilgi ve becerilere sahip olmasını sağlar. TKY, bu akreditasyon süreçlerine rehberlik ederek kaliteyi güvence altına alır.



2.2. Sürekli İyileştirme ve Eğitim Mükemmelliği

TKY'nin sürekli iyileştirme ilkesi, mühendislik eğitiminde de uygulanabilir. Eğitim programları, öğrenci geri bildirimleri, akademik performans değerlendirmeleri ve endüstri ihtiyaçlarına göre sürekli olarak güncellenir. Bu, müfredatın endüstrinin değişen ihtiyaçlarına ve teknolojik yeniliklere göre güncellenmesini sağlar.

Mühendislik eğitimi veren kurumlarda Kaizen (sürekli iyileştirme) kültürü ile eğitim, öğretim metotları ve altyapı sürekli geliştirilebilir. Bu sayede hem öğrencilerin öğrenme deneyimi iyileşir hem de eğitimin kalitesi artar.

2.3. Müşteri Odaklılık ve Paydaş Memnuniyeti

TKY'nin müşteri odaklılık ilkesi, mühendislik eğitiminde öğrencileri ve endüstri paydaşlarını "müşteri" olarak kabul eder. Öğrencilerin memnuniyeti ve sektördeki ihtiyaçların karşılanması önem kazanır. Bu, mezunların istihdam edilebilirliğini artırır ve eğitim programlarının sektörle uyumlu olmasını sağlar.

Eğitim kurumları, mühendislik alanındaki yenilikleri ve piyasa taleplerini dikkate alarak öğrencilerin gelişimine katkı sağlar. Endüstri iş birliği ile öğrencilerin ihtiyaç duyacağı bilgi ve becerilerin öğretilmesi sağlanır.

2.4. Veri Odaklı Karar Verme ve Kalite Ölçümleme

TKY ilkeleri kapsamında veri odaklı karar verme, mühendislik eğitiminde başarıyı ölçmek için kullanılır. Öğrenci performansı, mezuniyet oranları, iş bulma oranları gibi ölçütler düzenli olarak analiz edilerek eğitim kalitesi değerlendirilir.

Veriye dayalı olarak karar verme, eğitim programlarının objektif değerlendirmesini sağlar ve gerekli iyileştirmeler veriler ışığında yapılır.

2.5. Ekip Çalışması ve Liderlik Eğitimi

Mühendislik eğitimi, TKY'nin ekip çalışması ve liderlik geliştirme ilkelerine uygun olarak tasarlanabilir. Takım çalışması, mühendislerin projelerde etkin bir şekilde çalışabilmesi ve liderlik becerilerini geliştirmesi açısından önemlidir.

Mühendislik öğrencileri için grup projeleri, ekip çalışması aktiviteleri ve liderlik eğitimleri düzenlenerek profesyonel hayata hazırlanmaları sağlanır. Bu, TKY'nin organizasyonel düzeyde katılımı ve iş birliğini teşvik eden yaklaşımını destekler.

2.6. Problem Çözme ve Yenilikçilik

TKY, mühendislik eğitiminin problem çözme ve yenilikçiliği teşvik eden bir yapı sunmasına da katkıda bulunur. Öğrenciler, kalite sorunlarına yönelik çözümler geliştirmeye teşvik edilir ve gerçek hayattaki problemlerle başa çıkma becerilerini artıran eğitim programları oluşturulur.

Yaratıcılık, eleştirel düşünme ve inovasyon gibi beceriler mühendislik müfredatında yer alarak öğrencilerin yenilikçi çözümler geliştirebilmeleri desteklenir.



2.7. Toplam Kalite Yönetimi Eğitimi

Mühendislik öğrencilerinin TKY prensipleri hakkında bilgi sahibi olmaları, gelecekteki profesyonel yaşamlarında bu prensipleri iş ortamına uygulamalarını sağlar. Kalite yönetimi eğitimi, mühendislerin süreç yönetimi, kalite kontrol ve iyileştirme süreçlerinde etkin olmalarını sağlar.

TKY prensiplerini öğrenen mühendisler, iş yerinde kalite yönetim süreçlerine katkıda bulunabilir, problem çözüme yetkinliklerini geliştirerek verimliliği artırabilirler.

2.8. Çevresel ve Toplumsal Sorumluluk Bilinci

TKY'nin topluma ve çevreye karşı sorumluluk ilkesi, mühendislik eğitiminde öğrencilerin çevresel sürdürülebilirlik ve etik değerlere bağlı bireyler olarak yetişmesine katkı sağlar. Sürdürülebilir mühendislik ve çevre dostu üretim süreçleri gibi konulara duyarlılığı artırır.

Toplam Kalite Yönetimi (TKY), organizasyonun tüm seviyelerinde kalite odaklı bir yönetim yaklaşımıdır. Temel amacı, müşteri memnuniyetini artırmak ve uzun vadede sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmektir. TKY, yalnızca ürün veya hizmet kalitesine odaklanmakla kalmaz; aynı zamanda organizasyonun tüm süreçlerini sürekli iyileştirme, verimlilik artırma ve çalışan memnuniyeti sağlama yönünde yönetir. Bu yönetim modeli, birçok farklı ilkeye dayanır ve tüm çalışanların katılımını teşvik eder.

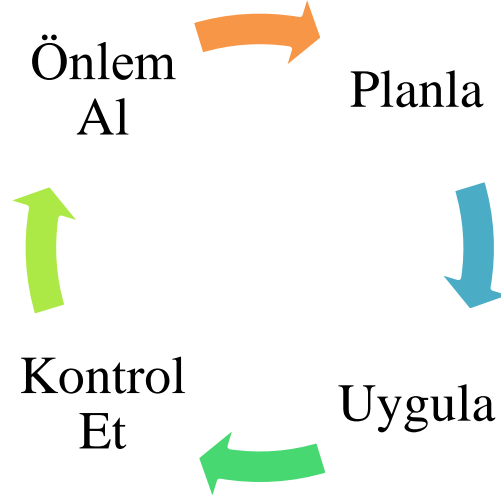
3. William Edwards Deming ve Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem AI (PUKÖ) Döngüsü

1900 yılında doğan, Amerikalı mühendis William Edwards Deming, elektrik, fizik ve matematik alanında uzmanlıklar elde etmiştir ve toplam kalite yönetimi alanında birçok çalışma kaydetmiştir. Amerika ve Japonya'da danışmanlık yapmıştır. TKY alanında ortaya attığı 14 ilke ve PÜKO döngüsü birçok çalışmaya temel oluşturmuştur ve pratikte birçok alanda kullanılmış ve kullanılmaya devam edilmektedir (Erdem, 2023).

W. Edwards Deming'in geliştirdiği PUKÖ Döngüsü (Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem AI), sürekli iyileştirme sürecinde kullanılan bir kalite yönetimi modelidir. Deming, bu döngüyü, organizasyonların süreçlerini sistematik bir şekilde iyileştirmesine yardımcı olmak için geliştirmiştir. PUKÖ Döngüsü, özellikle Toplam Kalite Yönetimi (TKY), Altı Sigma ve Yalın Yönetim gibi kalite ve verimlilik artırma yaklaşımlarında önemli bir araç olarak kullanılır.

PUKÖ Döngüsünün Aşamaları

PUKÖ Döngüsü dört aşamadan oluşur ve her aşama, süreçlerdeki problemleri belirleyip çözümlerle kaliteyi artırmayı amaçlar:



Şekil 1. W. E. Deming'in PUKÖ Döngüsü

Planla (Plan):

İlk aşama, belirlenen bir hedef doğrultusunda plan yapmayı içerir. Bu aşamada, mevcut durum analiz edilir, iyileştirilmesi gereken alanlar belirlenir ve bir hedef tanımlanır. Hedefe ulaşmak için yapılması gerekenler, kaynaklar ve stratejiler belirlenir. Ayrıca, iyileştirme sürecinde kullanılacak ölçütler ve göstergeler seçilir. Örneğin, bir üretim sürecinde verimliliği artırmak için üretim süresi veya hata oranı gibi göstergeler belirlenebilir.

Uygula (Do):

Planlama aşamasında belirlenen adımlar bu aşamada uygulanır. Yapılan değişiklikler ya da iyileştirmeler küçük ölçekli olarak denir ve sonuçları gözlemlenir. Deneme aşaması olarak da adlandırılabilen bu aşamada, sürece ilişkin veriler toplanır. Bu, ilerleyen aşamalarda yapılacak analizler için önemli bir veri kaynağı sağlar. Örneğin, üretim sürecindeki bir iyileştirme, belirli bir makinede veya bir çalışma vardiyasında denenebilir.

Kontrol Et (Check):

Bu aşamada, uygulama sürecinde elde edilen veriler analiz edilir ve sonuçlar değerlendirilir. Belirlenen hedeflerle karşılaştırmalar yapılır ve planlanan iyileştirmelerin ne ölçüde başarıya ulaşıp ulaşmadığı incelenir. Elde edilen sonuçların doğruluğunu kontrol etmek ve varsa hataları veya eksiklikleri belirlemek amacıyla ölçüm ve analiz yapılır. Örneğin, iyileştirme sonucunda beklenen verim artışı veya hata azalışı olup olmadığı kontrol edilir.

Önlem Al (Act):

Kontrol aşamasında elde edilen sonuçlar analiz edildikten sonra, iyileştirme başarılı olmuşsa bu süreç standart hale getirilir ve tüm organizasyonda uygulanır. İyileştirmenin kalıcı olması için belirli bir prosedür geliştirilir. Eğer hedeflenen sonuçlara ulaşılamamışsa veya başka iyileştirmeler mümkün görünüyorsa, döngü yeniden başlatılır. Bu aşamada edinilen bilgiler bir sonraki planlama sürecinde kullanılır. Örneğin, iyileştirmenin başarılı olduğu durumlarda yeni süreç organizasyonun genel prosedürlerine entegre edilir.



Bu döngü, sürekli olarak süreçleri analiz etmek, hataları tespit etmek, iyileştirme fırsatlarını belirlemek ve süreçlerin daha verimli hale gelmesini sağlamak için tekrarlanır. PUKÖ Döngüsü, sürekli iyileştirme ve kalite yönetimi için bir yol haritası sunar ve işletmelerin sürekli olarak daha iyi sonuçlar elde etmelerini sağlar. (Deming, 2020).

4. Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü

Yazılım denince akla kod yazımı gelse de yazılım ile alakalı herhangi bir proje birçok süreçten meydana gelmektedir. Yazılımın hem üretim hem de kullanım süresi boyunca geçirdiği bütün kısımlar yazılım geliştirme yaşam döngüsü olarak tanımlanmaktadır (Kaçar, 2019:1).

Yazılımlar çıktı olarak ele alındığında bir üründür ve ürünler gibi yazılım geliştirmenin de bir yaşam döngüsü vardır. Bu döngü tek yönlü veya doğrusal olmamakla birlikte birkaç ana aşamadan oluşur.

Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü (SDLC - Software Development Life Cycle), yazılımın planlanmasından bakımına kadar geçen süreci kapsayan sistematik bir yaklaşımdır. SDLC, yazılımın kaliteli, verimli ve hedeflenen gereksinimlere uygun bir şekilde geliştirilmesini sağlamak için aşamalandırılmıştır. Her aşama, yazılımın başarısı için önemli adımlar içerir ve belirli çıktılarla diğer aşamalara geçiş yapılır. Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü'nün ana aşamaları aşağıda yer almaktadır.

1. Gereksinim Analizi (Requirement Analysis)

Amaç: Projenin kapsamını ve hedeflerini belirlemek için kullanıcı veya müşterinin gereksinimlerini toplamak ve analiz etmektir. Bu aşamada, yazılımın hangi işlevleri yerine getirmesi gerektiği belirlenir. Kullanıcının ihtiyaçlarını tam olarak anlamak için gereksinim analistleri ve proje paydaşları bir araya gelerek detaylı toplantılar yapar.

Çıktılar: Gereksinim dokümanı, proje kapsamı ve ön gereksinim analizi.

2. Sistem Tasarımı (System Design)

Amaç: Toplanan gereksinimlere uygun olarak yazılımın mimarisini ve tasarımını oluşturmaktır. Gereksinim analizinden elde edilen bilgiler doğrultusunda yazılımın teknik yapısı, veri akışı ve mimarisi belirlenir. Veritabanı yapısı, kullanıcı arayüzü tasarımı ve yazılım modüllerinin tasarımı gibi detaylar bu aşamada oluşturulur.

Çıktılar: Yüksek düzeyde sistem tasarım dokümanları, veri akış diyagramları ve veritabanı tasarımı.

3. Kodlama (Development/Coding)

Amaç: Yazılımın gereksinimlere ve tasarıma uygun bir şekilde programlanmasıdır. Bu aşamada yazılımcılar, sistem tasarımına göre kod yazmaya başlar. Kodlama süreci, yazılım geliştirme metodolojisine (Çevik, Şelale, Scrum vb.) göre değişiklik gösterebilir. Kodlama esnasında temiz kod yazımı, kod standardizasyonu ve güvenlik önlemlerine dikkat edilir. Programlama dili yazılım geliştirme ortamı, yazılım geliştirme araçları seçimi, veri tabanı yönetim sistemi, kodlama kısmında gerçekleştirilir (Yılmaz, 2007).

Çıktılar: Yazılımın tamamlanmış sürümü (ilk çalışan versiyon).

4. Test Etme (Testing)

Amaç: Yazılımın hatasız, kullanıcı gereksinimlerine uygun ve güvenli çalıştığını doğrulamaktır. Kodlama aşaması tamamlandıktan sonra yazılım test edilir. Test aşaması, yazılımın işlevselliğini, güvenilirliğini ve performansını kontrol etmeyi amaçlar. Birçok farklı test (birim testi, entegrasyon testi, kabul testi, güvenlik testi vb.) uygulanır.

Çıktılar: Test raporları ve düzeltilmiş hatalarla güncellenmiş yazılım.

5. Devreye Alma (Deployment)

Amaç: Test aşamasından geçmiş olan yazılımın gerçek kullanıcılar tarafından kullanılabilir hale getirilmesidir. Yazılım başarılı bir şekilde test edildikten sonra canlı ortama aktarılır. Büyük ölçekli



projelerde, bu aşamada genellikle beta sürüm kullanımı veya kısmi dağıtım yapılır. Kullanıcıların gerçek ortamda yazılımı test etmesi sağlanır ve son kullanıcıların geri bildirimleri alınır.

Çıktılar: Canlı ortamda çalışan yazılım ve kullanıcı geri bildirimleri.

6. Bakım ve Güncelleme (Maintenance)

Amaç: Yazılımın sürdürülebilirliğini sağlamak, hataları gidermek ve yeni özellikler eklemektir. Yazılım kullanıma alındıktan sonra, zamanla çeşitli güncelleme ve iyileştirme gereksinimleri ortaya çıkar. Bu aşamada yazılımda tespit edilen hatalar düzeltilir, kullanıcı geri bildirimlerine göre iyileştirmeler yapılır ve gerekli yeni özellikler eklenir.

Çıktılar: Güncellenmiş, hatasız ve iyileştirilmiş yazılım sürümleri.

5. W.E. Deming'in TKY Yaklaşımı ve 14 İlkesi

W.E. Deming birçok kişi tarafından TKY'nin fikir babası olarak görülmektedir ve İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra kendi adıyla verilen Deming Ödülü ile, Japonlar tarafından kaliteye katkısı resmîyet kazanmıştır. Deming'in yönetim yaklaşımı, 14 ilkeden oluşmaktadır ve kalite gelişimini destekleyen yönetim prensiplerini ortaya koymaktadır. 1981 yılında ilk defa yayınladığı çalışmasında ortaya çıkan bu ilkeler, Deming'in Japonya ve Amerika'da danışmanlık yaparken edindiği tecrübeler ile ortaya çıkmıştır (Andersen ve diğ., 1994).

Bu 14 ilke aşağıdaki gibidir (Canbay, 2021:9);

1. Amaç Tutarlılığı Oluşturun

İşletmenin sürekli iyileştirilmesi ve uzun vadeli başarı hedeflerine odaklanarak tutarlı bir amaç belirlenmesidir. Bu amaç, kaliteyi sürekli artırmak ve müşteri memnuniyetini sağlamaktır.

2. Yeni Bir Felsefe Benimseyin

İşletmelerin, müşteri taleplerine duyarlı, hataları minimize eden ve rekabetçi pazarda başarı sağlayan modern bir kalite felsefesi benimsemeleri gerekmektedir. Deming, değişen pazar koşullarına ayak uydurmayı ve yenilikçi bir bakış açısını savunur.

3. Kaliteyi Denetim Yoluyla Sağlama Alışkanlığını Bırakın

Kalitenin sadece son aşamada yapılan kontrollerle değil, tüm süreç boyunca sağlanması gerektiğini vurgular. Bu sayede hatalar kaynağında azaltılır ve maliyetler düşürülür.

4. Tek Başına Fiyatı Dikkate Alarak Satın Almayı Durdurun

Mal veya hizmet satın alırken sadece düşük fiyat aramaktan vazgeçilmeli; kalite, güvenilirlik ve uzun vadeli maliyet gibi faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. İyi bir tedarikçiyle uzun vadeli iş birlikleri kurulmalıdır.

5. Sürekli İyileştirme İçin Sistemleri Geliştirin

Ürün ve hizmetlerde sürekli iyileştirme, maliyetleri azaltır ve müşteri memnuniyetini artırır. İşletmelerde tüm süreçlerin her aşamada iyileştirilmesi hedeflenmelidir.

6. Eğitim Programlarına Yatırım Yapın

Çalışanların bilgi ve becerilerini artırmak için sürekli eğitim sağlanmalıdır. Eğitim, işletme içindeki kalite standartlarını yükseltir ve çalışanların verimliliğini artırır.



7. Liderliği Geliştirin

Yönetici ve liderler, çalışanlara rehberlik etmelidir. Çalışanların verimli çalışmasını sağlamak için onlara yol gösterilmeli ve çalışma ortamı iyileştirilmelidir.

8. Korkuyu Yok Edin

Çalışanların korkusuzca fikirlerini ifade edebileceği bir ortam yaratılmalıdır. Korku, iletişimi engeller ve çalışanların potansiyellerini tam olarak göstermelerini zorlaştırır.

9. Bölümler Arası Engelleri Yıkın

Farklı departmanlar arasındaki iş birliğini artırmak, ortak hedeflere ulaşmayı kolaylaştırır. Ekip çalışması ve bilgi paylaşımı teşvik edilmelidir.

10. Sıfır Hata ve Üretkenlik Taahhütlerine Son Verin

Çalışanlara gerçekçi olmayan hedefler vermek, iş stresini artırır ve kaliteyi düşürür. Bunun yerine, kaliteye odaklanan uzun vadeli hedefler belirlenmelidir.

11. İşçilerin Başarılarını Gururla Sergileyebilmesi İçin Engelleri Kaldırın

Çalışanlara, yaptıkları işi sahiplenebilmeleri ve başarılarını paylaşabilmeleri için destekleyici bir ortam sağlanmalıdır. Bu motivasyonu artırır ve kaliteyi yükseltir.

12. Eğitim ve Gelişime Ağırlık Verin

Çalışanların bilgi ve yeteneklerini geliştirecek eğitim programları düzenlenmelidir. Bu sayede işletmenin tüm süreçlerinde kalite ve verimlilik artar.

13. Her Çalışanın Gelişiminde Destek Olun

Çalışanların işletme hedeflerine katkıda bulunabilmesi için sürekli gelişimlerine destek olunmalıdır. Çalışanların görevlerine katkı sağlayacak bilgi ve yeteneklere sahip olmaları sağlanmalıdır.

14. Değişim İçin Bir Yönetim Yapısı Kurun

Organizasyon içerisinde sürekli iyileştirme ve kalite odaklı değişim süreçlerini yönetmek için bir yönetim yapısı oluşturulmalıdır. Bu yapı, tüm organizasyonun kalite odaklı çalışmasını destekler.

5.1. Deming'in Toplam Kalite Yaklaşımı'nın Öne Çıkan Özellikleri

Sürekli İyileştirme (Kaizen): Deming, kalitenin bir defa sağlanıp bırakılacak bir unsur değil, sürekli gelişmesi gereken bir hedef olduğunu vurgulamıştır.

Veri Odaklı Karar Verme: İstatistiksel analiz ve veriye dayalı karar verme, kalitenin artırılmasında önemli bir unsurdur.

Çalışan Katılımı: Her seviyedeki çalışan kalite sürecine katkıda bulunmalı ve önerilerini sunabilmelidir.

Müşteri Odaklılık: İşletmeler, müşteri ihtiyaçlarını karşılamayı öncelik haline getirmelidir.



Bu 14 ilke, Deming'in toplam kalite yönetimi yaklaşımının temelini oluşturur ve bir işletmenin kalite hedeflerine ulaşmasında rehber işlevi görür.

Toplam Kalite Yönetimi (TKY) yaklaşımı, özellikle bilgi teknolojileri ve yazılım geliştirme alanlarında önemli avantajlar sağlayan bir yönetim modelidir. 1980'li yıllarda kalitenin yalnızca kontrol edilen bir unsur olmaktan çıkıp tüm sürece entegre edilmesiyle birlikte uzun vadeli ve kalite odaklı planlar geliştirilmeye başlanmıştır. Bu dönemde, Deming'in tanımladığı 14 temel ilke, kalite yönetimi alanında kapsamlı bir rehber işlevi görmüş ve yazılım geliştirme süreçlerine uygulanarak sektörün verimlilik, kalite ve maliyet avantajı elde etmesine katkı sağlamıştır.

5.2. Toplam Kalite Yönetiminin Yazılım Geliştirmede Sağladığı Avantajlar

Bilgi teknolojileri alanı ve özellikle yazılım geliştirme, sıfır hata ile çalışmanın kritik olduğu ve sürekli gelişime ihtiyaç duyulan bir sektördür. Yazılım geliştirme süreçleri olan analiz, tasarım, kodlama, test ve bakım aşamaları, Deming'in 14 ilkesi esas alınarak yürütüldüğünde aşağıdaki avantajlar sağlanır:

1. **Kalite Artışı:** Her aşamada kaliteyi önceleyen TKY yaklaşımı, kodlama ve tasarım aşamalarından başlayarak tüm süreçlerde yüksek kaliteli ürünler ortaya çıkmasını sağlar. Bu, yazılım hatalarının daha üretim sürecinde önlenmesine ve nihai ürünün kusursuz hale gelmesine katkıda bulunur.
2. **Maliyetlerin Azaltılması:** Deming'in ilkelerine dayalı süreçlerde, hataların önceden tespit edilmesi ve önlenmesi, maliyetleri azaltır. Özellikle test aşamasında hataların düzeltilmesi yerine, kaliteyi süreç boyunca entegre etmek, hata maliyetlerini en aza indirir.
3. **Verimlilik ve Sürekli İyileştirme:** Deming'in sürekli iyileştirme vurgusu, yazılım geliştirme süreçlerinde devamlı gelişim ve güncellemeyi teşvik eder. Bu durum, yazılımın güncel kalmasını, işlevselliğin artırılmasını ve son kullanıcı memnuniyetinin sağlanmasını destekler.
4. **Motivasyon ve Katılım:** TKY'de çalışan motivasyonu ve katılımı ön planda tutulur. Yazılım ekipleri, belirlenen hedeflere katkı sağlamak için iş birliği içinde çalışır ve bu iş birliği sayesinde çalışanlar süreç boyunca aktif rol alır. Bu motivasyon, ekip içinde inovasyon ve verimliliği artırır.
5. **Hata Önleme ve Risk Yönetimi:** TKY, hataları önceden tespit edip düzeltmeye yönelik stratejiler geliştirir. Deming'in "hataların kaynağında önlenmesi" vurgusu, yazılım geliştirme süreçlerinde kalite kontrol aşamalarının sadece test süreciyle sınırlı kalmayıp, analiz ve tasarım aşamalarında risklerin belirlenmesine odaklanılmasını sağlar.
6. **Sonuçlar ve Değerlendirme**

Deming'in 14 ilkesini yazılım geliştirme süreçlerine uygulayarak kaliteyi artırmak mümkün olur:

- **Amaç Tutarlılığı (1. İlke):** Yazılım geliştirme projelerinde, uzun vadeli müşteri memnuniyeti ve güvenliği sağlamak amacıyla tutarlı bir kalite yönetimi hedeflenir.
- **Sürekli İyileştirme (5. İlke):** Yazılımda sürekli güncellemeler ve iyileştirmeler yapılır, bu da rekabetçi avantaj sağlar ve yazılımın sürdürülebilirliğini artırır.
- **Eğitim ve Gelişim (12. İlke):** Yazılım ekiplerine düzenli olarak eğitim verilmesi, yeni teknolojilere hâkim olmalarını ve gelişen sektörde güncel kalmalarını sağlar.
- **Veri ve Analitik Temelli Karar Verme (4. İlke):** Yazılımda kaliteye dayalı kararlar almak için veri ve analizler kullanılır; kullanıcı geri bildirimleri, performans verileri gibi göstergeler karar süreçlerine dahil edilir.
- **Ekip Çalışması ve İletişim (9. İlke):** Yazılım geliştirme ekipleri arasındaki iletişim güçlendirilir ve iş birliği teşvik edilir, böylece verimlilik artar.

Yazılım geliştirme süreçlerinde yer alan kısımlar -analiz, tasarım, kodlama, test ve bakım- yukarıda bahsedildiği gibi Deming'in 14 temel ilkesi baz alınarak gerçekleştirildiği takdirde ortaya çıkan işin kalitesinin iyileşmesi, verimliliğinin artması ve maliyetlerinin düşmesi beklenmektedir. Bunların yanı sıra yazılım geliştirme süreçlerinin 14 ilkeye bağlı hareket etmesi, sürekli değişimini ve gelişimini desteklemekte, hataların yapılmadan önce önüne geçilmesini sağlamakta, çalışanların ve müşterilerin motivasyonunun birinci sıraya almaktadır (Aguayo, 1990).

TKY'nin bilgi teknolojileri ve yazılım geliştirme alanındaki kullanımı, sürecin her aşamasında kaliteyi artırmakta ve hata önlemeye yönelik stratejilerle risk yönetimini etkin hale getirmektedir. Yazılım



geliştirme süreçlerinde TKY'nin benimsenmesiyle; hatasız, sürdürülebilir, yüksek kaliteli yazılımlar geliştirilmesi mümkün olur. Çalışan motivasyonunu yükselterek ekip içi iş birliğini artıran TKY, müşteri memnuniyetine odaklanarak sektör genelinde güçlü bir kalite kültürü oluşturur.

KAYNAKLAR

Aguayo R., Dr. Deming: The American Who Taught the Japanese About Quality, 1st Edition, Carol Publishing Group, Rockefeller Center New York USA, 1990.

Aktan, C. Organizasyonlarda Toplam Kalite Yöntemi. İzmir: Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 2012.

Canbay, Ş. Toplam Kalite Yönetiminin Endüstri 4.0 Bileşenleri ile Etkileşiminin Analizi, Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2021.

Deming. "PDSA Cycle - The W. Edwards Deming Institute". deming.org/. Retrieved Aralık, 2020.

Erdem, E. M. "Toplam Kalite Yönetiminin Yazılım Geliştirme Süreçlerine Etkisi", İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi Anabilim Dalı, Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, 2023.

ÖZGEÇMİŞ

Ayla ÖZTÜRK

1983 yılında Bulgaristan'da doğmuş, 2005'te Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümünden mezun olmuştur. 2007 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya Metalürji Fakültesi Matematik Mühendisliği Programındaki çift anadal eğitimini tamamlamıştır. 2012 yılında Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Uygulamalı Matematik programından yüksek lisans derecesi almıştır. 2019 yılında da İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik programından doktora derecesini almıştır. 2012- 2018 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmıştır. 2019-2022 yılları arasında İstanbul Aydın Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde Doktor Öğretim Üyesi olarak çalışmıştır. 2023 yılında İstanbul Rumeli Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesinde Doktor Öğretim Üyesi olarak göreve başlamış ve hala çalışmaya devam etmektedir. Ulusal ve uluslararası makale ve bildirileri mevcuttur.

ÖZGEÇMİŞ

Saime TAPHASANOĞLU

1970 yılında Kahramanmaraş ili Elbistan ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Elbistan'da tamamladı, 1987 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 1991 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun olmuştur. 1991-1995 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamlamıştır. 2020 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği programından doktora derecesi almıştır. 20 yıl çeşitli firmalarda Kurucu müdür, Üretim ve Planlama Müdürü, Genel Müdür Yardımcısı olarak görev yapmıştır. 2022-2023 yılında Medeniyet Üniversitesi Mühendislik Yönetimi Yüksek Lisans dersleri vermiştir. 2023 yılında İstanbul Rumeli Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesinde Doktor Öğretim Üyesi olarak göreve başlamış ve hala çalışmaya devam etmektedir. Ulusal ve uluslararası makale ve bildirileri mevcuttur.



CONTRIBUTIONS OF GERMAN SCIENTISTS TO THE HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF TURKEY

Ahmet CAN

Prof. Dr.-Ing., Istanbul Rumeli University Faculty of Engineering and Natural Sciences
ahmet.can@rumeli.edu.tr ORCID: 0000-0002-1460-6615

ABSTRACT

Universities constitute the cornerstone of the economic development of a country and its people's welfare as they transform into an information society. The transfer of solid universal knowledge to those educated in universities and the continuation of scientific research activities that will result in innovative inventions could be considered as "added value" for both their society and all humanity.

With this study, first of all, the phenomenon of universities in the history of humanity is briefly overviewed. Then, the change in Turkish Universities before and after the establishment of the Republic of Turkey is explained.

Istanbul University, formerly named Darülfünun, was established after the foundation of the Republic of Turkey with the supports of Mustafa Kemal Atatürk, the Ministers of Education of the time. Istanbul University started education with an enhancement plan contributions of German refuge scholars who fled Germany before and after the first world and took shelter in Turkey. The educational process at Istanbul University up to date is evaluated in this paper.

From the original French copy and Turkish translation of the letter written by Professor Albert Einstein to Gazi Mustafa Kemal Atatürk, the founder of the Republic of Turkey, it is understood that distinguished German scientists wanted to work in universities in Turkey.

Keywords: Darülfünun, Atatürk's Higher Education Reform, Istanbul University, German Scientists who took refuge in Turkey, Einstein's Letter to Atatürk,

INTRODUCTION

University was used in antiquity in the sense of associations of teachers and learners, and later in the nineteenth century in the form of universitas litterarum, which refers to the whole of the sciences. The word "university" is of Latin origin and means univertitas magistrorum et scholarium, which literally means an association of students, teachers and lecturers,[1].

Another expression of the university is ALMA MATER. With this definition, the renewal of science is explained, and in this way, the transformation of the knowledge produced by scientists in a way that is the most recent and beneficial to humanity is defined. In ancient times, Plato and Aristotle opened educational institutions and taught them in the fields of philosophy, logic, natural sciences and medicine with great participation. Later, until the beginning of the Middle Ages, at various university-like institutions, Turkish-Islamic scientists carried out education that could be considered as the basis of university education. By doing so, they undertook responsibilities of great importance for the history of humanity [2].

Professional solidarity is one of the most determining factors for the university. Professional solidarity that should be formed by the unity of academics, students and graduates is one of the decisive requirements at a university. Besides to goal of this collaboration in any field should aim the global proffession.

The phenomenon of global proffession creates an environment where domestic and international graduates can understand each other and collaborate via university.



UNIVERSITY BEFORE THE REPUBLIC OF TURKEY

It is argued that the oldest university in Turkey is Istanbul University which was founded in 1453. With this, the first European-style university in the Ottoman Empire is based on the Sahn-ı Seman madrasahs, which were established by the order of Fatih Sultan Mehmet on May 30, 1453, the day after the conquest of Istanbul, and it is argued that the establishment of Istanbul University was on this date, [2],[3],[4].

Today, the first establishment of Istanbul University started with the establishment of Fatih Madrasa named 'The Court of Eight Colleges' in English by Fatih Sultan Mehmet. It is claimed that if the Fatih Madrasa could have been developed, it would have been similar to Oxford or Cambridge Universities. It is also explained that the first establishment of Istanbul University was carried out during the Tanzimat Period and it started education in 1846 under the name of Dar-ül Fünun (House of Sciences).

In Turkey, although was not called a university in the Western sense, higher education institutions were established to reform the army at the time.

These were established in 1773 under the name of "Mühendislik hane-i Bahri-i Hümayun", in 1796 under the name of "Mühendislik hane-i Berri-i Hümayun", in 1827 under the name of "Mekteb-i Tibbiye" and in 1834 under the name of "Mekteb-i Harbiye"[5]. In these military colleges, in addition to professional and military knowledge, courses were given in the fields of mathematics, chemistry, physics, biology, astronomy, etc.

In addition, information about social sciences such as history, geography, law, economics, etc. were also taught. These military colleges have rendered great service within the scope of modernization of the thought of Turkish society, democratic administration and modern education.

These military schools, which set a starting point and example for civilian higher education institutions, and whose language of education was Turkish, led to the introduction of foreign languages such as French, German and English into education programs. In addition, he pioneered the use of modern education methods based on experience principles such as travel, observation, examination, promotion, laboratory, etc. in teaching.

Turkey's first university in the Western sense entered the records in 1863. The lectures were given by famous pashas and thinkers of the time. The lectures were given as lectures on physics, chemistry, biology from the field of science and astronomy, and history and geography from the field of social sciences, watched by the grand vizier and ministers,[6].

There was a frequent closure of Darülfünun. The reasons for this can be listed as the pressure of conservative groups, the lack of permanent lecturers and the inadequacy of pre-university education institutions that are suitable for student resources.

With these, Darülfünun could not exist as an important university until the Second Constitutional Monarchy.

ATATÜRK AND HIGHER EDUCATION REFORM

Atatürk concerned people who looked higher education as one of the most important issues in the Republic of Turkey.

The revolutions that were intended to be carried out could be sustainable in the light of science. Once this was achieved, Turkish society could produce, develop industrially and progress culturally by the times. To achieve this, he saw the establishment of a university with modern features as the most important requirement.

One of the most important revolutions initiated by Gazi Mustafa Kemal Atatürk, who established the Republic of Turkey as an independent nation-state in 1923, was the university reform which was carried out in 1933. It aimed at a university that was only interested in science. The issues that this university expects to analyze are; Turkey's geology, natural and economic geography, climate, flowers and plants, anthropology of land and sea animals, history, industry and culture. While realizing these, another important goal was; "Even foreign geniuses can't save us; We will be the ones who save ourselves. We can benefit from the opinions and opinions of foreigners, but we must be very careful in doing so [7],[14]. In this context, the Minister of Education, Dr. Reşit Galip, was given the task of putting the university project into practice from thought. Then, a commission was established to carry out all the work completely.

Atatürk met with university students and faculty members at every opportunity and desired the institutionalization gathered with and development of universities according to their needs and

requirements in the modern world. For this reason, he continuously supported Turkish universities to carry out scientific studies that will compete with foreign universities and gave full authority to the Ministers of Education who served during the period.

At the time of the establishment of the Republic of Turkey, a total of 1241 students were studying in 23 high schools, which constituted the source of the university, and by 1938, the number of high schools was 82 with the number of students studying 25 thousand students,[7].

The government of the Republic of Turkey invited a German scientist named Professor Malche, who was living in Switzerland, to Turkey within the scope of university reform studies, and Professor Malche came to Istanbul on 16.01.1932. Professor Malche first met with the Prime Minister and the Minister of Education. Afterwards, he held meetings with the Emini (Rector) of Darülfünun, the heads (Deans) of the faculties, the lecturers and the students. In order to gather the necessary information and documents, he followed the lectures and various teaching practices. For evaluation about these, Darülfünun prepared and applied a questionnaire to be filled in by the instructors.

To assess the qualities of the university on the contemporary level, Professor Malche examined the universities in Switzerland and France from Europe in March 1932, and the high schools in the Netherlands for the high schools that constitute the source of the university. On May 29, 1932, Professor Malche evaluated the results of the survey and prepared a 95-page report consisting of 49 articles. In the "Istanbul Darülfünun Report", education in Istanbul Darülfünun was evaluated as medieval and it was stated that there was no room for research, conversation and thinking. This report describes the lack of libraries and the lack of collaboration between existing libraries, the inadequacy of collections, low budgets, and many other problems,[7],[8]. Atatürk carefully read this report, which would form the basis of university reform and the establishment of a new university in Turkey, and took notes. However, he found Malche's proposals on higher education inadequate and spoke of a more comprehensive "cultural planning",[7],[9],[10].

In his report, Professor Malche stated that it was not right for Istanbul University to abandon the university to its fate in order not to undermine its autonomy. He focused the content of his report on teaching content and methods. In particular, he observed that lecture notes have been taught for many years without any changes and with a lot of information. Within the scope of individual studies and researches, it has been determined that the medieval education method, which repeats the existing and does not have elements of thinking and discussion, is applied. During the higher education reform, it was emphasized that there should be an intense cooperation between Darülfünun and life and revolutionary activities. He suggested that the new University should have Faculties of Medicine, Law, Science and Letters in the organizational structure of the new University, as in the old Darülfünun. If a very specific goal is not defined, it is recommended to merge the Faculty of Theology and the Faculty of Letters.

Professor Malche presented his report during the tenure of the Minister of Education Esat Bey between 27.09.1930 and 18.09.1932. The deficiencies described in the report were eliminated during the period of Dr. Reşit Galip Bey, who was the Minister of Education between 19.09.1932 and 13.08.1933, as the Minister of Education. First of all, an important goal has been chosen to avoid failure in improvement attempts. For this reason, it was decided to completely close the old Darülfünun and establish a new University in its place. In this regard, the Ministry of Education of the Republic of Turkey has carried out studies to prepare a draft law and Professor Malche has been asked to prepare a "University Improvement Program". Subsequently, a new contract was signed with Professor Malche to advise on the implementation of the "University Improvement Program". Thus, Professor Malche's report was adopted as a "University Improvement Program". The Grand National Assembly of the Republic of Turkey approved the closure of Darülfünun and the establishment of Istanbul University on 31 May 1933 and Ankara University following it,[11]. The establishment of Istanbul University was recorded as August 1, 1933 and officially started its educational activities on November 19, 1933.

After the establishment of the Republic of Turkey, students were sent to foreign countries to be appointed as lecturers in universities between 1927 and 1930.

Of these students, 501 students completed their education abroad with successful doctoral studies and returned to Turkey. These young people, who studied abroad in different fields of science and returned, were assigned to the newly established Istanbul University between 1932 and 1933. In the Republic of Turkey, 3,147 students started their university education in the 1933-1934 academic year, and by 1947, the number of students had nearly tripled to 10,178 students, almost fifty percent of whom were female students[7].



LETTER FROM ALBERT EINSTEIN TO ATATÜRK

German scientists, artists and politicians under the pressure of the National-Socialist dictatorship regime under Hitler, who came to power in Germany after the First World War, took refuge in Turkey. At the same time, this group of German scientists founded the association "OSE" in Switzerland, of which Professor Albert EINSTEIN is the honorary president.

The members of the association, scientists, have immigrated to various countries of the world and worked in academic positions at universities. Professor Albert Einstein, who would later become a world-famous scientist, wrote the following letter to Gazi Mustafa Kemal Atatürk, who founded the Republic of Turkey, and announced his desire to have distinguished German scientists work at universities in Turkey.[12].

UNION DES SOCIÉTÉS "OSE"

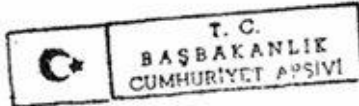
POUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ
DES POPULATIONS JUIVES

COMITÉ D'HONNEUR

Prof. A. EINSTEIN, *Président*.
Prof. A. BESREDKA, *Vice-Président - Paris*.
Prof. RADCLIFFE N. SALAMAN, *V.-Président - Londres*

SOCIÉTÉS AFFILIÉES

ALLEMAGNE.
ANGLETERRE.
DANTZIG.
ÉTATS-UNIS.
LETTONE.
LITHUANIE.
POLOGNE (T. O. Z.)
ROUMANIE.



" א ו ע "

פארבאנד פון די געוועלשאפטן

פארן "די"שן געוונטשוין

TÉL. :

PARIS (XVII^e). LE 17 September, 1933
4, Rue Roussel

Soikat vit
Maarif v. Kalitani
3.10.933 *Yuncy*

Your Excellency,

As Honorary President of the World Union "OSE" I beg to apply to Your Excellency to allow forty professors and doctors from Germany to continue their scientific and medical work in Turkey. The above mentioned cannot practise further in Germany on account of the laws governing there now. The majority of these men possess vast experience, knowledge and scientific merits and could prove very useful when settling in a new country.

Out of a great number of applicants our Union has chosen forty experienced specialists and prominent scholars, and is herewith applying to Your Excellency to permit these men to settle and practise in your country. These scientists are willing to work for a year without any remuneration in any of your institutions, according to the orders of your Government.

In supporting this application, I take the liberty to express my hope, that in granting this request your Government will not only perform an act of high humanity, but will also bring profit to your own country.

I have the honour to be,

Your Excellency's obedient servant,

A. Einstein

(Prof. Albert Einstein)

His Excellency
The President of the Cabinet of Ministers
of the Turkish Republic.

Address Telegrams: "OSE" 4, RUE ROUSSEL - PARIS

*3) Masam...
60 a yep...
...*

*1) Kefle...
...
2) ...
...*



UNION DES SOCIETES "OSE,
POUR LA PROTECTION DE LA SANTE
DES POPULATIONS JUIVES

(OSE Union of Communities,

It was established for the Protection of the Health of the Jewish Population)

Honorary Committee

Prof. A. EINSTEIN, President

Prof. A. BESREDKA, Vice President-Paris

Prof. RADCLIFFEN, SALAMAN, Vice President-Londra

Germany
England
Dancing
United States
Latvia
Lithuania
Poland (T.O.Z)
Romania

PARIS (XVII), LE 17 September, 1933

T.R. PRIME MINISTRY REPUBLIC ARCHIVE

To the Ministry of Education

İsmet

9.10.933

"Your Excellency,

As the Honorary President of the Union of Societies OSE, I have been asked to apply to His Excellency to allow Professors and Doctors who are afraid of the developments in Germany to continue their scientific and medical studies in Turkey. The foregoing cannot be found any longer in Germany due to the laws that currently apply there. The majority of these scientists have vast experience, knowledge, and scientific merits, and can be very useful when they settle in a new country.

From a large number of applicants, our Association has selected forty prominent experienced experts and prominent scientists, and I appeal to Your Excellency to allow them to settle and work in your country. These scientists are ready to work in any of your institutions for a year without any pay at the behest of your government.

In supporting this application, I am honored to take the liberty to express my hope that by complying with this request, your Government will not only demonstrate a high level of humane behavior, but also bring added value to your own country.

Your Excellency's obedient servant,

Wet Signature (Prof. Albert Einstein)

Excellency
Chairman of the Council of Ministers
of the Republic of Turkey"

GERMAN SCIENTISTS WHO HAVE CONTRIBUTED TO HIGHER EDUCATION IN TURKEY

The fact that Turkey and Germany were the Central Powers before the First World War led to cooperation in the fields of education and culture. The German Institute of Education and Culture, with Prof. Dr. Franz Schmidt as the director, was established in Istanbul within the body of Istanbul Darülfünun. Between 1915 and 1918, a total of twenty scientists from different fields of science from Germany and Austria worked at the institute. Dr. Anschütz in Pedagogy and Psychology, Assoc. Prof. Dr. Bergstässer in Semitic Languages, Assoc. Prof. Dr. Giese in Ural-Altaic Languages, Prof. Dr. Lehmann Haupt in Ancient History, Assoc. Prof. Dr. Obst and Assoc. Prof. Dr. Penck in Geology and Geography, Assoc. Prof. Dr. Leick in Botany Prof. Dr. Zarnick in Zoology, Assoc. Prof. Dr. Hoesch as an Organic Chemist, Assoc. Prof. Dr. Arndt and Dr. Fester in Inorganic Chemistry and Technological Chemistry, Prof. Dr. Hoffmann in the field of Economics, Dr. Fleck in the field of Finance, Prof. Dr. Schöborn in the field of Public Law, Assoc. Prof. Dr. Jacobi in the field of Philosophy, Dr. Nord in the field of Civil Law, Dr. Mordtmann in the Methodology of History, Dr. Ungarn in the fields of Archaeology and Old Coins, Assoc. Prof. Dr. Richter in the field of German Language and Literature, and Prof. Dr. J. Würschmidt in the field of Physics. During this period of time, when foreign scientists, whose names and fields of expertise are described above, worked, the first serious scientific research was carried out by young Turkish scientists such as Ziya Gökalp and İsmail Hakkı Baltacıoğlu.

After the establishment of the Republic of Turkey, Professor Malche contacted Professor Schwartz and directed German scientists to Turkey,[3],[13]. Professor Malche and Professor Schwartz met at Ankara Train Station and a meeting was held under the chairmanship of the Minister of National Education, Dr. Reşit Galip, with the participation of senior officials from the ministry. Since the language of diplomacy and science in Turkey was French in those years, the language of the meeting was French. With the decisions of this meeting, foreign professors were selected to be appointed at the newly established Istanbul University and Ankara University in Turkey. The following study criteria have been mutually



accepted with these foreign professors. In this context; a) The amount of the monthly salary, b) Personal rights, c) To learn Turkish within two years, ç) Writing books in Turkish and d) Educating young Turkish assistants in each scientist's own field, the conditions were discussed and decided.

After this meeting, Professor Schwartz sent a telegram to Zurich in which he was very pleased with the result and expressed in his telegram with the words "Thirty scientists, not three".

One of those who came to the Faculty of Economics at Istanbul University as a refugee faculty member was Professor Fritz Neumark. He is one of the founders of the Faculty of Economics established at Istanbul University,[14].

Professor Fritz Neumark came to Istanbul in October 1933, on a very special date, the tenth anniversary of the establishment of the Republic of Turkey. He spent his most productive academic years with the opportunities provided to him by Atatürk's Turkey and served the Republic of Turkey until 1953. One of the most well-known economists was Professor Wilhelm RÖPKE, who had the greatest influence on the preparation of the economics learning plan.

Within the scope of the obligations of the agreement signed with the Republic of Turkey, Professor Alexander Rustov has made great efforts in the field of writing books related to the field of scientific expertise. In addition, his cultural-sociological articles have been translated into Turkish and published. He stayed in Istanbul from 1933 to 1949 and was extremely grateful to Turkey.

Professor Gerhard KESSLER's live lectures have attracted students to his lectures and he has attracted a lot of attention from the human side as well as his qualified academic activities in the form of seminars and practices. Professor Gerhard KESSLER was interested in sociology as well as a professor of business administration at Istanbul University and also served in the chair of social policy within the scope of this responsibility.

Professor Alfred ISAAC, who had previously been a professor at the Higher School of Commerce in Nuremberg in Frankfurt, realized that as a Jew he could not stay in Germany and came to Istanbul University. Professor Alfred ISAAC, who also has pedagogical talent, has learned Turkish and has made extraordinary efforts to get to know Turkey's laws and organizations related to business economics. It has ensured that German business economists are included in the education program of business economics in Turkey. Professor Alfred ISAAC was one of the first and second generation representatives of business economics in Turkey and worked as a professor of business administration at Istanbul University. Professor Alfred ISAAC, who is also a good flute player, and Ms. ISAAC, a unique piano teacher, also took part in a music-related event,[14]

After the establishment of the Republic of Turkey, there were many other German scientists, politicians and artists from different fields of science who came to Turkey on different dates. The most famous of these are Ernst Reuter, Ernst Eduard Hirsch, Hans Reichenbach, Leo Spitzer, Erich Auerbach, Ernst von Aster, Marchand, Rudolf Nissen, Alexander Rüstow, Friedrich Dessauer, Richard von Mises, Rudolf Belling, Curt Kosswig, Bruno Taut and Paul Hindemit, respectively.

Ernst Reuter, who returned to Germany in the years after his safe life in the Republic of Turkey, was elected as the first Mayor of the State of Berlin in the United German Republic and served as the President of the Social Democratic Party of Germany for a while. In addition, together with Ernst Reuter, A. Rustow, G. Kessler, C. Kosswig, he founded the "German Freedom Association" in Istanbul in 1943, which repeatedly denounced the attitude of the Nazi administration towards scientists.

CONCLUSION AND EVALUATION

The foundation of Istanbul University, and later Ankara University, was established with German scientists affiliated with the charter university, who were persecuted by the repression of the Nazi regime in Germany. In this context, the contributions of Professor Schwartz and Professor Malche have been very important.

The developments within the scope of the University Reform in Turkey have shown the farsightedness of the great leader of the Turks, Gazi Mustafa Kemal Atatürk, on the issue of universityization and how accurate his comprehensive vision ideas were.

An important proof of this is the graph showing that Istanbul University, which was included in the reports of the United States Embassy between 1930 and 1937, ranked second after Cambridge University and ahead of Oxford University in the academic ranking of world universities [15].

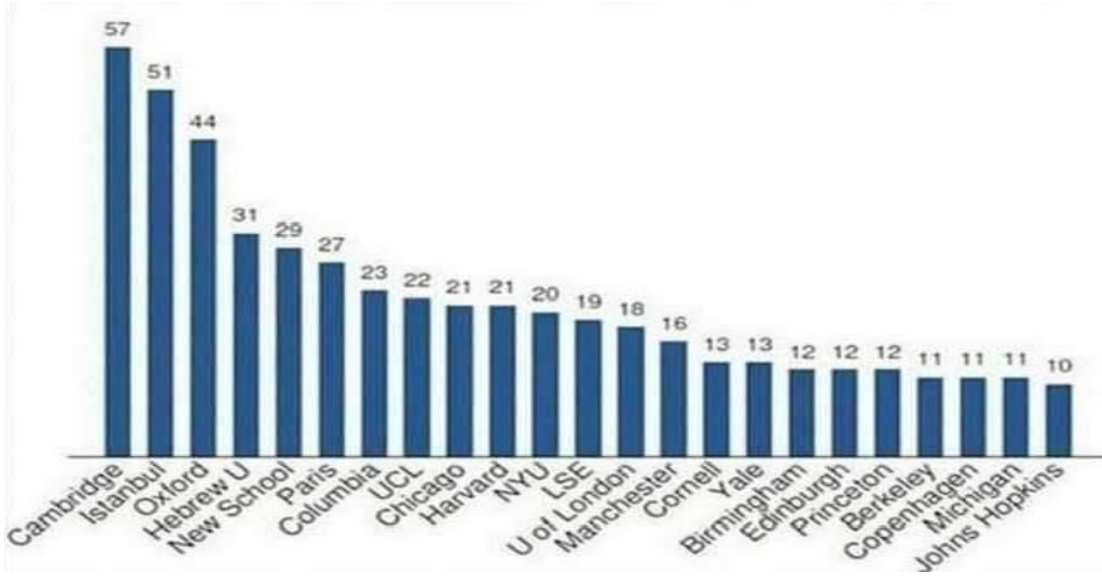


Figure 2: Istanbul University's place in the World Academic Rankings of Universities Between 1930-1937

LITERATURE

- [1] Humbold W von, "Antrag auf Errichtung der Universitaet Berlin" 1809.
- [2] Kızıroğlu, İ., «Üniversite Hayatına Giriş» OSTİM Teknik Üniversitesi Yayınları, 2. Baskı, ISBN:978-625-8485-09-7, Ankara, 2023.
- [3] Taşdemirci, Ersoy, Atatürk Ansiklopedisi, 1933 Üniversite Reformu
- [4] Kartunov, S., "Pullar tarafından temsil edilen dünya çarındaki yüksekokullar ve eğitim", (Bulgarca ve İngilizce: Висшите училища и образование по света, представени от филателията, Higher schools and education around the world represented by philately) Gabrovo, 2020
- [5] Taşdemirci, Ersoy, Atatürk Ansiklopedisi, 1933 Üniversite Reformu.
- [6] <http://www.istanbul.edu.tr/siyasal/tarihce.htm>
- [7] Meydan, S. (2015). Turkish Enlightenment. Atatürks Smart Projects.337,1-1368. İnkilap - Press, İstanbul.
- [8] Meydan, S. (2022). Key to Recent History. İnkilap -Press, , İstanbul, 344,65-71.
- [9] Erdem, A.R. (2012). University reform under the leadership of Atatürk: The turning Point in the History of Higher Education and Science. *BELGİ. Vol 4,2,376-388.*
- [10] Kızıroğlu, İ., ATATÜRK'S HIGHER EDUCATION REFORM, FORESTRY EDUCATION AND ONE OF THE MILESTONES OF THIS EDUCATION; PROF. DR. ABDULGAFUR ACATAY AND HIS 120TH. BIRTHDAY, FEB - FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN, Vol.32, pp.2935-2953, ISSN 1018-4619, Vimy Str. 1e, 85354 Freising, Germany, 2023.
- [11] İstanbul Üniversitesi Kuruluşu kanunu Resmi Gazete
- [12] Einstein, Albert'in Mektubu, Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Arşivi, 17 September 1933
- [13] Paksoy, N. (2022). A Forgotten Savior. Philipp Schwartz. Dokumentarische Geschichte. Special Issue. May 15, 2022
- [14] Neumark, Fritz, (çeviren: Şefik Alp Bahadır) "Boğaziçine Sığınanlar" İstanbul Üniversitesi, Basım ve Yayınevi Müdürlüğü, ISBN 975-404-776-6, İstanbul 2006.
- [15] ABD Elçiliği 1930-1937 Dünya Üniversite Akademik Sıralaması



Curriculum Vitae (C.V.)

Ahmet CAN

He was born in Tekirdağ in 1953. He graduated from Faculty of Mechanical Engineering, Yıldız Technical University in 1974 with the title of Mechanical Engineer. He received the Master Engineer (Dipl.-Ing.) and Doctor Engineer (Dr.-Ing.) titles from the Institute of Energy and Process Technology of the Berlin Technical University of (**Fachbereich Energie-und Verfahrenstechnik**) in 1982 and 1984, respectively.

He received the titles Assistant Professor, Associate Professor, and Professor with the Faculty of Engineering and Architecture, Trakya University in 1984, 1989, and 1997, respectively. He worked as Professor at Turkish-German University in 2012 and Istanbul Arel University in 2014. He works at İstanbul Rumeli University since 2018. He is the translation author of the book **HÜTTE – ENGINEERING SCIENCE**, which is an indicator of the development process of German technology and standards from the beginning to the present (Literatür Publishing House, ISBN 978-975-04-04658. www.literatur.com.tr, İstanbul, June 2010). He has translated the 1600 Pages of **HÜTTE Grundlagen der Ingenieurwissenschaften** from the 32nd Edition in German into Turkish, the 11th Language of HÜTTE International Translations. Professor Can was awarded by Germany Almanya Internationes Bonn. The book **Grundlagen der Ingenieurwissenschaften**, which is famous in the world as HÜTTE, has been translated into 10 different languages so far.

More than 170 national and international articles and papers have been published. He was awarded by TÜBİTAK International Publication Incentive Award eight times thanks to eight of them.



THE IMPORTANCE OF COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS IN ENGINEERING PROCESSES

Ertan BUYRUK

0000-0002-6539-7614. Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering

Mustafa CANER

0000-0002-3674-7881. Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering

Deniz GÖLBAŞI

0000-0003-0080-9996. Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering Department of Mechanical Engineering

Yaren Su AĞBABA

0009-0007-8808-3929. Sivas Cumhuriyet University, Institute of Science, Department of Energy Science ve Technology Engineering

ABSTRACT

The application of numerical analysis methods in engineering applications continues to rise in favor as advances in technology occur. Computational Fluid Dynamics (CFD) allows for the analysis of fluid flow, heat transfer, chemical reactions, and other phenomena by solving mathematical equations with the help of numerical analysis. The ability to conduct studies at low cost and quickly validate results against experimental findings has expanded the use of CFD in the industry. Engineers learn process analysis with computational fluid dynamics during their undergraduate education, enabling them to offer innovative solutions in areas open to improvement in various sectors.

Key Words: Engineering, CFD, Numerical analysis

1. Introduction

With each passing day, developing technology expands its scope in the industry in terms of managing time, financial losses, and possible risks. This situation has increased the tendency towards models that provide mathematical expression of the system, which is one of the analysis methods related to engineering applications. These models enable the optimization of different scales of existing structures and similar systems by revealing the quantitative expression of critical variables in the processes.

With the help of models based on certain parameters, the effects of the factors to be analyzed in the system can be examined. Thus, the optimum conditions of the system can be predicted to achieve high efficiency. The more detailed the number of parameters and their specific properties are analyzed, the complexity of the models to be created increases linearly. This complexity can affect the accuracy and reliability of the analyzed model, as well as cause management and application difficulties for users, so it is of great importance to choose the most appropriate mathematical methods for system modeling.

By transferring the selected mathematical methods to computer-aided simulation programs to exploit the existing data, the numerical expression of the processes can be realized quickly and effectively. Simulation means re-creating any kind of real process or physical system and evaluating the outputs of these processes in detail, which allows simulations to play a critical role in the design phase of engineering processes. One of the biggest advantages of the simulations is to minimize the time losses experienced in the optimization processes of the systems (Güler and İmamoğlu, 2020).

Utilizing computer-aided simulation programs in equipment design processes facilitates the development of new and enhanced system designs, as well as the optimization of existing equipment through computational simulations. This results in heightened efficiency, reduced operating costs, substantial cost savings, expedited development times, and decreased reliance on physical experiments. Considering that in the 1960s and 70s, supercomputers costing millions of dollars were

used to run CFD applications that today can easily run on personal computers, the importance of the rapid growth in computing capacity is better understood. This transformation has made numerical techniques more accessible to academic and industrial fields and has reduced the costs of acquiring the necessary hardware (Maliska, 2023; Tu et al. 2018).

Computational Fluid Dynamics (CFD) is the study of fluid flow through numerical simulations. It involves using computer programs or software packages on high-speed digital computers to efficiently develop solutions for fluid flow, heat transfer, chemical reactions, and fluid velocity in both spatial and temporal domains. This is achieved by solving mathematical equations with the help of numerical analysis. The presence of fluids in almost every field and their impact on system performance means that CFD has been widely adopted by many other disciplines (Aslam Bhutta et al., 2012; Norton et al., 2007). CFD has become a powerful and widely used method in many industries. Each solution incorporates mathematical physics, numerical methods, user interfaces, and state-of-the-art visualization techniques. (Norton and Sun,2006).

2. Fundamentals of Computational Fluid Dynamics

- **Modelling:** The geometry and fluid properties of the physical system under investigation are determined.
- **Meshing:** The geometry is transformed into a mesh structure so that calculations can be performed. This mesh is composed of various cells and represents the area where the motion of the fluid is calculated.
- **Equations:** The basic equations of fluid dynamics, such as the Navier-Stokes equations, are used to describe the behavior of the flow.
- **Analysis:** These equations are solved by using numerical methods. Usually techniques such as finite difference, finite element or finite volume methods are applied.
- **Interpretation of Results:** The results obtained provide detailed information about the parameters to be analyzed (Qin, 2022).

Computational Fluid Dynamics is based on computer science, fluid dynamics and mathematics (Figure 1).

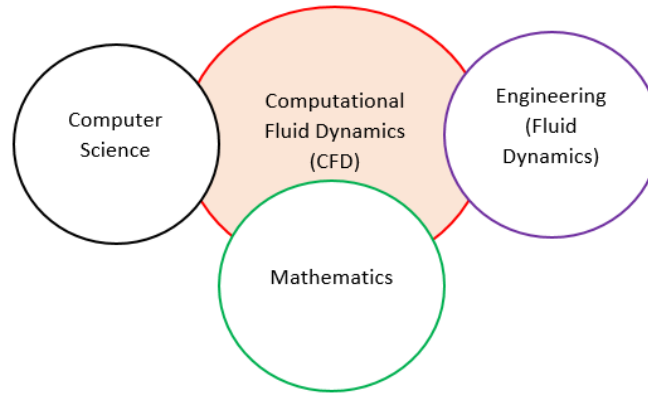


Figure 1. The basic components of computational fluid dynamics

The traditional approach has been for experimental and analytical methods to be closely linked rather than independent. Fluid dynamics has been utilized to aid engineers in studying flows, and designing equipment and industrial processes. (Figure 2).

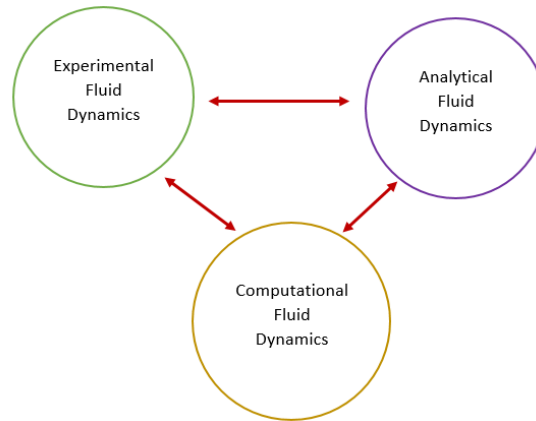


Figure 2. Basic approaches that can be used to solve fluid dynamics problems

3. Advantages of Computational Fluid Dynamics

- Computational fluid dynamics allows the detailed study of fluid flow, weight losses, mass, and heat transfer. In this way, engineers can optimize the performance of a system and make more informed decisions in the design process by understanding the behavior of fluids in detail.
- CFD simulations often offer a faster and more cost-effective solution. Using virtual models instead of costly physical prototypes and long-lasting experiments in the design stages enables the efficient use of many factors.
- It allows engineers to develop different scenarios from a simulated model, helping them quickly evaluate multiple possibilities.
- It provides a detailed simulation of the model to be tested by ensuring the ambient conditions of the measurements that may pose a danger in the physical environment. Minimizes the problems that may arise during measurement.
- It allows us to obtain scale-independent results in the modeling process. This advantage facilitates the application of the results of laboratory-scale experiments to large-scale systems.
- It helps to uncover not only the consequences but also the causes of problems in production.
- Supports design optimization processes. Simulations show the effects of design changes instantaneously, allowing engineers to develop better, more efficient, and faster designs.
- It is functional for engineers and students to learn fluid mechanics in practice. Can be used as an effective training tool. (Süfer et al, 2016; Xia, and Sun 2002; Szubel, 2023).

4. Applications of Computational Fluid Dynamics

CFD has become an integral part of engineering design and analysis environments in essential industries. The use of Computational Fluid Dynamics (CFD) as an easy-to-implement design tool provides important information about the flow characteristics of equipment and processes needed to improve longevity and reduce losses. Some of the application areas in the industry are:

4.1. Aerospace

Computational Fluid Dynamics plays a critical role in the aerodynamic design of aircraft, which is very important in the aerospace industry, and in the analysis processes of these designs. It is used to optimize the performance of the aircraft, to increase flight safety by examining the effects of airflow, to increase

the lift of the wings, and to minimize drag. Figure 3 shows the pressure distribution on an airplane wing (Url-1). Computational fluid dynamics is also used for cabin ventilation and air conditioning to increase passenger comfort in airplanes. Figure 4 simulates the unsteady surface pressure distribution in forward flight for the design and performance analysis of helicopters. (Stejil and Barakos, 2008). HAD provides detailed information about aerodynamic performance, enabling more efficient and innovative designs. (Spalart and Venkatakrishnan, 2016; Cao et al. 2022; Fujii 2005; Rizzi and Luckring 2019).

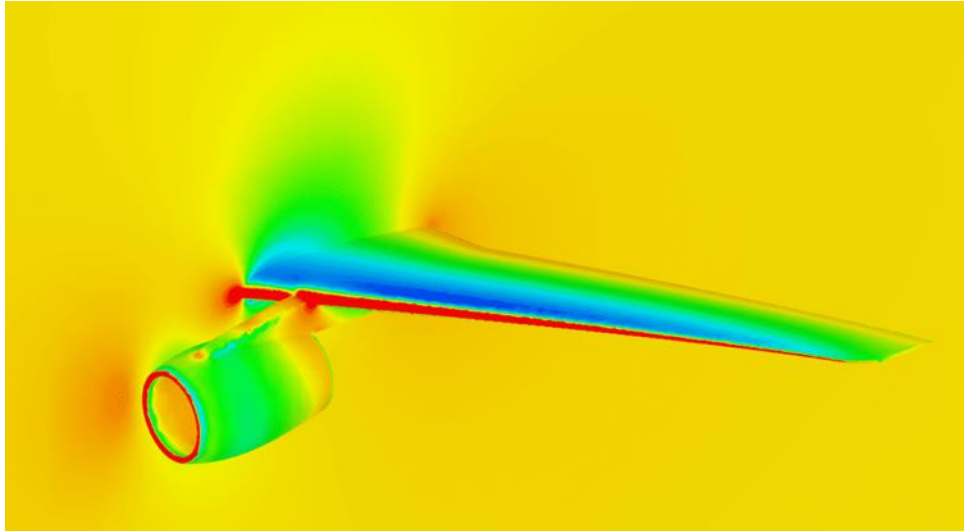


Figure 3. Simulation of pressure distribution on the wing

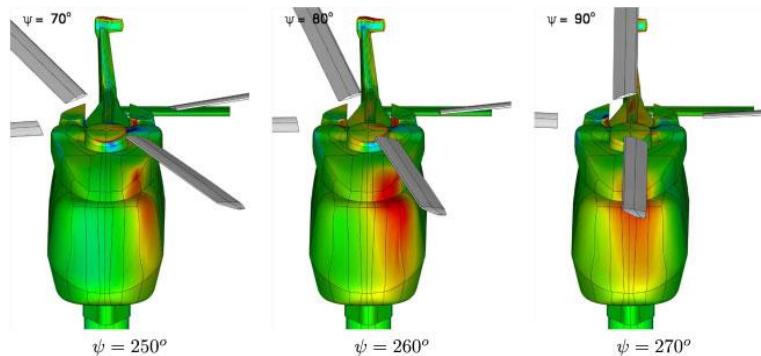


Figure 4. Unsteady surface pressure distribution in forward flight at different rotor azimuth angles

4.2. Agriculture and Livestock

Agriculture and livestock are crucial sectors that are fundamental to food production. It is of great importance, both economically and environmentally, to increase productivity and develop sustainable practices in these areas. The design and performance of the ventilation system are key to maintaining the desired environmental conditions in intensive production systems. Numerous studies have demonstrated the significance of airflow in enhancing production efficiency in both animal and crop production systems. In animal production, airflow must be managed to eliminate moisture and manure gases, as well as to provide protection against low temperatures and rain. Figure 5 depicts the ventilation of a barn housing cows. (Norton et al.,2007).

To produce crops, it is necessary to maintain good control over the greenhouse environment and ensure that the production system operates smoothly within the temperature range that is conducive to normal plant growth and development during the growing season. Figure 6 shows the simulated solar flux on the side walls and roof of the greenhouse. (Saberian and Sajadiye 2009). The physics involved and the

precision of analysis tools determine the amount of information needed to understand environmental variables due to the complexity of indoor production systems. In a virtual environment, numerical modeling techniques like CFD can be used to accurately quantify the climatic variables of ventilated spaces under various design conditions. However, the amount of computational fluid dynamic physical experimentation can be greatly reduced, but not completely eliminated (Norton et al. 2007).

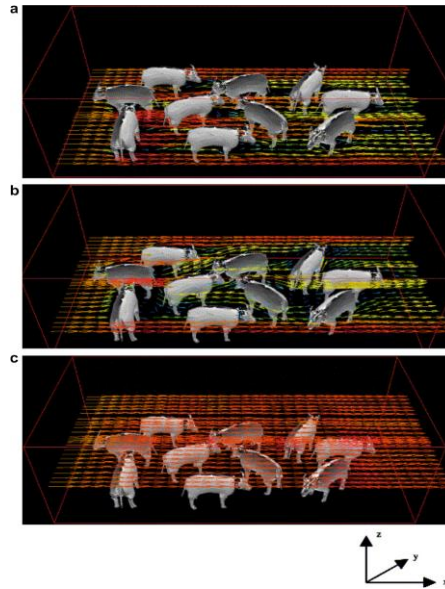


Figure 5. Flow field around a barn ventilated in three different horizontal planes.

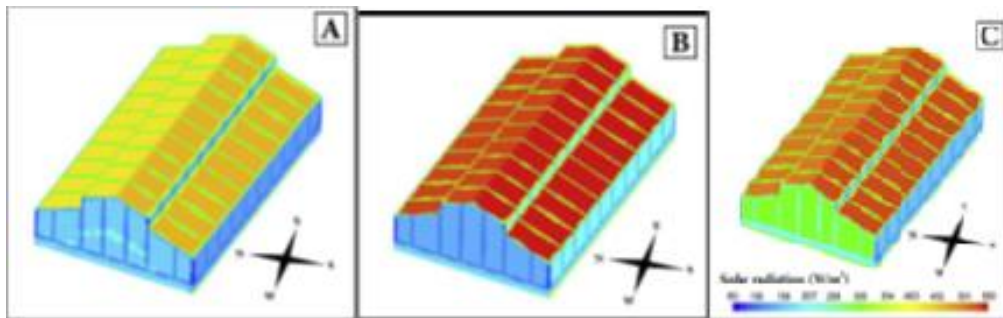


Figure 6. Simulated solar flux on the side walls and roof of the greenhouse

4.3. Health

In recent years, the use of computational fluid dynamics in the analysis of physiological flows and optimization of medical devices in biomedical and health research applications has increased. Computational fluid dynamics requires an interdisciplinary approach involving healthcare professionals, engineers, computer scientists and mathematicians to analyze physiological flows due to their complexity. Figure 7 shows an example of CFD simulations in the Cardiovascular system and Figure 8 shows an example of CFD simulation in the Respiratory system (Basri et al. 2016). The use of CFD in biomedical research is most commonly associated with cardiovascular medicine, followed closely by upper and lower respiratory medicine. In research studies that examine cerebrospinal fluid, synovial lipids, and intracellular fluid, CFD is utilized. Close collaboration between engineering, computer science, and biomedical research experts is essential for the future development and evolution of computational medicine (Rea, P. M. (Ed.). 2021; Basri et al. 2016).

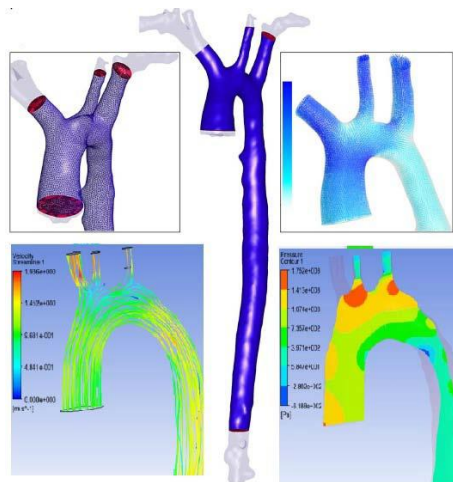


Figure 7. Example of CFD simulations in the cardiovascular system

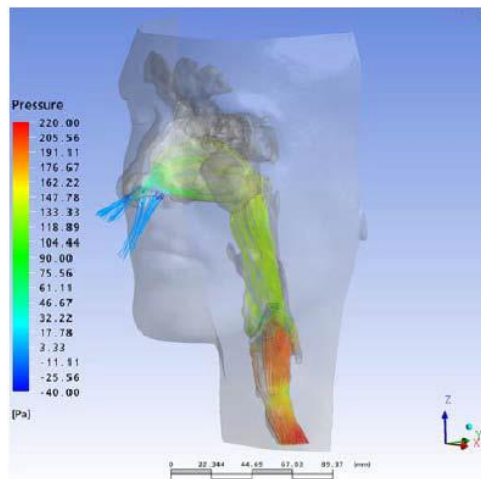


Figure 8. CFD simulation example in respiratory system

4.4. Automotive

For many years, CFD has been a crucial component in automotive design and manufacturing. In both research and practice, computational fluid dynamics (CFD) has been widely adopted by the aerospace, aerodynamics, and automotive engineering industries. As a result, CFD has become a firmly established engineering simulation tool across various disciplines, capable of handling even the most challenging conditions. Computational fluid dynamics has provided the ability to reduce analysis times of processes, improve energy efficiency, optimize existing engineering components and systems to meet stringent standards and specifications in the automotive industry, improve the in-vehicle environment, and analyze important exterior aerodynamics in detail. In Figure 9, snapshots of the surface pressure of the unsteady flow around a full-scale formula car and a motorcycle are simulated (Hirschel and Krause, (Ed.) 2009). In particular, CFD has demonstrated significant and measurable results for the automotive industry by reducing emissions through powertrain and engine analysis and improving fuel economy, durability, and performance through aerodynamic studies (Tu et al. 2018, Hirschel and Krause, (Ed.) 2009).

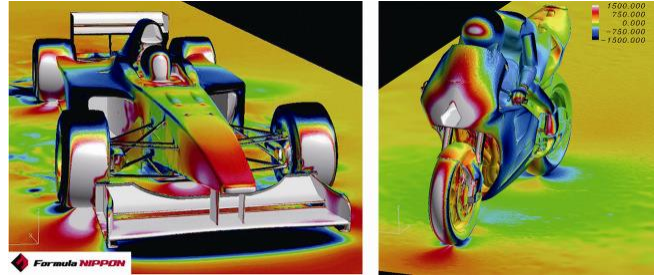


Figure 9. Snapshots of the surface pressure of unsteady flow around a full-scale formula car and a motorcycle

4.5. Construction

Computational Fluid Dynamics plays an important role in the construction industry, especially in the early design stages. The costs of large construction projects can run into millions of dollars, making it critical for the construction industry to get the design process right from the start. CFD creates virtual computer-aided models, allowing all aspects of the design to be explored in detail before the construction process begins. In this way, analysis can be done in much less time and cost. CFD simulations increase the reliability of the design by evaluating the aerodynamic characteristics of the structure and its environmental interactions. Figure 10 shows the pressure distribution on the gable roof for three different flow types (Fouad et al.2018). The additional information reinforces confidence in the design proposal and reduces potential risks. Computational fluid dynamics makes a significant positive contribution to project budgets by avoiding high additional costs such as over-dimensioning and anticipated over-specification. (Tu et al. 2018; Llaguno-Munitxa et al. 2017, Fouad et al. 2018).

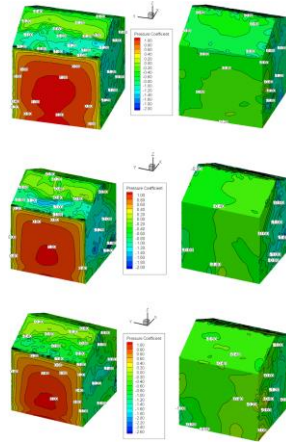


Figure 10. Üç farklı akış tipi için üçgen çatıda basınç dağılımı

4.6. Textile

Computational Fluid Dynamics stands out as an important tool in the textile industry. Computational fluid dynamics is widely used in fabric design, dyeing processes, and optimization of energy-intensive drying systems in the textile industry. In Figure 11, the temperature distribution of the fabric in multiple directions is simulated. (Shen et al. 2021). Figure 12 shows the streamlines of the flow through the spinneret holes for different aperture ratios and different spinneret angles in the ram machine used for drying fabrics (Sığircı and Erdoğan,2022). In addition, by analyzing the flow dynamics of ventilation systems in textile production facilities with computational fluid dynamics, the work environment and thus the comfort conditions are improved. All these applications play a critical role in increasing efficiency and improving product quality in textile production (Cherif et al. 2011; Sığircı and Erdoğan 2022).

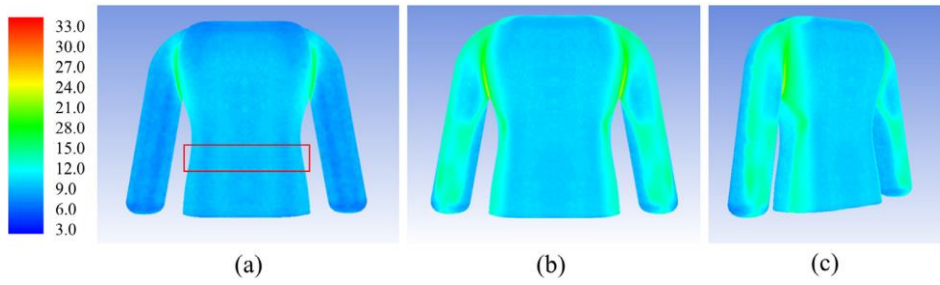


Figure 11. Simulation of temperature distribution for fabric front (a), fabric back (b) and fabric side (c)

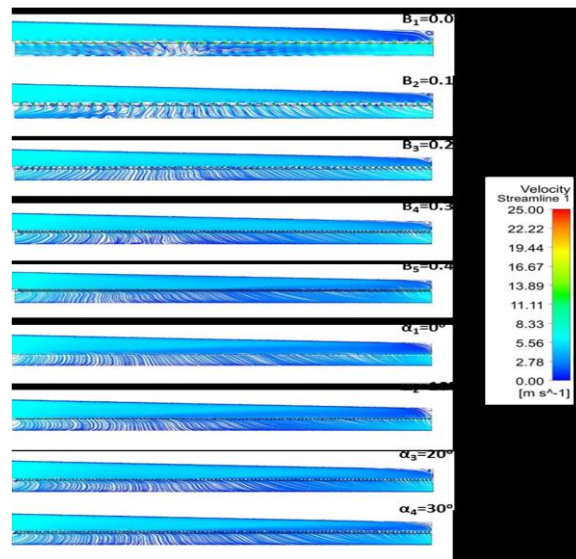


Figure 12. Streamlines of the flow through the spinneret holes for different opening ratios and different spinneret angles in the ram machine used for drying textile fabrics

4.7. Energy

Computational Fluid Dynamics is an important tool for increasing efficiency, safety in production, and sustainability in the energy sector. Computational fluid dynamics is frequently applied in various fields such as renewable energy, fossil fuels, nuclear energy, and energy storage. With the increase in global warming, incentive plans of states to reduce the use of conventional energy sources are increasing the importance of the renewable energy sector day by day. In renewable energy, CFD plays a critical role in optimizing wind turbine designs and ensuring thermal management in solar energy systems. Figure 13 shows the pressure distribution on the wind turbine blade (Kaminsky et al. 2012). Wind flow models help determine turbine placement and improve aerodynamic performance, while solar collectors and photovoltaic systems ensure efficient heat transfer. In the fossil fuel industry, which is still in heavy use, CFD is used for the optimization of combustion processes and emission predictions. In power plants, CFD simulations improve the design of combustion chambers and flue gas treatment systems. In nuclear power plants, modeling coolant flows and potential failure scenarios ensures the safe operation of the plants. Figure 14 shows the simulated diffusion locus of the Taohuajiang nuclear power plant cooling tower (Wang et al. 2019). CFD also plays an important role in energy storage systems. In battery technology, modeling electrolyte flow and temperature distributions improves performance; in thermal energy storage, it optimizes the design of heat exchangers and storage tanks to ensure efficient heat transfer (Mahdi et al. 2024; Höhne et al. 2010; Alaimo et al. 2015; Dixit et al. 2020; Wu et al. 2012, Szubel, 2023).

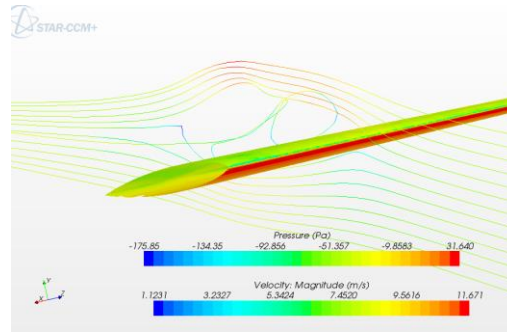


Figure 13. Pressure distribution in the wind turbine blade

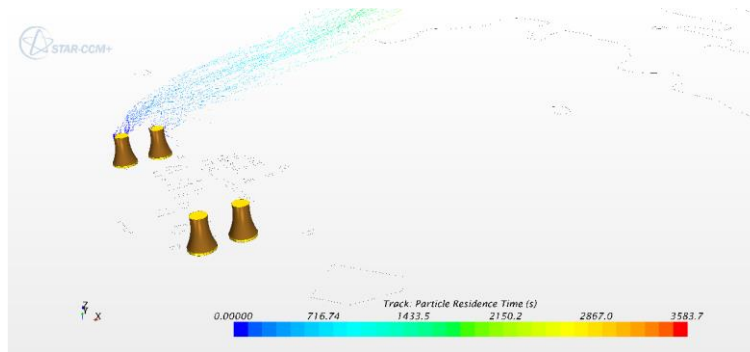


Figure 14. Simulated representation of the diffusion locus of Taohuajiang nuclear power plant cooling tower

5. The Future of Computational Fluid Dynamics in Engineering

Computational fluid dynamics (CFD) is playing an increasingly prominent role in industrial applications, and its intensive use in processes is expected to grow even stronger in the coming years. The rapid development of computer simulation technologies is directly related to the development of CFD techniques and models. Decreasing hardware costs and faster calculation times allow engineers to use CFD programs more widely and effectively. These developments provide more accurate results in the analysis of complex systems while allowing engineers to make faster evaluations during the design process. The future position of CFD is not just a dream, but a reality expected to be realized in many sectors. Integrating computational fluid dynamics into industrial design processes will allow the design process to be managed from beginning to end with digital simulations instead of producing physical prototypes in the near future. Thus, while reducing costs and ensuring efficient use of time, it will be possible to bring innovative products to market more quickly.

Combining computational fluid dynamics with other techniques, like molecular dynamics, allows for the investigation of interactions between atoms and molecules based on the laws of physics. In today's world, the depletion of oil resources has made the use of advanced oil recovery methods crucial. Oil is still heavily utilized, and as the first and second life periods of existing reservoirs come to an end, it becomes increasingly important to implement advanced recovery techniques. Up to now, a specific and accurate relationship that takes into account the effect of all nanoparticles on the oil recovery factor using computational fluid dynamics has not been presented, allowing researchers to investigate nanoparticle injection processes without much cost to study different effects such as changes in the diameter and shape of nanoparticles, nanoparticle concentration in the base fluid. Computational fluid dynamics has the potential to simulate oil recovery processes at the reservoir scale. The use of simulation methods in advanced oil recovery processes has become more preferred and important in recent years due to the development of technology and the emergence of powerful computers. Computational fluid dynamics,



which is a branch of fluid mechanics, is predicted to become a better method for studying and simulating advanced oil recovery processes in the future (Jafari et al. 2020.).

In areas such as automotive, aviation, energy, and construction, the integration of CFD technologies will make engineering designs more reliable, effective, and sustainable. In particular, the combination of new technologies such as artificial intelligence and machine learning with CFD will further improve simulation processes and may lead to revolutionary changes in the field of engineering. In this way, it can be believed that in the future, the analysis and optimization of complex systems will reach a level that is not possible today and in the past. (Tu et al. 2018; Runchal, (Ed.) 2020).

6. Results (Conclusion)

Today, with the advancement of technology, one of the analysis methods frequently used in engineering applications is based on models that provide mathematical expressions about the system. These models, which are used through computer-aided simulation programs, provide a great benefit to the creation of new systems that are fast, efficient, economical, and free of safety risks, and to the optimization of existing systems. The ability to analyze experimental applications in a computer environment thanks to computational fluid dynamics confirms that CFD serves as a bridge between theoretical concepts and practical applications. Integrating this into engineering education proves that it can help students better understand basic engineering concepts by visualizing complex fluid behaviors that are difficult to understand during engineering education and the analysis of systems that are very difficult and costly to implement experimentally. In addition, thanks to Computational Fluid Dynamics, students can produce new projects inspired by the solutions of processes that need optimization by engineers in the industry by not lagging behind the developments in the industry. These projects can contribute to raising the awareness of teamwork in students and thus improving their communication skills in a world where people are becoming increasingly asocial. The continuous expansion of the uses and purposes of Computational Fluid Dynamics encourages a culture of continuous learning by informing students about new technologies and methodologies. The inclusion of Computational Fluid Dynamics in engineering curricula enables students to become engineers with a good command of the market, technological developments, and high analysis skills in their careers after graduation.

REFERENCES

- Alaimo, A., Esposito, A., Messineo, A., Orlando, C., Tumino, D. (2015). 3D CFD Analysis of a Vertical Axis Wind Turbine. *Energies*, 8(4), 3013-3033.
- Aslam Bhutta, M. M., Hayat, N., Bashir, M. H., Khan, A. R., Ahmad, K. N., Khan, S. (2012). CFD applications in various heat exchangers design: A review. *Applied Thermal Engineering*, 32, 1-12.
- Basri, E. I., Basri, A. A., Riazuddin, V. N., Farhana, S., Zuber, M., Ahmad, K. A. (2016). Computational Fluid Dynamics Study in Biomedical Applications: A Review. 1(2).
- Cao, Q., Liu, M., Li, X., Lin, C.-H., Wei, D., Ji, S., Zhang, T. (Tim), Chen, Q. (2022). Influencing factors in the simulation of airflow and particle transportation in aircraft cabins by CFD. *Building and Environment*, 207, 108413.
- Cherif, C., Rief, S., Glatt, E., Laourine, E., Aibibu, D. Wiegmann, A. (2011). MODELING AND CFD-SIMULATION OF WOVEN TEXTILES TO DETERMINE PERMEABILITY AND RETENTION PROPERTIES. *AUTEX Research Journal*, 11(3), 78-83.
- Dixit, S., Kumar, A., Kumar, S., Waghmare, N., Thakur, H. C., Khan, S. (2020). CFD analysis of biodiesel blends and combustion using Ansys Fluent. *Materials Today: Proceedings*, 26, 665-670.
- Fouad, N. S., Mahmoud, G. H., Nasr, N. E. (2018). Comparative study of international codes wind loads and CFD results for low rise buildings. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 3623-3639.
- Fujii, K. (2005). Progress and future prospects of CFD in aerospace—Wind tunnel and beyond. *Progress in Aerospace Sciences*, 41(6), 455-470.
- Qin, G. (2021). *Computational fluid dynamics for mechanical engineering*. CRC Press.
- Güler, B. A., Imamoglu, E. (2020). BİLGİSAYAR DESTEKLİ SİMÜLASYON VE HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 13(1), 42-52.
- Hirschel, E. H., Krause, E. (Ed.). (2009). 100 Volumes of 'Notes on Numerical Fluid Mechanics' (C. 100). Springer Berlin Heidelberg.



- Höhne, T., Krepper, E., Rohde, U. (2010). Application of CFD Codes in Nuclear Reactor Safety Analysis. *Science and Technology of Nuclear Installations*, 2010, 1-8.
- Jafari, A., Hasani, M., Hosseini, M., Gharibshahi, R. (2020). Application of CFD technique to simulate enhanced oil recovery processes: current status and future opportunities. *Petroleum Science*, 17, 434-456.
- Kaminsky, C., Filush, A., Kasprzak, P., Mokhtar, W. (2012, March). A CFD study of wind turbine aerodynamics. In *Proceedings of the 2012 ASEE North Central Section Conference* (pp. 1-18). Ohio Northern University.
- Llaguno-Munitxa, M., Bou-Zeid, E., Hultmark, M. (2017). The influence of building geometry on street canyon air flow: Validation of large eddy simulations against wind tunnel experiments. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 165, 115-130.
- Mahdi, E. J., Algburi, S., Al-Abadi, N., Ahmed, O. K., & Ahmed, A. K. (2024). Photovoltaic panel cooling using ground source energy: CFD simulation. *Results in Engineering*, 22, 102144.
- Maliska, C. R. (2023). *Fundamentals of Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method* (C. 135). Springer International Publishing.
- Norton, T., Sun, D.-W., Grant, J., Fallon, R., Dodd, V. (2007). Applications of computational fluid dynamics (CFD) in the modelling and design of ventilation systems in the agricultural industry: A review. *Bioresource Technology*, 98(12), 2386-2414.
- Norton, T., Sun, D. W. (2006). Computational fluid dynamics (CFD)—an effective and efficient design and analysis tool for the food industry: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 17(11), 600-620.
- Rea, P. M. (Ed.). (2021). *Biomedical Visualisation: Volume 10* (C. 1334). Springer International Publishing.
- Rizzi, A., Luckring, J. M. (2019). Evolution and use of CFD for separated flow simulations relevant to military aircraft. In *Proceedings of the AVT-307 Research Symposium—Separated Flow: Prediction, Measurement and Assessment for Air and Sea Vehicles*. Trondheim, Norway (pp. 7-9).
- Runchal, A. (Ed.). (2020). *50 Years of CFD in Engineering Sciences: A Commemorative Volume in Memory of D. Brian Spalding*. Springer Singapore.
- Saberian, A., Sajadiye, S. M. (2019). The effect of dynamic solar heat load on the greenhouse microclimate using CFD simulation. *Renewable Energy*, 138, 722-737.
- Shen, H., An, Y., Zhang, H., Wang, F., He, Y., Wang, J., Tu, L. (2021). 3D numerical investigation of the heat and flow transfer through cold protective clothing based on CFD. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 175, 121305.
- Sığırcı, M. T., Erdoğan, A. (2022). Ram makinelerindeki hava akışının Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği ile modellenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(1), 207-216.
- Spalart, P. R., Venkatakrisnan, V. (2016). On the role and challenges of CFD in the aerospace industry. *The Aeronautical Journal*, 120(1223), 209-232.
- Steijl, R., Barakos, G. (2008). Sliding mesh algorithm for CFD analysis of helicopter rotor–fuselage aerodynamics. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 58(5), 527-549.
- Süfer, Ö., Kumcuoğlu, S., Tavman, Ş. (2016). Gıda Mühendisliğinde Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Uygulamaları. *Akademik Gıda*, 14(4), 465-471.
- Szubel, M., Filipowicz, M., Papis-Frączek, K., Kryś, M. (2023). *Computational Fluid Dynamics in Renewable Energy Technologies: Theory, Fundamentals and Exercises*. CRC Press.
- Tu, J., Yeoh, G. H., Liu, C. (2018). *Computational fluid dynamics: A practical approach* (Third edition). Butterworth-Heinemann.
- Url-1 <https://www.simscale.com/docs/tutorials/tutorial-compressible-flow-simulation-around-a-wing/> (10.10.2024)
- Wang, X., Bao, W., Huang, X., Wang, X., Du, F., Wang, D., Wang, B. (2019). A CFD model based on wet deposition of large-scale natural draft cooling tower. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35, 23-32.
- Wu, C. Y., Ferng, Y. M., Chieng, C. C., Kang, Z. C. (2012). CFD analysis for full vessel upper plenum in Maanshan Nuclear Power Plant. *Nuclear Engineering and Design*, 253, 285-293.
- Xia, B., Sun, D. W. (2002). Applications of computational fluid dynamics (CFD) in the food industry: a review. *Computers and electronics in agriculture*, 34(1-3), 5-24.

ÖZGEÇMİŞ



Ertan BUYRUK

He completed his primary, secondary and high school education in Sivas. In 1991, he graduated from Sivas Cumhuriyet University, Department of Mechanical Engineering. Between July 1992 and December 1996, he completed his doctorate at the University of Liverpool, England. In 1997, he was appointed as Assistant Professor, in 2004 as Associate Professor and in 2009 as Professor. Prof. Buyruk has served as the Head of the Departments of Electrical and Electronics Engineering, Industrial Engineering and Mechanical Engineering as well as the Vice Dean of the Faculty of Engineering. He is married with one child and speaks English. Since 2012, Prof. Buyruk has also served as the Rector's Advisor on University - City and Industry Cooperation, and served as the Vice Rector between 2015-2016. His main fields of study are: Heat and Mass Transfer, Thermodynamics, Fluid Mechanics, Thermal Insulation, Cold Storage, Heat Transfer in Plate-Finned Heat Exchangers and Nanofluids.

Mustafa CANER

He graduated from Bozok University Mechanical Engineering Department in 2013. He completed his master's degree in 2018 and his PhD in 2024 at Sivas Cumhuriyet University. In 2024, he started working as an Assistant Professor at Sivas Cumhuriyet University, Department of Mechanical Engineering.

Deniz GÖLBAŞI

She was born in 1974 in Sivas. In 1996, she graduated from Sivas Cumhuriyet University, Department of Mechanical Engineering. In 2003, she received her Master's Degree from Sivas Cumhuriyet University Institute of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering and in 2015 she received her Doctorate Degree. In 2016, she started to work as an Assistant Professor at Sivas Cumhuriyet University, Department of Energy Systems Engineering. In 2017, she worked as an Assistant Professor at Sivas Vocational School Electricity and Energy Programme and since 2019, she has worked as an Assistant Professor at Sivas Cumhuriyet University, Department of Mechanical Engineering. Fields of study: Fluid Mechanics, Building Aerodynamics and Renewable Energy Systems.

Yaren Su AĞBABA

She completed her undergraduate education at Muğla Sıtkı Koçman University, Department of Energy Systems Engineering in 2020-2024. In 2024, she started his master's degree in the Department of Energy Science and Technology Engineering at Sivas Cumhuriyet University, Institute of Science.



PEDAGOGY OF KNOWLEDGE AND TEACHERS IN HIGHER SCHOOLS

Stefan Kartunov

ORCID Nr. 0000-001-7709-9369 TU Gabrovo, Bulgaria

ABSTRACT

The article presents a brief historical overview of the development of universities and, in particular, of their teachers. The term "Studium generale", defining the status of the Higher Education Institution and its requirements for teachers and universities, has been explained. The procedures for their acquisition and the distinguishing characteristics of each title, the selection of teachers and their pay are analyzed. This research should stimulate the development of a new scientific direction in Bulgaria and Turkey, related to research and applications of new methods for forming and preserving personal identity. The scientific and applied tasks that have been implemented are the development of a model and methods for personal professional identity, national identity and moral development in the education of engineering disciplines.

Keyword: personal identity formation

1. Introduction

The main moments in the work of teachers are education, training and research activity in transferring the experience, knowledge and abilities of capable and knowledgeable people to inexperienced, ignorant or poorly knowledgeable individuals of life in depth. In different periods of history this was done in different ways. Here the focus is on the Middle Ages, when the first universities appeared. The very word university also means a universe, a collection of teachers and students and defines the relationship between them, and as members of such an institution they have certain rights and obligations. These rights and obligations are regulated by imperial, papal and state laws, decrees, regulations and regulations for their application in the specific Higher Schools (HS). The status of study or "Studium generale" is determined, confirmed and legitimized by a given authority and may come into effect even after the foundation of the university and the like. The term "Studium generale" means a school with the means to train students from local and later other regions [1]. Examples are Naples and the first decree of Emperor Frederick II for the purpose, Prague and King Charles IV, Tsar Boris III for Skopje, as well as for the decrees of the National Assembly for the establishment of HS in Bulgaria, etc. Examples of the second variant are the University of Toulouse with the earliest decree from Pope Gregory IX in 1229, the University of Bologna itself, which acquired such status only in 1291, the University of Paris – 77 years after its establishment in 1292, and such there are examples to this day. In the 13th century, two privileges, one of which was the most important - funding, guaranteed the status of "Studium generale" and were associated with it:

1. The university has the right to receive income from ecclesiastical benefactors without owning and transacting with them, e.g. Vicenza-1204 and Pisa 1343. In 1207 Pope Innocent III tried to limit this privilege only to schools with a higher standard, and the bull of Pope Honorius III of 1219 entitled those clergy who were engaged as teachers in theological schools to receive an income for a period of 5 years without residing in the internal dominions of the institution.
2. The Use *obicva docenti* privilege – the right of the successful graduate with a master's or doctorate degree obtained from the "Studium generale" to teach and apply pedagogical methods in any other university without taking new exams. Especially in Bulgaria, the first "habilitations" of experienced teachers were in Chiprovtsi by the Catholic Church [2]. In the West, this means that the university/s were required to give their graduates - masters teaching I diplomas with universal validity. This mobility creates the large community of university professors. Schools that do not have the possibility to issue a teaching diploma with a broad application of the specialties have the status "Studium particulare" or local, regional ones. These schools may be founded by bishops to meet the needs of a city or a limited area of his diocese and are usually Catholic, (Figure 1).



Perugia: Since 1308 we build the future
Since 1308 we have been building the future

Figure. 1. The status of the university declared on its emblem in Perugia, Naples, Ingolstadt, Lublin

Later, the term "Studium generale" acquired a wider legal meaning, with the emergence of more universities such as the one in Rome in 1244-5 when a decree of Pope Innocent IV established one in Rome. In the next century, information about the "Studium generale" is provided by the legal code of Alfonso X, King of Castile - Siete Partidas, which deals with the remuneration of teachers, teaching methods, the organization of student life, examinations and the granting of degrees. Two of the requirements for the "Studium generale" are mentioned, by which the teaching profession is defined as a fundamental, constructive component of any university: The school must have professors teaching all seven disciplines of the trivium and quadrivium (grammar, rhetoric, logic, arithmetic, geometry, astronomy, music). There should also be professors of civil and canon law.

The universities of the Middle Ages in no case wanted to identify themselves as a continuation of the church and sought their independence. The people who appeared in society as thinkers, scientists, writers, teachers formed a new social stratum called the intelligentsia. It was characterized by the connection between reflection and teaching itself, and in this way built not only its authority, but also its status in society. The newly formed class laid the foundations of its existence with its attributes or Insignies - distinctive features by borrowing key terms from the classical Latin language - master, doctor and professor. The master's or doctorate could teach, but this was not mandatory (as between now and up to 30% of the staff). When a degree is attached to or precedes a person's name, it means that the holder has attained the maximum knowledge in the discipline he studied. In the late Middle Ages, the holder of this degree also received real social prestige, which also gave him access to the world of the privileged, nobles and wealthy people. These professors - masters or doctors began to be called "regents" - a term from German that means ruler and very soon became a byword even for monarchies. In the late Middle Ages, a new type of regents appeared (mostly in the faculties of liberal arts), with a more stable position, although of lower authority, than the regular regents in the faculties of law and medicine. Such are the regents in colleges (lyceums). The procedure itself for acquiring one or both degrees is supposed to have been established as early as the twelfth century, but it is possible that it happened even earlier. It is relevant and topical to dwell on it in more detail.

The exams giving the right to a master's degree or the scientific degree of doctor consisted mainly of 3 parts. In order to obtain the right to teach, the candidate had to pass a third examination, called "public" or "conventus". The candidate presented his thesis to everyone, followed by a debate with students on a topic chosen by him. The term 'dissertation' is derived from the Latin word 'dissertatio' which means 'confrontation, debate, extensive discussion'. As for the terminology of the degrees awarded to graduates, a master's degree is spoken of in the liberal arts, a doctorate is spoken of in law and engineering, and in theology and medicine there are other variants. Towards the end of the 13th century, doctoral colleges appeared, which divided their members according to a certain principle (Figure 2).

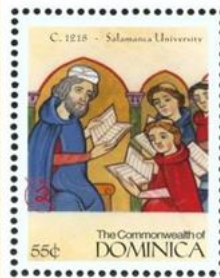
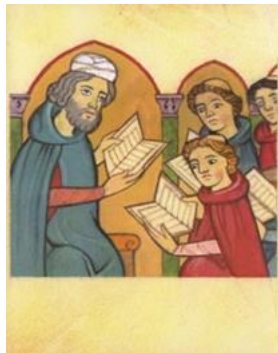


Figure. 2. Meeting of Doctors, University of Paris, Medieval Manuscript. University of Salamanka 800 Centenario. Scene of a Medieval University Hall, Laurence de Voltolina, 1355 [1]

As for the title, rank, or office, professor (from Latin: professor "a person who is accepted as an expert in some art or science, teacher, lecturer of the highest rank") is a university teacher and scientific researcher, it is the most the high university academic title awarded in academic institutions [3]. Colloquially, a person with great knowledge in a given field is implied. In the 12th and 13th centuries, all professors, with few exceptions, were clergymen. In the 13th-14th centuries, many more "secular professors" are mentioned, and in general this trend was preserved in the 15th century. Even in the Middle Ages, there were professors who taught subjects in two specialties, for example, civil and canon law. Now the procedures for filling the academic position are available in the operating regulations of each university, and in some countries they are centralized in a committee.

The question is important, how were the teachers chosen, from the point of view of the current regulations for the activities of the universities? First of all by the Council of Faculties (this was the case in Paris); The general meeting of the professors of the university (in Oxford and Iași, Romania) or of the College of Doctors (in Avignon) and secondly, through a contract signed between the professor and the university or another external institution - for example the municipality or city in which they serve as representatives of the university. Even today, for example in Germany, the local Municipal Council submits a request to the Ministry of Education, respectively the Parliament, and requests, as appropriate, a professor in a given specialty for the region. In the contract, both the duties of the teachers, the term, and their remuneration were specified. In some universities, professors are appointed by kings or by the chancellor and his advisers. For example, again in Bologna, the rector chose which of the most influential professors should enter the University Council.

At the end of the Middle Ages, a process began that led to the disappearance of the medieval teacher - an intellectual. A new type of teachers appeared on the scientific and cultural scene - humanists, the most famous of whom are Erasmus of Rotterdam and the pedagogue Jan Comenius (Figure 3). During the 14th and 15th centuries, a large part of the university "failures", whose dignity was trampled upon, prepared and assisted in the disappearance of the successful teachers - intellectuals. The university professor at the end of the Middle Ages was involved "involuntarily" in the public affairs of the city and politics. Many of these teachers become judges, politicians, public figures, even popes, which reinforces their desire for power. They become part of the privileged classes and begin to lose their morals after interfering with power. In Bologna, for example, the professors were unwittingly involved in party strife and thus lost much of their authority and dignity. In quite a few places departments are established in which they begin to teach, taking certain salaries without receiving their fees from the students. Thus, these professors become dependent on city, regional or federal authorities, and universities lose their autonomy.



Fig. 3. Postage stamps issued in honor of I. Kant, Martin Luther and J. Comenius and the Dutch humanist Erasmus of Rotterdam [personal archive, 4]



They begin to regulate and determine the teaching material that professors must teach, without considering the personal abilities of the professors and the interests of science. Moreover, they begin to impose only teachers from famous, but chosen by them, families. All this and not only led to the Reformation of Martin Luther and the revolts of the professors in Germany, of Hildrich Zwinglis and Heinrich Billinger in Switzerland, others in the Netherlands, etc.

The methods of payment are reduced to two: concentrated up to a certain amount for an activity/discipline or differentiated hourly according to the classes conducted in hours. The first way is applicable in cases where there are specified service requirements (characteristics) for the position held, for example in Germany or beneficiaries and dictatorial regimes that determine the terms of payment. The second, more flexible way is observed in universities that are located in countries with more liberal laws or operate in the conditions of newly formed democracies. A detailed study of professors' salaries is proposed in [5].

2. Exposure

Let's focus on the main topic - teaching as a profession, pedagogical skills, teaching methodology and the teaching career. As it became clear, the guild of medieval university professors was not homogeneous. A large part of the professors in the faculties of theology belonged to religious orders and their mobility was limited by the regulations of the orders in which they were members. Thus, in practice, they did not play a significant role in the life and management of the universities. The main phenomenon observed almost everywhere in Western Europe is the gradual emergence of a group of professional "regents". They were usually referred to as "regular" and contrasted with "extraordinary" teachers. In principle, they were representatives of the legal, natural-mathematical and engineering sciences. From here follows the difference, that in pedagogical terms there is a distinction in their activity. In each discipline, there are core texts that are most important and are studied in greater depth, and additional texts that are less fundamental and are studied more lightly. The teaching of these additional materials was generally entrusted to masters, but sometimes to doctors. The main classes were taught by the main regents, whose classes were held in the so-called Doctor's class or Master's class. Lectures related to supplementary materials were usually held in the afternoon and were considered less important and often did not even feature in the exam syllabus. This tradition has been preserved to this day.

Information about the methods of teaching as a profession is provided by university decrees, regulations and curricula. During the Middle Ages, teaching became a normal, full-time occupation. The main duty of the teacher-professor was to lecture on texts from the curriculum. They were generally in the morning and lasted, as now, from an hour and a half to two. The lecturers in the universities and colleges had to give lectures every day. In practice, deducting weekends, religious holidays, days for solemn debates, exams and summer vacations leaves between 130 and 150 days to run them. According to preserved testimonies, the rectors of Roman law in Bologna included in their lectures the following elements: a brief exposition of each chapter of the text; disclosure of the content of any law; reading the text accompanied by reasoning; rediscovering the meaning of the text; disclosure of contradictions in content and general notes; further explanations. The enumeration of these elements of lecturing shows that university statutes forbade the hasty reading of complex texts and there was a strict sequence to the study of jurisprudence. Something we can learn from today. The doctors held debates on various topics in the afternoon or the prototype of the seminar exercises. A cardinal rule in the medieval university was to have no more than one disputation per week. This gave the regular regents time to prepare for the particular debate and follow the lectures. Students were required to attend, with each regent conducting a small number of debates per year. For his preparation for the disputation, the regent must have had in his library copies of various books. After the end of the dispute, the regent recorded the comments and gave them for publication. This is how they spread among the students.

From a pedagogical point of view, for the strategies and techniques applied by the professors in teaching, the latter can be divided into glossators and itinerant ones, which increased sharply after the beginning of the XIII century. Glossator from Latin is the name of the school of jurists that arose from the XI until the 13th century in Italy (Rome, Ravenna, Pavia, Verona) and France (Orléans, Montpellier, Toulouse) in order to teach, and subsequently implement Roman law in practice as a priority. The first doctors from Bologna and from other universities systematized their works in a single voice (Latin Glossa ordinaria-language, speech, said something in a row, but can also mean a note in a text), and taught disciplines such as rhetoric, literature and methodology of teaching and through legal concepts and categories imposed it in life. Marginal (or in the margins) and interlinear glosses (or between the lines) are distinguished especially by the way of taking notes (remarks) in the texts. For ordinary people, the



glosses explained what legal meaning was hidden in the linguistic expression, and for the intelligentsia, the supreme reason was expressed and reduced to the written word. Two centuries later, this group split into postglossators (commentators) and legates. The former predominated in quantity and criticized the humanists during the Renaissance until the beginning of the 16th century for their scholastic approach to science. More importantly, they used new methods from other branches of knowledge such as translating texts from Arabic. Specifically for Bulgaria, the glossators transcribed and translated documents from the Second Bulgarian Kingdom, such as the Manasseh Chronicle, etc. Thus, they introduced the historical-philological method of analysis in pedagogy, and for the people - they set the beginning of a number of Codes, norms and postulates, which are the basis of the current legislation. All this means greater freedom in teaching. Opponents of these glossators were the dogmatists (legates), who were characterized by a dry theoretical orientation or one towards national law. What is more important for them is that they bring Western European universities not only in Germany, but also in the Netherlands, for example, to have rights for official consultations. You can see the prototypes of the authorized research laboratories in the HS and the emergence of subsequent political doctrines of the old continent and philosophical teachings. The closed way of thinking also led to the imposition of treatises as the in-depth monographs, manuscripts and works in certain fields, rather than the rushed, unstitched trailers in a whole and conceptual sketches as determining the scientific development of people in the future. The habilitation works, unified texts such as decrees, compendiums, scientific reports, etc. appeared and were approved. according to the specific needs in the different fields of science. The conductors of thought and the bearers of knowledge were well aware that knowledge is power and it must be cultivated. Thus, in the 17th century, two main currents were formed with a different worldview towards the organization of the state, civil law and the imposed way of thinking - Anglo-French and German-Swiss, and although this differentiation is not of fundamental importance, the difference is still felt today . The Spanish (Salamanca) and Portuguese (Coimbra) universities did not accept students from outside the Iberian Peninsula during the period under review. The consequence then is that Enlightenment appears! There are also different trends in philosophy and the formation of self-awareness and behavior in people. It is about liberalism and the a prioriness of morality under Immanuel Kant and the culmination of the spirit under Georg W. F. Hegel in Germany, as well as the naturalist philosophers led by Isaac Newton in England. The colonization of America begins!

Subsequently, etc. appears. a historical school founded by Gustav Hugo and Friedrich Savina of the University of Göttingen, known for its freedom and independence in learning and continued in Germany by B. Niebuhr, Ehring, the Brothers Grimm, etc. Of course, the freedom-loving processes were also reflected in France, before and after the Great French Revolution in 1789. This is also a consequence of the fact that education was required not only in legal and medical sciences, but also in history, philosophy, natural mathematical sciences, etc. The strategy of teaching in universities, not only in France and Germany, was no longer determined by kings and centralized beneficiaries, but by the Civil Code, the declaration of human rights, the new conditions in the economy with the introduction of rules for trade, property, etc. Alas, not for long. With Napoleon's coming to power and his election as consul for life, the situation changed radically. Commissions were formed, a Napoleonic code was even adopted, which monitored and determined the consistent and logical teaching of the material, in simple and understandable language, and introduced norms that imposed causes in the interest of power. Ten years later, similar bills were also introduced in Germany. Naturally, opponents appeared who developed the so-called Romanistic school. In general, Roman law is established in countries with a Christian religion. Democracy struggled and, passing through various turning points in recent history, still won.

Pedagogical methods of teaching for the formation of self-awareness are initially dialectical, without references to other areas. The division into parts is introduced, the lectures are divided into those led by professors and masters/doctors. The components of a lecture and a public debate are also defined. Dissertations were considered as rehearsals for future teaching, other types of scientific works such as reviews and summaries of the taught material were also introduced. We can only learn and recall the forgotten teaching-methodical advice, scientific seminars in the departments and other similar events. Subsequently, new methods appeared, the most basic of which is that of free scientific research, which is still applicable today.

In modern times, the personal identity of teachers and the system of higher education are mixed with other subjects, mainly with the vague "European culture" [6]. Common schemes of knowledge are imposed on educated and uneducated people - simplification and dependence on material life. Knowledge is often superficial, behind which often lies manipulation for economic, political and ideological reasons. That is why the role of the university as an institution is very important. As an environment for obtaining higher education, it is a reduced social environment for testing different ideals. According to the thesis of the founder of pragmatism, C. Peirce, the university and the individual can be

understood as open, mutually influencing systems [6]. In the university environment, the qualities of a person's identity are formed, because the university, as smaller than society, can be more easily managed and has mechanisms for this. There are two types of universities, the first are closed hierarchical systems such as organization and knowledge system that traditionally teach and train people in a conservative way. Knowledge as a key to success and development is reduced to limited ideologies, lack of contact with reality and loss of original individuality in people. The consequence is not in favor of the individual, who has no criteria for his own comparison and makes no claims to his own development, but always reproaches others. The second type of universities are analogous to a modern society open to communication because freedom is accepted as a skill for people to use. Such a university models the construction of those who follow it flexibly towards a transition of free values and stimulates a dynamic didactic thinking in them. Embedding such values becomes a reality and communicates with reality. Learners themselves deal with their identity and its construction. Even in foreign currency this freedom of action is declared. Example The University of California, USA – “In lumine Tuo videbimus lumen” - In your world we will see the light [7], [8].

Turkey's higher education system has developed greatly over the past few decades in terms of quality and standard. It consists of two- and four-year universities and schools of continuing education, which are united in an autonomous Higher Education Council. In Turkey, there are about 60 state, public non-profit and a number of private universities of rich people and foreign investors, of charitable foundations, HEIs with different professional profiles and fees according to the quality of education, foreign education in several institutions, e.g. in Cyprus (b .a. at least 5), and even Robert College, connected in the past with Bulgaria. Turkey is a country with a total of over 100 universities (n.a. the data are m/u 104 – 105), it requires great attention on the subject. The oldest university in Turkey, İstanbul Üniversitesi was established in 1453. Postal documents accurately reflect events, occasions and anniversaries and prove indisputably important moments in the development of the university (Figure 4). A stamp that was issued on 01/03/1952, dated 1951, shows uni. in İstanbul on the occasion of the UN session on economic agrarian studies in the Mediterranean. 25 years at the faculty of Univ. in Ankara reflects a brand since 1959. The Faculty of History and Geography and its 25th year again at the Univ. İstanbul presents a stamp showing the date of its opening 25/07/1936-1961 Middle East Technical University METU in Ankara and its 10 year document 3 commemorative stamps and first day cover of 15/11/1966 For 200 years of technical uni in İstanbul in 1973 an interesting stamp from a semi-postal charity issue of 100+25 kuruş was validated with his emblem. Being proud of the 7th TVU in Europe is a big enough occasion. Again for uni. in Ankara, but for 50 years of the entire VU, a stamp and a first-day envelope from 11/13/1996 were published.



Fig. 4. Postal materials from Turkey on the subject of higher education



Similarly, it is a charitable £ 15,000+2,500 - Turkish Lira, and the philatelic materials are specially on the subject of "Education". Jubilee 1956-2006 for directions above technical Middle East University METU show documents with the statue in front of his building and monetary reform in the country. The first-day envelope is dated 11/15/2006. This uni. is first in world rankings. The 100th anniversary stamp of Fez Lyceum, showing its development, is very stylish. Last known, a commemorative block for the 240th anniversary of the pride of Turkey - TU was released in Istanbul in 2013 [13]. It is also appropriate that the University of Istanbul Rumeli University should publish materials on the subject.

3. Discussions and Results

The importance of pedagogical preparation and especially the need for it for teachers of technical and, in particular, technological disciplines is underestimated nowadays. The lecturers are appointed according to the current Law on Higher Education [9] after successfully passing a competitive exam in the main discipline in which they will teach the students. No special teaching qualification is required, which is mandatory in secondary schools, for example vocational high schools. It is believed that if the future teacher knows his subject well, he will be able to teach it well. The divergence of the two aspects is great, and the acquisition of pedagogical skills is not only a matter of accumulated experience. The lectures of a good pedagogue and a teacher good in his profession have a much stronger and more effective effect on the students he teaches. Every professor at a university is first and foremost a teacher. That is why pedagogical training is necessary for the acquisition of teaching-methodical skills and activity control, especially for young teachers. This research should stimulate the development of a new scientific direction for Bulgaria and Turkey, related to research and applications of new methods for forming and preserving personal identity. The scientific and applied tasks that have been implemented are the development of a model and methods for personal professional identity, national identity and moral development in the education of engineering disciplines, presented in detail in [10,11,12]. In a more particular methodological aspect, the research is a foundation for specific scientific study and interpretation of the concepts of personal and national identity in the conditions of a dynamically developing social environment.

University life includes many other duties besides teaching. These were and are religious ceremonies, customary and, on some specific occasion, assemblies, holidays and solemn rituals, generally activities required by career and academic life. As now, teachers also held administrative positions - rector, dean, fee collectors, etc. Their mandates were for one year and could be held consecutively for several years by professors in a regular position. And now there are countries like Turkey and Belarus, in which rectors are approved and appointed by the president. In order to end the practice of authoritarian occupation of positions, mandates were introduced, most often for 4 years. Duties of administrators included preparation and maintenance of documentation, solving problems of various nature in education and representing the university to the public. Now these duties are united in the modern words attestation, accreditation, public relations. These administrative duties were and are entrusted to older and influential people, not being the same for different teachers as they are now. However, not all teachers zealously performed their duties, not all were serious and responsible enough, as they are now. It is significant that the professors most often outsourced only one part of their program, awarded degrees to candidates who did not deserve them, tried to use the students for opportunistic purposes, etc. All this made it necessary, especially in Bologna, to create a group of students - the prototype of the Student Council - to monitor, control and expose teachers with an unprofessional attitude to work. Toward the end of the Middle Ages, this lack of interest intensified enormously, almost leading to a war between students and professors. Various control systems and mechanisms for student democracy are emerging in academia. Currently, the Student Council is the main body and is present in regulations, general meetings, various councils, etc.

The role of professors in HS for acquiring knowledge and forming consciousness in people is extremely important. In most cases, this determines the worldview, actions in the future and their status in society. An activity done with heart, dedication and humanity. It is by no means the most important how and in what ways this is implemented and achieved. Let's not impose dogmas known from history with various dictators, regimes and propaganda. Let's also forgive people without scientific degrees or high academic positions, even though working in such an institution requires it by law. After all, Leonardo da Vinci is a genius even without a defended thesis, and master Usta Collio Ficheto is a great builder and architect without a double habilitation. The conductors of thought and the bearers of knowledge must, however, be well aware that knowledge is the highest human endowment and it must cultivate the thinking, skills and abilities of the people. For the upbringing of free and independent people with their own opinion,



actions based on personal and professional qualities and a cognitive attitude towards oneself regarding nationality. In short – with self-awareness.

4. Conclusions

4.1. The intelligentsia laid the foundations of its existence with its attributes or Insignies - distinctive features by borrowing key terms from the classical Latin language - master, doctor and professor. The term "Studium generale", defining the status of the Higher Education Institution and its requirements for teachers and universities, has been explained. The procedures for their acquisition and the distinguishing characteristics of each title, the selection of teachers and their pay are analyzed.

4.2. The university professor at the end of the Middle Ages became involved in public affairs and politics, and a new type of professor appeared on the scientific and cultural scene - humanists. From a pedagogical point of view, there is a distinction in their activity. The methods, the material, the time of teaching have changed. The teaching profession was regulated by decrees with the duties of teachers. From a pedagogical point of view, for the strategies applied by professors in teaching, the latter are divided into glossators and itinerant ones, which increased sharply after the beginning of the 13th century. Two centuries later, this group is divided into post-glossators (commentators) and legates (dogmatists). In the 17th century, two main currents were formed with a different worldview towards the organization of the state, civil law and the imposed way of thinking - Anglo-French and German-Swiss. The strategy of teaching in universities is no longer determined by kings and centralized beneficiaries, but by the Civil Code, the Declaration of Human Rights, the new conditions in the economy with the introduction of rules on trade, property, etc.

4.3. The role of the professors in VU for the formation of national and professional consciousness is decisive. Pedagogical methods of teaching for the formation of self-awareness are initially dialectical, without references to other areas. Subsequently, new methods appeared, the most basic of which is that of free scientific research. In modern times, personal identity and the system of higher education are mixed with other subjects. As an environment for obtaining higher education, the university is a reduced public environment for the formation and testing of various ideals and qualities of a person's identity. Bearers of knowledge should be well aware that knowledge is the highest human endowment and it should cultivate people's thinking, skills and abilities to educate them as free and independent people with their own opinion, actions based on personal and professional qualities and cognitive attitude to himself about nationality.

REFERENCES

- [1] ИВАНОВ Д., Средновековните университети и техните преподаватели, The medieval universities and their professors, София, НВИМ, 2011 (in Bulgarian)
- [2] КЪРТУНОВ С., Образование, познание, самосъзнание българско, Education, knowledge, self-awareness Bulgarian, Габрово, Екс-прес, 2009, ISBN 978-954- (in Bulgarian)
- [3] Тълковен речник на думите в българския език, Interpretive dictionary of words in the Bulgarian language, София, БАН, Online Etymology Dictionary, 1970
- [4] THRIEDE C., Europa – Werte, Wege, Perspektiven, Moenchengladbach, Verlag "IF Publication Service", 2000, ISSN 0177-3291 (in Germany)
- [5] АЛТБАХ Ф., Paying the Professoriate, Колко струва един професор?, How much does a professor cost? ЦМВО, САЩ, 2013
- [6] БОГДАНОВ Б., Личностна идентичност и система на висше образование, Personal identity and system of higher education, Интернет, 2015 (in Bulgarian)
- [7] КЪРТУНОВ С., Символи на академичността във висшите учебни заведения и ТУ-Габрово, Symbols of academicism in higher education institutions and TU-Gabrovo Габрово, МНК „Унитех“, 2006 (in Bulgarian)
- [8] КЪРТУНОВ С., Academic Insignia или отличаваща се академичност, Габрово, УИ В. Априлов, ISBN 978-954-683-580-2, 2018 (in Bulgarian)
- [9] Закон за висшето образование в България, Law on Higher Education, София, Обн. ДВ. бр.112 от 27 Декември 1995г.,...изм. ДВ. бр.79 от 13 Октомври 2015



- [10] RACHEV Petar, Training in mechanical engineering technology – inovation with traditions in the future, Sofia, International Scientific Journal "Innovations", Volume 9, Issue 1/2021, Print ISSN 2603-3763, p. 19-22
- [11] KARTUNOV S., Training in mechanical engineering technology – Reality and inovation with traditions in the future, 3rd RUMELİ ENGINEERING EDUCATION SYMPOSIUM, Silivri, İSTANBUL, June 22-23, 2023, ISBN 978-605-74264-4-4, p. 1 – 5
- [12] Izvorska D., S. Kartunov, Modern Education al Technologies in Professional Training of Students in Technical Institutes of Higher Learning, Cacak, 9th International scientific conference Technics and Informatics in Education – TIE 2022, Fakulty of Technical Sciences Cacak, ISBN 978-86-7776-262-9, p. 63-68
- [13] КЪРТУНОВ С., Висшите училища и образование по света, представени от филателията, Higher schools and education around the world represented by philately, Габрово, 2020 (in Bulgarian)

CURRICULUM VITAE

Stefan Kartunov

The author of the book was born on May 13, 1956 in Gabrovo. He graduated from TMET "Dr. N. Vasiliadi", and from 1977 to 1982 studied "Mechanical equipment construction" at VMEI Gabrovo. From 1982 to 1988, he worked as a technologist and leading technologist at the Mechatronics Institute in Gabrovo. He followed a full-time doctorate, successfully defending his thesis on "Auto-mated design of technological processes" in 1992 at TU-Sofia. He specialized in IPA-Stuttgart in 1991, CDG-Cologne company MANIBS, Germany 1993-4 and NPUU "KPI"-Kyiv 2006, Ukraine. In 1998-9 he was invited by the Conference of the German Academy of Sciences to be a guest lecturer at TU-Darmstadt, Germany. He also gave lectures at TU-Ilmenau, Germany, SFU Krasnoyarsk, Russia, VTU Rezekne, Latvia, Thrace University Edirne, VU Wilhelmshaven, Germany, BNTU Minsk, Belarus, Galats, Romania, Kosovska Mitrovica, Kosovo and others. In 2000, he obtained his habilitation in "Mechanical Engineering Technology". Full professor of "Automated Design Systems" at TU-Gabrovo 2007. Member of the world organization for scientific research and work with doctoral students IRED. He has published 20 books and over 160 articles and reports. His scientific interests are in the field of CAD/CAM-systems in micro- and nanotechnology and design of technological processes for their elements. Married, with one child. He is currently retired.



Engineering Education: Turkey Comparison of Engineering Education in Turkey and Germany

Prof. Dr. İlhami KIZIROĞLU
OSTİM Teknik Üniversitesi Öğretim Üyesi(Hacettepe Üniversitesi Em.Öğr.Üyesi)
ikiziroglu@gmail.com

Summary

The most important harmony in engineering education is between mathematics and natural sciences. Within this framework, the trainees should be educated in a way that is open to innovations by using their existing knowledge and experience. In this process, the most important issue to be emphasised is to reach fresh information by following technological and scientific developments and making new designs and discoveries. For this reason, as in other branches of science, the concepts of science and knowledge production gain importance in engineering. In order to ensure this, university education levels have been established and universities have been opened. In this study, the history of engineering education is mentioned. In this context, the role of Anatolian geography in the historical process has been emphasised.

Information about engineering types has been shared; information about MÜDEK has been given. Information about some of the institutions that supervise engineering and technology education programmes is given by focusing on the issues necessary for the good execution of the engineering education system. Some general information about engineering education in Turkey and Germany is given.

Key words: Engineering education, types of engineering, MUDEK, engineering in Germany

1. The Concept of Science

The role of academic studies in universities, where engineering knowledge is produced, in the process of social development and reaching higher levels cannot be disputed. In the development of science and the university, there is diversity, continuity and the spread of innovations by eliminating the unsuitable, that is, the old. Engineering science produced in universities has to prioritise facts, not data. The most important problematic of today is the establishment of settlements and the prioritisation of a life style that overcomes the difficulties of living with earthquakes. Especially the environmental problematic, the threat to biodiversity due to global warming and climate change. It is necessary to put this on the agenda, to create an environment for discussion and to put on the agenda what measures can be taken. Engineering sciences play an important role in minimising the damage. Academic studies should also meet the needs of the layers of society. The issue of where scientific studies should start and where they should end should be determined very well.

Engineering sciences often use the memory of science. Consistency and rationality, comprehensibility and non-contradiction with reality are always expected here. When T.H.Huxley says that science is a trained and organised common sense, he actually means this situation. The main reason why scientists are interested in science is their insatiable curiosity and desire to know and understand the world they live in better. Another reason is the desire to use science as a means of controlling the power and resources of the world. We can first see the existence of human communities desiring this desire in Anatolia. It is seen that the first steps of the urbanisation culture and settlement stage, which is related to engineering, started in Anatolia as in the examples of Karahan and Göbekli Tepe. It is understood that the phenomenon of urbanisation emerged 8000 years ago and reached the highest dimensions with engineering applications in the excavations in Çatalhöyük (Kızıroğlu, 2023, p.137).

2. History of Engineering Sciences (MBT)

The development and evolution of the history of engineering over time has been demonstrated by studies carried out in Mesopotamia, especially in the region between the Tigris and Euphrates. It is known that the Sumerians, who established civilisation in this locality, carried out the first known engineering works in the world. It is assumed that the engineering works that emerged during the Babylonian and Assyrian periods constitute the firsts. When we look at today's construction laws, we come across some articles in which the draft law compiled by the Babylonian king Hammurabi is valid.

MBT goes back to prehistoric times. Like most branches of science, it takes its origin from Anatolia and its people. Göbekli Tepe, where the advanced culture of Mesopotamia was experienced, and Karahan Tepe, the world's oldest settlement 15 000 years ago BC, also developed an important high culture and met with construction (engineering, static) elements. Here, too, 250 'T' shaped standing stones (Figure 1) and a 2.5 m high human statue have been found. In the early advanced civilisations of Mesopotamia about 6000/15000 years BC, the first engineers were trained in temple and palace schools. The first sciences, including mechanics, a fundamental discipline for many engineering sciences as technical mechanics, originated in ancient Anatolia.

Looking at the historical background of the engineering profession, it is possible to understand that the oldest education and practices of this profession are in Anatolia, from the ruins in Göbekli Tepe and Karahan Tepe (Figure 1).



Figure 1. It is possible to see a very high level of engineering elements in the world's oldest settlement, Karahan Tepe and Göbekli Tepe.

Engineering education is nowadays the latest engineering education to meet new requirements. It has preferred to look for ways to use technologies. Especially electronics, computer, internet and robotics technology, microelectronics, nanotechnology, communication and transport technology have been developed. In engineering education, some questions should be answered. It is possible to give them in the following main categories:

- 1- What is the importance of interdisciplinary teaching in engineering education in universities?
- 2-What is the level of education in universities and universities of applied sciences in Turkey and Germany?
- 3- Which effects and framework conditions of higher education are important in this context?

4- Which goals are associated with the integration of interdisciplinary teaching and which are there obstacles?

5- At universities and universities of applied sciences in Turkey and Germany

How is interdisciplinary teaching currently organised?

6-In universities and universities of applied sciences in Turkey and Germany

What options are used to organise teaching?

7- The diversity of technical degree programmes in Turkey and Germany in terms of how it develops

8- Interdisciplinary orientation and networking?

9- How is interdisciplinary education ideally integrated into engineering education in the future?

10- Innovative approaches to future-oriented education in Turkey, Germany and abroad .Are there models that can serve as examples of approaches?

The human brain has chosen to develop the latest innovations by revealing its creative ability. Today, it is seen that the societies that make the best use of the existing knowledge have achieved new technological developments. Here, it has gained importance to transfer the existing information analysis and application processes from generation to generation. Thus, the daily needs of humanity have started to be met. With this accumulation of knowledge and experience, new structures, processes and products have been tried to be obtained. This situation is an engineering subject. It has been observed that many innovations have emerged in terrestrial, aquatic and atmospheric environments with the start of work on issues that require technical knowledge and equipment such as public works such as roads, bridges, high-rise buildings, agriculture, nutrition, food, physics, chemistry, ecology, electricity, electronics, aircraft, ships, automation, engines, development of construction machinery. The chronology of some important technological developments achieved by mankind is shown in Table 1.

Table 1. Chronology of Technological Discoveries (Özçep, 2007; Alpaarslan ,2011; Kiziroğlu, 2023)

13 000 BC	The first applications of engineering in Anatolia at Karahan Tepe
11 000 BC	Construction of the houses of faith at Göbekli Tepe using massive columns
5000-7000 BC	Discovery of algebra; Sumerians used writing for the first time
4240 BC:	The first way in which events could be precisely dated. This began with the Egyptians' introduction of the calendar, the use of numerals, the prioritisation of geometry, statics and architecture, and the development of structural systems.
Around 3200 BC:	The Sumerians of Mesopotamia were the first society to use writing and to draw a picture of the wheel.
Around 3000 BC:	Babylonians invented the abacus, the first adding machine.
Around 1300 BC:	Syrians develop their own alphabet
700 BC:	In Lydia (in present-day Turkey), money was used for the first time to buy and sell goods.
Around 10 BC:	Roman architect Vitruvius designs a crane.
800- 999 AD:	A monk invented the mechanical clock, and in the House of Knowledge opened in Baghdad, Ibn Sina and El Bruni conducted important research in medicine and pharmacy. El Bruni was the founder of the science of geodesy.
Around 1000:	The Chinese used gunpowder to make fireworks and send signals.
Around 1045:	Pi Cheng invented the portable printing press in China. 11th century: the first university opened.
1400-1500s:	Johannes Gutenberg's printing presses revolutionised book production. As a result, information about new inventions spread. Ali Kuşçu conducted research in astronomy and mathematics and became the founder of Mechanics. Al-Jazari developed the first robotic prototype and laid the foundation of Cybernetics,
1569:	The Flemish cartographer Mercator developed a new method of map-making.
1592:	Galileo built a telescope that magnified objects 30 times.
1614:	Scottish mathematician John Napier invented the logarithm ruler.
1642:	Blaise Pascal invented an adding machine for his father to use for tax calculations.
1643:	Evangelista Torricelli invented what is now called a mercury barometer to measure air pressure.
1656:	Christian Huygens designed a precision pendulum clock based on Galileo 's ideas. 1665: Robert Hooke 's drawings in his book Small Observations demonstrate the power of the new microscopes and for the first time the concept of the Cellula "cell" enters science.



1668: Isaac Newton built the first mirror telescope.
1698: Thomas Savery built the first steam engine, which was used to pump water out of flooded mines.
1733: The 'flying shuttle', invented by an English weaver, doubled the amount of cloth one person could produce in a day.
1783: Marquis de Jouffroy d'Abbans floated the first steamship.
1783: The Montgolfier Brothers successfully flew a hot air balloon.
1801: The Nautilus, a submarine, made its first voyage. Alexander von Humboldt laid the foundations of physical geography and ecology as a result of his travels in South America and Russia.
1804: Richard Trevithick built the first steam locomotive travelling on rails.
1814: Friedrich König developed the steam printing press, which was much faster than the manual printing press. 1815: Humphry Davy invented a miner's lamp that made working in mines much safer.
1819: Augustus Siebe designed a pressurised diving suit, enabling people to dive deeper
19.-20.-21.century The beginning of the science industrial revolution. Watson and Crick Biotechnology, Genetic Engineering, Human Genome Project and advances in Gene Technology, DNA Sequence Analysis and Bioinformatics. Development of computer programs to be used in the storage and analysis of biological data. J.Presper Erchert and John W. Mauchly developed the first fully electronic digital computer with high processing speed digital development),

An institution at the level of a Technical School was established for modernisation. During the Nizam-ı Cedid movement and the renewal process, with Selim III (1789-1807), an Engineering School named Mühendishane-i Cedide was established in 1793 for the training of gunsmiths and artillerymen. This institution started education in 1806 under the name of the Imperial Land Engineering School (Mühendishane-i Berri-i Hümayin).

Schools for engineers were established in France, including the École polytechnique. In the 19th century, many engineering schools were established in German-speaking countries. Some of these were upgraded to technical colleges, which were granted the right to award doctorates around 1900, thus becoming academically equal to universities.

3. Engineering Education in Turkey

The engineer can put forward new ideas and approaches for industry and technology. It changes the life of the society and makes it open to innovations with the methods it gives and applies. Engineering is a systematic of thought and is a mathematical thinking skill. Engineering can synthesise all the information obtained through science with reason and experience to produce formations that are beneficial to humanity. Engineering is to utilise science, economy, time and physical resources in the best way and to search for optimum solutions. By using engineering logic, the most basic aim of engineering is to economically utilise natural resources and power for the benefit of humanity.

In the 20th century a large number of new disciplines emerged - mostly specialisations of existing fields or developments at the interfaces between existing fields. At the same time, the scientific process has also increased, which has been strengthened by computer-aided technologies such as the finite element method. In Turkey in 1926, engineers who graduated after four years of education were given the title of high engineer. Darülfünun was closed in 1933 with a law and became Istanbul University and started education. Istanbul Technical University was established with the civil engineering law, one of the most modern and comprehensive university laws of the period in which it was established. The history of engineering universities started with the Tanzimat period. For students studying in this branch, it has become one of the main duties of universities providing engineering education to raise their mental and personal abilities to the highest level from the current point and to provide all kinds of research and training in order to train graduates and scientists who have knowledge in their field. At that time, the higher education institution opened under the name of Istanbul University undertook to train engineers. While the number of graduates was very low at that time, the Faculty of Electricity, one of the first faculties of the higher engineering schools, which was organised as Istanbul Technical University, was opened. In 1937, 18, in 1938, 7 and in 1939, 6 people graduated as electromechanical engineers. In 1937, the electronics department and the Communication Branch were merged in the field of electromechanics, resulting in the graduation of 7 electromechanical engineers and 6 electrical



engineers in 1940, and 11 electrical and electromechanical graduate engineers in 1942. In the 1942/1943 academic year, the departments of aeronautical engineering and naval civil engineering were opened.

Institutions undertaking engineering education have implemented programmes to increase and develop the mental and individual abilities of the students studying there. These programmes should be at the level of developing the design skills of individuals and increasing their design skills. Graduate engineers who are trained at this level should be trained at the level that meets the creative and current conditions in undergraduate and graduate education levels. In our country, which is in the earthquake zone, the necessity of earthquake resistance of constructions should be internalised by the students receiving engineering education. It is expected that the skills within the framework of mathematics and basic sciences for the application of engineering knowledge should be activated. Analysing an investment that will be the product of the engineering profession and interpreting the results of the analysis are the most basic approaches.

An engineer plans, develops and optimises technical systems and processes in order to solve problems and increase efficiency in a variety of fields and events.

The job title 'engineer' can be obtained by completing a degree in engineering. With the education to be received here, it will be possible to compete with engineers from other countries.

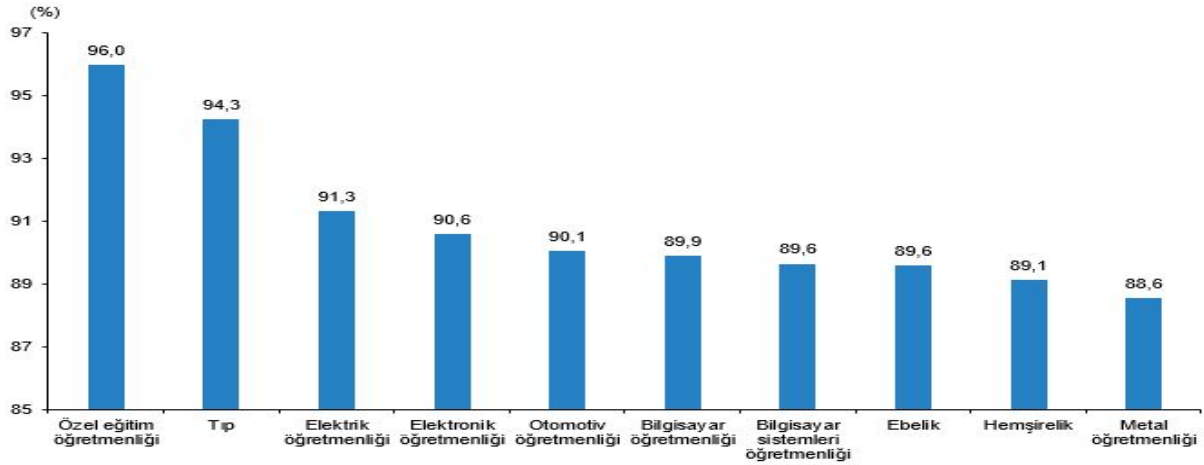
Engineers are highly sought after in the labour market. Today, different engineers are needed in Europe, America and naturally in Turkey. In fact, since the need for some branches of engineering (computing, nanotechnology, robotics, software, etc.) is high, the demand for engineers trained in these branches is increasing day by day.

Table 2. Registered employment rate of bachelor's degree graduates by fields of education and training, 2022 (TurkStat, 2023)

Education and training areas			
Fields of education and training	Total(%)	TotalMale(%)	Female(%)
Natural sciences, mathematics and statistics	71.8	80.4	66.1
Information and communication technologies	76.2	78.1	72.8
Engineering, manufacturing and construction	78.4	80.4	74.8
Agriculture, forestry, fisheries and veterinary	68.6	74.0	59.5

It is thought that the unemployment rate of 12,8% in engineering and engineering jobs in Table 2 is due to the lack of qualified engineers. It is not known what percentage of the engineers who have jobs other than 12.8% in Table 2 are working in their own professions. Many engineers who cannot find a job turn to different fields and thus push aside the vocational education they have received throughout their university life. The registered employment rate of bachelor's degree graduates was 71.7% in 2022 (TurkStat, 2023). While the registered employment rate of bachelor's degree graduates was 71.1% in 2021, this rate was 71.7% in 2022. While the registered employment rate for associate degree graduates was 63.0% in 2021, this rate was calculated as 64.9% in 2022.

The departments with the highest registered employment at undergraduate level were special education teaching (96.0%), medicine (94.3%), electrical teaching (91.3%), electronics teaching (90.6%) and automotive teaching (90.1%).



The undergraduate programme with the highest registered employment rate was special education teaching with 96.0%. Mechanical engineering is the oldest branch of engineering with the widest field of study. Although brand new branches such as metallurgy, shipbuilding, aircraft, aircraft, industry, automotive, mechatronics have emerged in the last half century, the width of the field has narrowed very little.

4. Access to Information

- To the extent of today's possibilities, each individual needs new and advanced information. is possible. This was not possible half a century ago. Because it was not at all easy or even possible to access the computer and the information produced with it. Today, however, it is possible for every individual to access information sources at home, in his/her pocket or in his/her organisation with his/her computer, without limitations and without much expense. In other words, the cost of access to information has fallen considerably.

- Tools and equipment used in education processes, in other words in engineering education also improved. We can say that the overhead projector (presentation of lecture notes prepared by using various coloured highlighters on transparent transparencies) and the slide machine are now a thing of the past. In spite of all these, the blackboard and chalk are still up to date even in the most advanced universities (such as MIT or Harvard).

In addition to these, e-learning environments are very current; that is, education can be given online without the need for the teacher and learner to be in the same environment. As a matter of fact, many of our friends and different universities have shared their courses online with their students during the covid period. I would like to state that great progress has been made in this sector (I would like to share a memory with you, I was assigned to establish a Science Education Department at Hacettepe University where courses were given in German. Five German Prof. were assigned to give lectures in the department. Some of our friends who had completed their doctoral studies in Germany were also contributing. We applied to Heidelberg University with the idea that we could do online education, but when we were asked for one hundred and fifty thousand marks, we gave up (now it is free). Online education may not be necessary in classical branches of engineering education (civil, mechanical, electrical/electronic, physics and chemistry); however, it may be recommended to switch to online education in some specific and current engineering branches such as systems engineering, genetic engineering, bioengineering, energy engineering, software engineering, robotic field engineering.

- Engineer (Ing.), for specialists with a degree in technology or engineering is a protected professional title. In Germany, the professional title 'engineer' may only be used by persons who have completed a university degree in science or technology. Training as an engineer can take place at technical colleges, universities, universities of applied sciences or as a dual study programme at a vocational academy.



5. What does an engineer do?

Engineers, as technicians with an academic degree, are responsible for solving technical challenges and make a decisive contribution to the development and implementation of innovations in various technical fields. Their role covers a wide range of tasks and responsibilities, which may vary depending on specialisation and sector.

Engineers are often called upon to develop new technological solutions or to improve existing technologies.

They conduct extensive research to improve their work. They analyse data, conduct experiments and use their findings to develop practical and efficient solutions. Both in Germany and Turkey, the basic principles of engineering education have been developed in this direction. These principles are taken into account in the engineering education process in all developed countries of the world. Education programmes are developed accordingly.

6. Types of Engineering

Engineering prepared by the Association of German Engineers for the 4th quarter of 2023 According to the scale, engineers are divided into eight occupational categories

- Engineering professions in raw material production and extraction
- Engineering professions in plastics production and the chemical industry
- Engineering professions in metal processing
- Engineering professions in the field of mechanical and automotive engineering
- Energy and electrical engineering
- Engineering professions technical research and production control
- Engineering professions construction / surveying / building technology, architecture
- Other engineering professions

Both in Germany and in Turkey, engineering disciplines are very specialised. The following list provides information about the engineering specialisations and types of engineering courses currently offered.

Typical specialisations in engineering are mechanical engineering, electrical engineering (control engineering, telecommunications engineering, radio engineering, systems engineering), renewable energy engineering, optical engineering, automotive engineering, process engineering and civil engineering. There are also interdisciplinary specialisations that combine engineering with other disciplines such as chemistry or economics, for example chemical engineering (biomolecular engineering, genetic engineering) or industrial engineering, materials engineering (metallurgical engineering, ceramics engineering, polymer engineering, crystal engineering, corrosion engineering). This diversity reflects the breadth and depth of engineering and shows how engineers contribute significantly to technical development and innovation through their expertise. Over time, a broad spectrum of engineering specialisations has developed in both Turkey and Germany, and units of study have evolved accordingly: For example,

7. How much does an engineer earn?

In 2024, an engineer will earn an average of €55,698 gross per year. For engineers The starting salary is €46,557 gross per year. Average annual gross salary of engineers with more than 20 years of professional experience It is €69,931. Engineers' salaries vary depending on experience, specialization and industry. Current data for 2023, based on surveys of more than 1,400 engineers by Jobvector, provides information on average salaries in various engineering disciplines

8. How Should Engineering Education Be?

The contribution of knowledge produced with various supports and studies in the education stages to the society should be ensured. This value creation should be beneficial to the development and progress of the society.



Sharing the knowledge and innovations produced by classical university education with the layers of society already constitutes the most basic logic of university education. In other words, it is the most basic duty of the first, second and third generation universities that undertake the stages of education, research and transfer of the knowledge produced to the society to fulfill these duties by considering the requirements of the age.

Within this framework, we can say that the number of institutions implementing programs has reached over 600 in the world, which is designed to include at least various stages (the number of students receiving engineering education in 1274 programs in 219 engineering faculties operating within various universities is 350 thousand as of the 2014-2015 period. The number of graduates receiving the title of engineer every year is 35 thousand. Approximately 4 million graduates are produced from the existing 60 thousand engineering schools in the world. However, we must train students with such an up-to-date and contemporary engineering program that our graduates can compete with foreigners who have received the same professional education. As of 2015, there are 75 different engineering programs in 33 different types of faculties. In order to ensure this, our graduates, who will undergo education and applications with the latest methods and methods, will be able to compete with foreigners in every subject. Countries and universities that ensure this will also undertake an important mission:

In particular, curriculum renewal, on-site application and the best supervision of internships will make engineering education competitive.

Engineering education, which is rated with the most up-to-date methods and evaluation practices every year, is subject to evaluations on both national and international scales. Thus, information about institutions that offer engineering education will be useful both for students who will choose these educations for the first time and for communication with the industrial sector.

It will inform those who are devoted to engineering education about the social contribution of the institution in recent years and will also help them explain the mission they will undertake in the future. It will inform the relevant people about the recognition, transparency and efficiency of the institution. In this process, it is extremely important for the relevant engineering unit to achieve a quality assurance standard.

Instead of a system based on memorization, it is expected that the path and systems followed in education will be realized at a competitive level, the audio-visual (practice and learning by doing) system will be emphasized. In fact, this should be an application that should be given only before the university period.

This is where MÜDEK, the national accreditation agency that is specific to the kind of practice that educational institutions, especially those providing engineering education, implement, come into play.

9. What is MÜDEK?

MÜDEK is an independent and civil initiative recognized by the Council of Higher Education (YÖK) responsible for the accreditation of engineering education in Turkey. It is an agency that prioritizes shedding light on international practices where there is both national and international educational competition and undertakes an informative mission. MÜDEK evaluation criteria are grouped under 10 headings (Platin, 2011):

1. Criterion; Students,
2. Criterion; Program Educational Objectives,
3. Criterion; Program Outcomes,
4. Criterion; Continuous Improvement,
5. Criterion; Education Plan,
6. Criterion; Teaching Staff,
7. Criterion; Infrastructure,
8. Criterion; Institutional Support and Financial Resources,
9. Criterion; Organization and Decision-Making Process,
10. Criterion; Program-Specific Criteria



MÜDEK became a Washington Accord Member (Signatory) in 2011. All programs it accredits have been recognized as equivalent by other Washington Accord members since 2011. MÜDEK has been authorized to issue the EUR-ACE Bachelor Label since 2009 (Accreditation list, 2018).

- It should be acted with the awareness that engineering is a professional and occupational field.
- In the context of scientific education of engineers, the focused function of interdisciplinary knowledge and basic qualifications will primarily be to use the knowledge that has already been acquired and that will be acquired in the future.
- It is aimed to think about the social and societal aspects of one's own actions in harmony with the professional, personal and social aspects of the working world,
- In order to be able to transfer and apply this knowledge to people outside the engineering discipline, i.e. to their interlocutors, in an appropriate way.
- They should be able to categorize critically beyond their own expertise and professional boundaries.
- They should be able to constantly update their knowledge by using new media and taking into account social developments, and
- To keep and protect the knowledge at a level that is accessible and connectable to other disciplines.

11. Accreditation Practices:

When we look at the Undergraduate Programs Accredited by MÜDEK as of October 01, 2018, it is possible to see that a total of 277 engineering departments of 53 different universities from state and foundation universities have received accreditation. Considering that there are currently 201 universities in total, the number of accredited universities is insufficient. While quality studies are being carried out in higher education institutions on the one hand, it would be appropriate to complete the preparations for accreditation on the other hand.

The accreditation process is a work that takes the time and energy of employees who can be carried out on a voluntary basis with devotion. For this reason, university senior managements should help faculty members improve the necessary issues and take precautions in the issues they see as problems with the accreditation process (such as heavy course loads, excessive number of students per faculty member, inadequate physical environments, inadequate monitoring and evaluation studies, insufficient consultation of students and faculty members, deficiencies in quality assurance issues).

12. Suggestions for Improving Engineering Education

A systematic change should be made in engineering education in our country and every stage from primary school to university should be evaluated by experts according to the needs of the society.

a-The basic engineering sciences that form the basis of engineering should be given due importance in course planning, theoretical and practical information in basic and vocational courses should be carried out together,

b-Teachers and students should always be in communication.

c- It is very important for a quality engineering education to start from high school.

d-It is obvious that an engineer who starts his vocational education in high school and continues

it at university and graduates will be more qualified than someone who only gains his professional skills at the faculty.

A quality engineering education is absolutely necessary to eliminate the employment problem in engineering and engineer jobs. There are over 600 engineering schools, faculties or institutions providing engineering education in the world and there are 1-2 million people receiving education from these schools. 50% of these are in China and 25% in India. In that case, it is necessary to go through educational processes that will compete with these people. More than 30 thousand graduates are being produced from more than 170 engineering faculties in Turkey. In other words, it is necessary to compete with those who receive engineering education both in Turkey and abroad. Therefore, curriculum



improvement and multi-faceted educational practices that meet the needs and requirements of the day are essential.

For about 30 years, developed countries have been carrying out intensive studies to rapidly reshape engineering education and similar developments need to be implemented urgently in our country, and these studies should be started without delay in a way that also fulfills the requirements of the Bologna process.

If new technologies are followed in engineering education and theory and sufficient practice are given importance, quality can be increased. Since qualified engineers will be trained as a result of a quality engineering education, new labor fields will open up automatically and existing open labor fields will be closed with qualified engineers.

13-Engineering Education in Germany

Mechanical Engineering is involved in the production of almost every product and element we use in our daily lives. It is among the indispensable elements of the construction sector. The path to success in both mechanical engineering and other engineering branches mentioned above is,

- a- Interning in good institutions,
- b- Being disciplined,
- c- Hardworking and
- ç- Curious during the internship,
- d- Participating in groups in technology competitions,
- e- Giving importance to foreign languages and
- f- Being proficient in computers are the points to be kept in the forefront in terms of profession.

The engineering education system in Germany is known for its high standards, applied approach and strong emphasis on research and development, especially in the field of engineering. Universities in Germany such as Munich Technical University, Berlin Technical University, Braunschweig Technical University, RWTH Aachen University and Karlsruhe Institute of Technology are among the most prestigious institutions offering programs in this field.

They provide a blend of theoretical knowledge and practical experience, ensuring that students are well prepared for the challenges of the automotive industry. This system is designed to ensure that students not only gain theoretical knowledge, but also develop the practical skills and real-world experience necessary to excel in the field. In Germany, automotive engineering, civil, industrial, etc. engineering programs typically include a mix of theoretical study and practical applications. Courses cover various aspects of automotive engineering, including design, mechanics, electronics, and materials science.

This program includes an intensive curriculum based on mathematics, physics, and engineering principles. Students must develop a broad range of knowledge and technical skills to solve complex engineering problems, develop innovative designs, and work on automotive technologies. The curriculum is frequently updated to match the latest technological developments and industry needs. Undergraduate programs in Engineering, including Automotive Engineering, in Germany typically take 3-4 years to complete. This is consistent with the general duration of undergraduate engineering programs in the country.

Within the framework of the “**Socrates Program**”, which aims to create awareness of European Union citizenship and entered into force in 1995, and the “Erasmus” model, which constitutes the part related to higher education, Turkish engineering students can continue their education in some European countries. The aim of this project is to educate the masses that will create and sustain



international integration in the 21st century. The increasing borders between countries due to these movements and transitions in the fields of education and profession, which are seen on a global and regional scale, make international institutionalization mandatory. As a result, education systems will be affected, and the mutual recognition of diplomas to be received, "accreditation" (co-creditation-diploma equivalence) and professional institutionalizations that regulate the use of the subject and professional authority right are gaining an international dimension. The approval, acceptance or definition of the qualifications of educational institutions at an international level within the framework of a standard; in other words, in countries where the "accreditation" system is in force, the "right to use a diploma" and the "authority to practice the profession" will be granted. Our Turkish engineering students should benefit from this.

Literatur

AKTAN, C.C.; Gencil, U., (2007), Yüksek Öğretimde Akreditasyon, <http://www.canaktan.org/egitim/akreditasyon/aktan-akredit.pdf>, Erişim tarihi: 30 Mayıs 2018.

AKREDİTASYONLİSTESİ, <http://www.mudek.org.tr/tr/akredit/akredite2018.shtm>, erişim tarihi: 03.Ocak 2019.

ALPASLAN, N..(2011) Mühendislik Tarihi ve Felsefesi Üzerine Bir Araştırma. Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi 11 (Aralık): 1-10.

KIZIROĞLU, İ. (2023). Üniversite Hayatına Giriş. 2. Baskı. Ankara OSTİM teknik Üniversitesi Yayınları, 2023, 296 ss.

ÖZCEP S. vd.(2033). Mühendislik Felsefesi ve Tarihsel Gelişimi. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmalar I. Kongresi 17-0 Şubat 2003.

ÖZÇİÇEK, Y. & A. KARACA(2019) Yükseköğretim Kurumlarında Kalite Ve Akreditasyon: Mühendislik Eğitim Programlarının Değerlendirilmesi. Fırat Üniversitesi İİBF Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi 3,Sayı:1, 115-149

TÜRKİYE BÜYÜK MİLLET MECLİSİ, "Türk Akreditasyon Kurumu Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun", <https://www.tbmm.gov.tr>, Erişim tarihi: 15 Nisan 2018

TÜİK (2023) Yükseköğretim İstihdam Göstergeleri, 2022. Türkiye'de Mühendislik Eğitim-Öğretiminin Niteliğinin Geliştirilmesine Yönelik Öneriler. Analiz. Şubat 2016, Sayı 1ç

YÜKSEKÖĞRETİM KALİTE KURULU, "Yükseköğretim Kalite Kurulu Hakkında", <http://www.yok.gov.tr/web/kalitekurulu/8>, Erişim tarihi:14 Mayıs 2017



CURRICULUM VITAE

Prof. Dr.-Ing. İlhami Kızıroğlu,

OSTİM University of Technology, Department of Industrial Engineering, OSTİM/ANKARA Turkish Nature Conservation Association Vice President and Member of the Scientific Advisory Board

Dr Kızıroğlu, studied at Istanbul University. He then did his PhD on ecology and conservation/ecosystem management at Ludwigs-Maximilians University in Munich. He is the founder of the Department of Science at Hacettepe University Faculty of Education, and this chair as department founder has headed. And as Dean he has headed the Faculty of Education of Hacettepe University, and likewise as Deputy Dean Ingwiss. Faculty of Işık University in Istanbul. Currently, he is working at the Faculty of Engineering in Industrial Engineering Department of OSTİM Technical University.

He was a recipient of the Alexander von Humboldt Science Fellowship and worked as a researcher in the fields of eco- and environmental protection, environmental management at the technical universities of Munich, Braunschweig and Berlin as well as at the Heidelberg Uni...

Prof. Dr. Kızıroğlu was deemed worthy of the "Outstanding Achievement in Science Award" given by the Senate of Hacettepe University to two scientists. Akdeniz University "Service to Environmental Science Award" and Ministry of Forestry and Water Affairs "Science Award" for their work on wetland conservation; The "Sultansazlığı Management Planning Project" he conducted with his colleagues was awarded the "Henry Ford Environment Award".

He has prepared ecological assessment reports for wind turbines, hydropower plants and solar power plants and has been responsible for conducting and coordinating these studies.

He has 390 scientific studies on ecology, conservation, ornithology, renewable energy systems and ecosystem management, and environmental education, half of them in foreign languages. He has 25 books. His three most recent books are "Ecological Potpourri 2"; "Birds" and "Introduction to University Life".



DETECTION OF PARKINSON'S DISEASE WITH COSINE ANNEALING AND VGG16-BASED DEEP LEARNING MODEL USING HANDWRITING DATA

Yelda FIRAT
0000-0002-6741-2507 Mudanya University
Murat Kaan YILMAZ
0009-0008-4552-5253 Mudanya University
Yılmaz KILIÇASLAN
0000-0002-5020-6547 Mudanya University

ABSTRACT

Parkinson's disease is a chronic brain disorder that affects millions of people worldwide. It occurs when cells in the brain that produce dopamine, a chemical that controls movement, die or are damaged. This condition triggers Parkinson's disease by causing problems with movement, balance, and posture. Diagnosing Parkinson's disease with traditional methods is time-consuming, tiring, and prone to manual errors. For this reason, various artificial intelligence (AI) technologies have been developed to detect symptoms of Parkinson's and similar diseases. This article proposes a handwriting prediction model for the diagnosis of Parkinson's disease. The proposed model combines Deep Transfer Learning with a cosine annealing scheduler and uses the L2 regularization method to prevent overfitting. The model is based on a VGG16-based Convolutional Neural Network (CNN) architecture. This model, trained using the PaHaW dataset containing handwriting samples of Parkinson's patients and healthy individuals, achieved the highest average accuracy of 73.33%.

Keyword: Parkinson's, handwriting, VGG16, cosine annealing, Transfer Learning

1. Introduction

Parkinson's disease occurs when damage to brain nerve cells reduces dopamine levels. It shows uncontrolled symptoms such as hand tremors, muscle stiffness, loss of balance, shrinkage in handwriting, sleep disorders and body leaning forward. It is a slowly progressing neurological disease. This disease, which is mostly seen in people over the age of 60, is among the degenerative, or progressive, disease groups of the brain.

The traditional diagnosis of the disease is usually based on the evaluation of clinical symptoms. The Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS); is one of the most widely used clinical rating scales that evaluates various motor symptoms of the patient such as facial expression, writing, walking, speaking and drawing. However, this method can lead to incorrect classification. Because non-motor symptoms in the early stages of Parkinson's are mild and motor evaluation is difficult with only observation.

With the development of technology, AI has offered new opportunities in the diagnosis and management of neurological diseases such as Parkinson's.

The second section of the article includes a literature review. The methodology of the study is explained in the third section. The results of the data set used with the proposed methodology are presented in the fourth section. In the fifth section, the general results, deficiencies and future research topics of the study are discussed. In this context, a VGG16-based CNN model for the diagnosis of Parkinson's disease was proposed using the PaHaW dataset consisting of hand-drawn spiral and wave patterns. VGG16 was preferred among pre-trained models because it is faster, requires less computational power and performs better on small data sets. In the proposed model, the performance of the model was tried



to be increased and overfitting was prevented by using the cosine annealing scheduler, L2 regularization method and data augmentation techniques.

2. Literature

There have been many studies on the use of AI in medicine and healthcare [1–4]. Recently, more and more academic researchers have been trying different machine learning and deep learning algorithms in classification tasks to detect various neurological diseases such as Parkinson's [5–8, 16]. Many studies are being conducted to detect diseases more accurately and quickly, especially by using AI models that analyze magnetic resonance imaging (MRI) and positron emission tomography (PET) results. In addition, there are studies on the analysis of handwritten images in the diagnosis of Parkinson's disease. Haller et al. [9] developed a system that helps detect Parkinson's disease using MRI and DTI (Diffusion Tensor Image) data. The study aimed to make Parkinson's diagnosis more precise and at an individual level by analyzing fine structural changes in the brain. The dataset used in the study consists of 40 suspected Parkinson's patients. The researchers evaluated the DTI data with Support Vector Machine (SVM) analysis and achieved 97% accuracy at the individual level. Although a powerful SVM model was used in the study, its generalization ability was limited due to the small data set. In addition, the model carries the risk of overfitting. It has not been widely tested in a clinical setting. In the last three years, studies using deep transfer learning in DaTScan analysis have also been conducted. DaTScan is injected into the patient and then scanned with special imaging equipment to detect the disease [10]. This technique is also used as an effective method in the diagnosis of Parkinson's disease [11].

Zham et al. [12] proposed an index that combines speed and pen-pressure (CISP) to distinguish different stages of Parkinson's disease. The aim of the study was to develop a computer-aided spiral drawing method to assess the disease severity of Parkinson's patients. A total of 55 people, 28 healthy control group members and 27 Parkinson's patients, participated in the study. The disease severity of Parkinson's patients was assessed with the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) and the Hoehn and Yahr (H&Y) Scale. As a result of the classification made with simple statistical methods, CISP showed a successful performance with 79.1% accuracy in both distinguishing Parkinson's patients from healthy individuals and determining the severity levels of the disease. In addition, in this study, the data was analyzed in real time during the drawing; instant results could be obtained. However, CISP was not successful enough in measuring the severity levels and did not monitor the advanced stages of the disease. Therefore, it is not known how effective the method will be in long-term monitoring. Pereira et al. [13] developed a model for early diagnosis of the disease by analyzing the writings of Parkinson's patients using computer vision techniques. The HandPD dataset, which included a total of 55 participants consisting of 37 Parkinson's patients and 18 healthy individuals, was used in the study. A handwriting test was conducted in which the participants were asked to draw Archimedean spirals and waves. The dataset was based on spiral drawings and contained a total of 373 samples. Classical image processing techniques such as blur filters and mathematical morphology were used to process the images and digitize the handwritten traces (Handwritten Trace - HT). Zhang-Suen Thinning Algorithm was applied to extract the skeleton of spiral and handwritten traces. Three different classifiers were used for the diagnosis of the disease, and the Naïve Bayes classifier showed the best performance with an accuracy rate of 78.9%. This handwritten diagnosis method provided lower cost and faster results compared to expensive methods such as MRI. However, the imbalanced and insufficient dataset used limited the generalization ability of the model. In addition, it was predicted that the model could be improved by using more advanced features and data augmentation techniques instead of basic visual and kinematic features.

Basnin et al. [14] presented a model that analyzes micrographic static handwritten drawings for the early diagnosis of Parkinson's disease. Micrographic disorders seen in Parkinson's patients, especially changes in handwriting such as shrinkage and tremors, formed the basis of this diagnostic method. In the study, two different global data sets were combined to create a data set consisting of 136 Parkinson's patients and 36 healthy individuals. This data set, which contains a total of 808 handwritten images, was used to evaluate the severity of the disease. VGG-16 architecture was used with the Transfer Learning method for the diagnosis of Parkinson's disease. VGG-16 is a pre-trained model and its last layers were re-trained with Parkinson's data. In addition, the generalization ability of the model was improved by using data augmentation techniques. This model provided 90.63% training accuracy and 91.36% test

accuracy. The small difference between training and test accuracy indicates that the model provides a good fit. However, data set imbalance and the risk of over-fitting were stated as shortcomings of the model. Das et al. [15] also investigated an improved method to detect Parkinson's disease through images drawn by patients manually. In order to achieve higher accuracy, they combined histograms of oriented gradient features (HOG) and discrete wavelet transform coefficients (DWT). These techniques showed significant success in determining critical coefficients and extracting relevant information. They achieved higher accuracy in disease detection using machine learning methods and emphasized the effectiveness of Random Forest and Support Vector Machine (SVM) classifiers, especially in spiral pattern images. However, the two different datasets used in the study were relatively small. It was observed that the generalization ability of the model could be increased by using larger and more diverse datasets. It was also noticed that DWT and HOG used in image-based analysis may not be able to capture some fine details. Therefore, it was suggested that more complex deep learning methods could be more effective in this regard. Shaban [17] proposed the use of a fine-tuned VGG19 model for diagnosis based on spiral and wave handwriting patterns. The dataset used in the study consisted of 102 wave and 102 spiral images. Image rotation, one of the data augmentation techniques, prevented the model from over-learning. 10-fold cross-validation was applied to the CNN model used in the study, and 88% and 89% accuracy was obtained for wave and spiral images, respectively. The article stated that the shortcomings of the model could be limited generalization ability due to the small size of the dataset. Therefore, it was stated that the model should be tested with larger datasets. It was also stated that handwriting analysis alone may not be sufficient for early-stage diagnosis of Parkinson's disease. Huang et al. [18] used Deep Transfer Learning for early diagnosis of Parkinson's disease. They applied six deep learning models, namely VGG16, VGG19, ResNet18, ResNet50, ResNet101 and ViT, on hand-drawn datasets to classify the disease. The dataset consists of hand-drawn spiral and wave images. The size of the images was expanded with AugMix and PixMix data augmentation techniques to increase the performance, accuracy and generalization ability of the models. In addition, a cosine annealing scheduler was used to improve the learning process of the models, especially in image classification tasks. According to the results of the study, the VGG19 model achieved the highest average accuracy of 96.67%. However, the shortcomings of the model include the small dataset and the difficulty of diagnosing early-stage Parkinson's disease. In the early stage, Parkinson's patients may sometimes not show obvious symptoms such as tremors, which can make diagnosis difficult. In the literature review, it is seen that handwritten images stand out as an alternative and effective method for diagnosing Parkinson's disease. However, research in this area is relatively few.

3. Methodology

Figure 1 provides an overview of the methodology of our study.

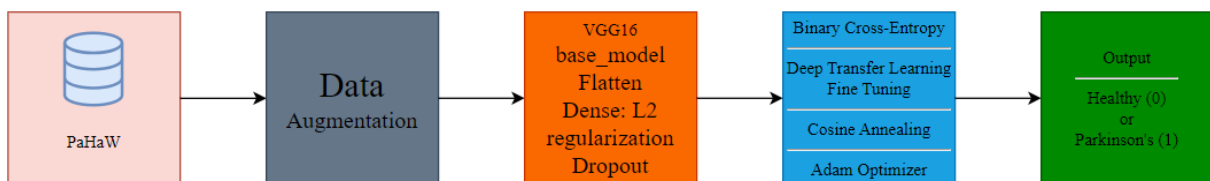


Figure 1. Proposed model architecture.

As seen in Figure 1, the model used Transfer Learning and data augmentation techniques to diagnose Parkinson's using handwritten data. The final output of the model with VGG16-based CNN structure is a binary classification where 0 indicates healthy and 1 indicates Parkinson's disease. The development stages of the model are listed below.

3.1. Data Preprocessing

In this study, the PaHaW dataset obtained from Kaggle, which includes handwriting samples of Parkinson's patients and healthy individuals, was used. The dataset is relatively small. It consists of 102

wave and 60 spiral pattern images. Each pattern group includes training and test images of healthy individuals and Parkinson's patients. The detailed content of the PaHaW dataset is shown in Table 1, and a sample section is shown in Figure 2.

Table 1. PaHaW dataset

Testing	Spiral		Wave	
	Healthy	Parkinson's	Healthy	Parkinson's
	15 images	15 images	15 images	15 images
Training	Healthy	Parkinson's	Healthy	Parkinson's
	15 images	15 images	36 images	36 images

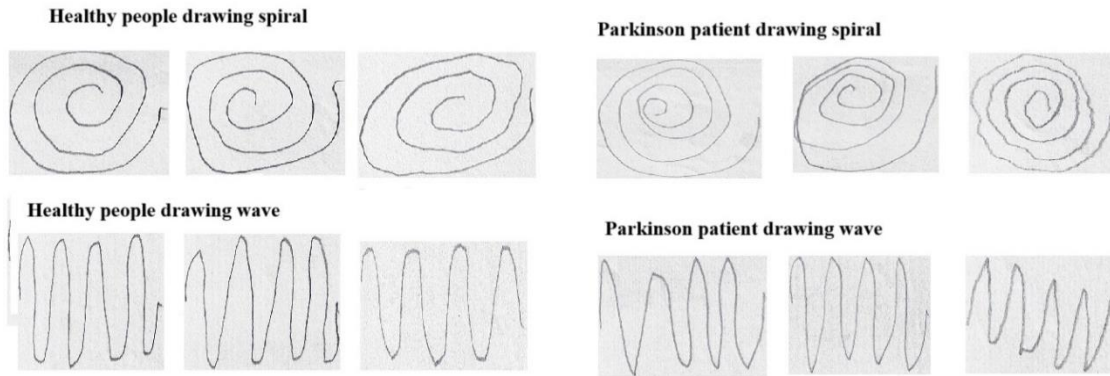


Figure 2. A sample section from PaHaW dataset.

The images of the PaHaW dataset, the cross-section of which is given in Figure 2, were subjected to data preprocessing processes consisting of several steps before being fed to the model. One of these processes is the resizing of the data. Since images of different sizes cannot be processed in the same model, all images must be given to the input layer of the model in a fixed size. Accordingly, all images were resized to 128x128 pixels. In addition, since a relatively small dataset was used in the developed model, the data augmentation method was applied. With this process, new images were created by changing the images in the training dataset with various methods such as rotation, zooming and panning. Thus, the model tried to learn this diversity by seeing more diversity. With this method, the generalization ability of the model was increased and it was prevented from memorizing only the examples in the training set. By ensuring that the data is randomly transformed in each epoch, it was aimed for the model to see different data examples each time. In this way, it was aimed for the model to perform real learning instead of memorizing the general structure of the data. Figure 3 shows the training examples augmented with ImageDataGenerator.

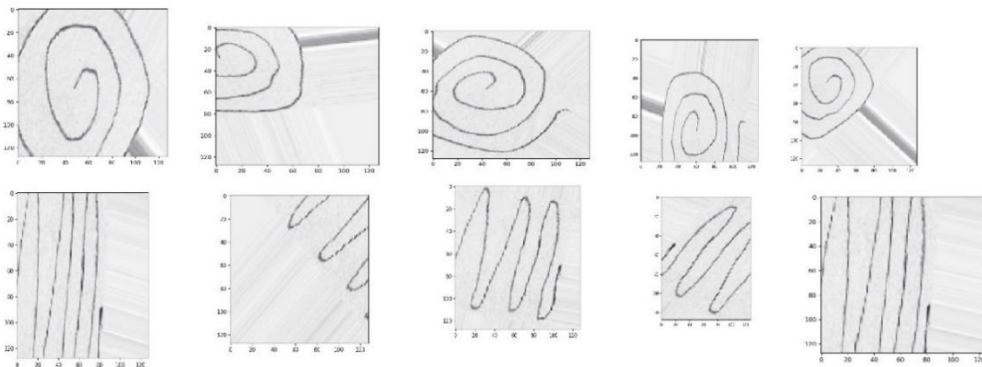


Figure 3. Spiral and wave training examples with ImageDataGenerator augmentation.



This model performed binary classification. Each image was classified as either Parkinson's disease or healthy. Since it was a binary classification, the class labels were determined as 0 (healthy) and 1 (Parkinson's disease). The model labeled each image as 0 (healthy) or 1 (Parkinson's disease). Training the model on image data in mini-batches optimized memory usage while also speeding up the training. In our study, 32 images were given to the model at each step and the model was updated with each batch, making the training process more efficient and stable. In addition, the output of the convolution layers is usually multi-dimensional (2D or 3D) tensors; these data should be converted to a one-dimensional vector before passing to the fully connected (Dense) layers. This process is called flattening, and in our study, the multi-dimensional (3D) data coming from the convolution layers was converted to a one-dimensional vector and given to the fully connected layers.

3.2. Utilization of VGG16 Transfer Learning Model

VGG16 is a deep CNN model. Since it is trained on large data sets, it can extract general features very well. It is especially successful in recognizing important patterns in image data thanks to its convolution and pooling layers. CNN, like VGG16, is used in image classification, object detection and similar image-based tasks. The convolutional structure of the CNN architecture provides successful results by capturing local features in images. In our model, Transfer Learning was applied using the convolutional structure of VGG16, and a customized CNN was created with fully connected layers added on top. Thanks to the convolutional layers of VGG16, image data was processed and a specialized classification was made in the last layers. In our study; The VGG16 model was loaded with pre-trained weights (PaHaW), and the first layers were frozen to preserve the pre-trained information of the model. Only the last 4 layers were released and re-trained. Over-learning was tried to be prevented with L2 regularization and dropout techniques. In this sense, L2 regularization is a technique used to prevent overfitting in machine learning models. This technique penalizes the weights of the model, making the model more balanced and more generalizable. It prevents the formation of excessively large weights by limiting the complexity of the model. In addition, L2 regularization adds an additional term to the loss function. This term is based on the sum of the squares of the weights of the model. It is applied to a loss function as follows:

$$L2 \text{ loss} = \text{original loss} + \lambda * \Sigma w^2 \quad (1)$$

In equation (1); L2 loss represents the default loss function of the model, Σw^2 represents the sum of the squares of all weights of the model, and λ (lambda) represents the L2 regularization parameter. The λ parameter determines the strength of the regularization. A large λ increases the regularization while restricting the weights more. In this sense, L2 regularization tries to reduce the weights of the model towards zero. Since it is based on the sum of the squares of the weights, large weights are penalized and these weights are reduced. In this way, a simpler and more balanced structure of the model is formed. Thus, the generalization ability of the model is increased by preventing overlearning of the model. The dropout technique is an effective regularization method used to prevent overfitting in machine learning and deep learning models. This technique randomly selects and disables certain neurons in the neural network at each training step (each mini-batch). In other words, some of the neurons are temporarily not included in the training during training. This way, the model learns with different groups of neurons at each training step and prevents it from becoming overly dependent on certain neurons or features. In our proposed model, Dropout is applied after each fully connected (Dense) layer. 70% of the neurons in the layers are randomly disabled at each training step. This ratio provides a strong regularization to prevent the model from over-learning, while allowing the model to learn with only 30% of the neurons at a time.

3.3. Cosine Annealing Schedule

Cosine annealing schedulers, which are effective learning rate schedulers, play an important role in improving the performance of machine learning models, especially in image classification. In this context, Loshchilov and Hutter [19] argued that the cosine function regulates the learning rate, helps a



model to converge optimally, and prevents overfitting. In our proposed work, the cosine annealing scheduler starts with a high learning rate that gradually decreases according to a cosine curve until a predetermined minimum is reached. Then, the learning rate is increased again to a higher value. This cycle is repeated iteratively to allow the model to explore various local minima within the error landscape. The learning rate for cosine annealing in the i th run in each cycle is given in equation (2) below. Here η_{min} and η_{max} define the learning rate ranges. T_{cur} indicates the number of epochs performed [18].

$$n = n_{min}^i + \frac{1}{2} (n_{max}^i - n_{min}^i) * (1 + \cos(\frac{T_{cur}}{T_i} * \pi)) \quad (2)$$

This approach has been shown to be effective when used with data augmentation techniques. In other words, by dynamically adjusting the learning rate with Cosine Annealing, better generalization and a more stable optimization process are achieved during training.

3.4. Model Optimization and Training

In this section, the Adam optimizer was created using the updated learning rate with Cosine Annealing. Thus, the model was compiled with the Adam optimizer.

In this section, the model was trained on the spiral and wave dataset. The model was trained by including the data generator that feeds the training data, the number of steps to be taken in each epoch, the test dataset used to validate the model, the number of validation steps, the early stopping and the learning rate adjuster.

Some metrics were used to evaluate the performance of our model. These metrics helped us understand how well the model performed in the training and validation processes.

The most basic metric used in our model is the accuracy metric. This metric is the most widely used performance measure in binary classification problems. It helps to understand the overall success of the model. In this context, accuracy shows the ratio of the correct predictions made by the model to the total predictions. Training accuracy expresses the success of the model on the training dataset, while validation accuracy shows the performance of the model on the validation dataset. This allows us to understand how well the model generalizes to data other than the training data.

During the training process, training accuracy and validation accuracy were continuously calculated and reported. Thus, the performance of the model on both the training and validation sets was closely monitored.

Another important metric used to evaluate the success of the model is the loss function. Since Parkinson's disease and healthy status are considered as two classes in our code, the `binary_crossentropy` loss function is used. The loss function is a metric that measures the accuracy of the model's predictions. It is an indicator of the errors the model makes in each prediction. The formula for this loss function is given in equation (3).

$$Binary\ Crossentropy = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i \log(p_i) + (1 - y_i) \log(1 - p_i)) \quad (3)$$

As can be seen in formula (3);

y_i : True class (Parkinson's disease or healthy)

p_i : The probability estimate of the model belonging to that class (output obtained from sigmoid activation)

N : Indicates the total number of samples. Thus, the closeness of the model's predictions to the real values is measured. A low loss function indicates that the model's predictions are close to the real values.

In addition, Learning Rate Scheduler and Early Stopping callbacks were used to optimize the loss function and prevent over-learning. Early Stopping; When the model's validation loss did not improve at the end of 20 epochs, it ensured that the training process was stopped early. Thus, over-learning of the model was prevented. Learning Rate Scheduler dynamically adjusted the learning rate with the cosine annealing method. Thus, the learning process of the model was optimized and the loss function was reduced more effectively.



The evaluation metrics of our proposed model are shown in Table 2, the performance change observed during the training process as a result of several important epochs is shown in Table 3, and the model performance with graphics is shown in Figure 4.

Table 2. Performance criteria of the developed model

Validation Accuracy	Training Accuracy	Validation Loss
73.33%	87.50%	18.74

Table 3. Performance change observed during the training process

Epoch Number	Validation Accuracy	Validation Loss
Epoch 1	50.00%	18.7319
Epoch 10	56.67%	16.9498
Epoch 20	73.33%	15.4959
Epoch 50	73.33%	18.7438

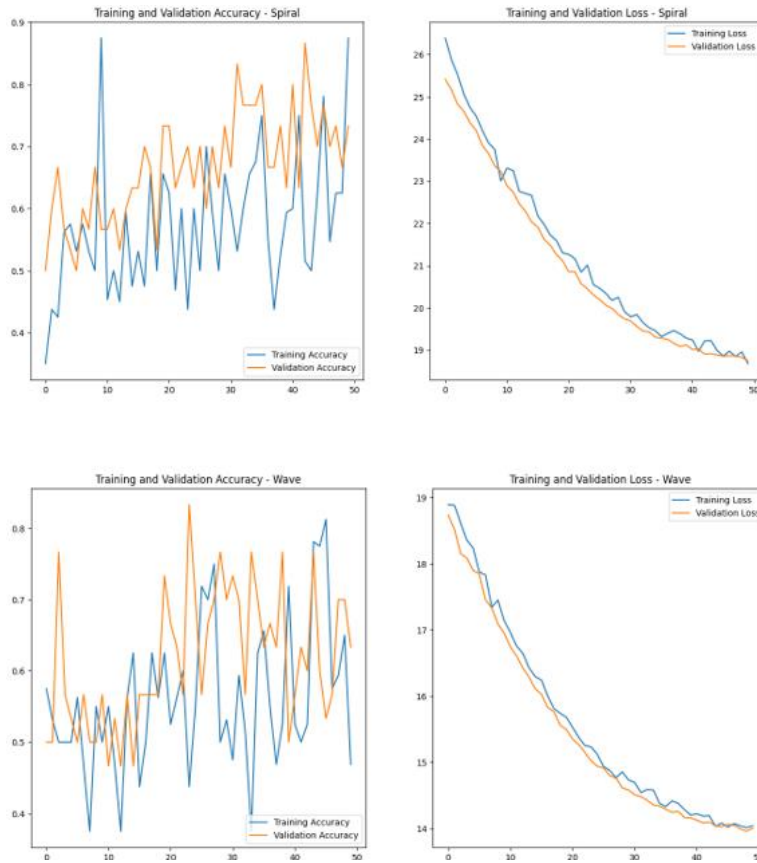


Figure 4. Accuracy and loss curve of VGG16 on spiral and wave dataset.

3.5. Model Performance

In our study, there were difficulties in accessing sufficient, high-quality and accurate patient data due to confidentiality and ethical rules. Therefore, handwriting samples of 17 Parkinson's patients obtained from the internet and 8 healthy individuals obtained from our environment were used for estimation purposes. As a result of the estimation process applied to our model, the accuracy was determined as



52.94%. The confusion matrix and classification report for estimation are shown in Figure 5 and Figure 6.

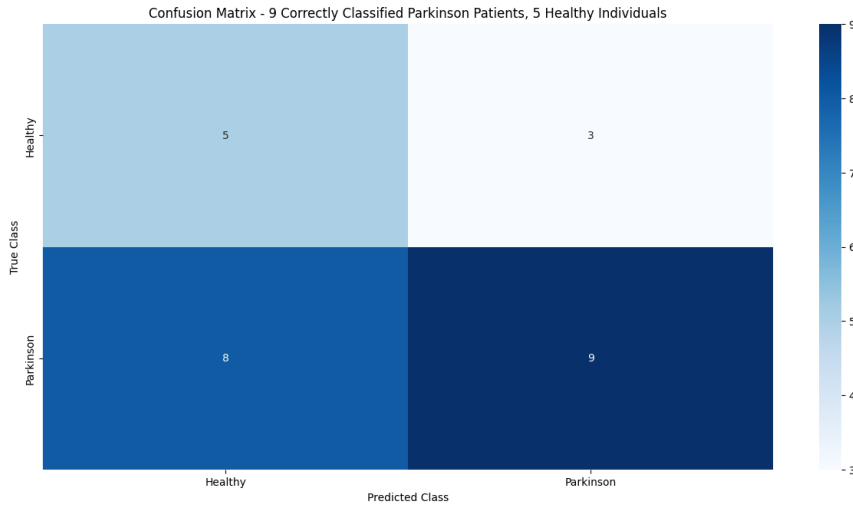


Figure 5. Confusion Matrix for Prediction.

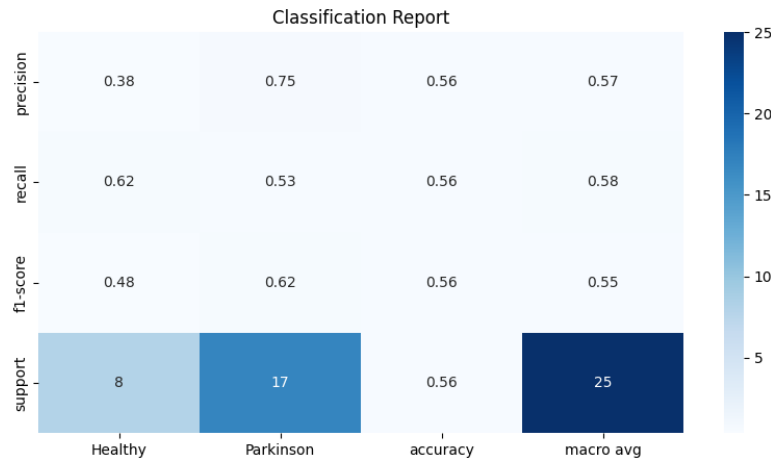


Figure 6. Classification Report for Prediction.

According to the evaluation techniques in Table 2 and Table 3 and the performance change observed during the training process, the validation accuracy of the model is around 73.33%. This rate shows that the model is quite successful in the classification task on the validation dataset. However, the validation loss of the model is slightly high in the last epochs. This situation shows that the model may need more fine-tuning or different regularization methods. If it is desired to increase the validation accuracy even more, it is clear that improvements can be made to the model (e.g., applying less dropout or changing the learning rate). Based on these results, the performance of the model on the validation set is quite reasonable, but some more work needs to be done on the validation loss. The accuracy rate of the model trained with data from Parkinson's and healthy individuals for handwritten images that it has never seen is 52.94%. This rate is shown in Figure 5. Since some of the prediction examples given to the model were selected from the PaHaW dataset due to difficulties in data supply, it shows that the obtained results can be considered partially correct. Accordingly, 5 healthy individuals were classified correctly, while the remaining 3 healthy individuals were classified incorrectly. In addition, 9 Parkinson's patients were classified correctly, while the remaining 8 Parkinson's patients were classified incorrectly.



4. Conclusion

In this study, a model was developed for the diagnosis of Parkinson's disease by handwriting analysis. The results show that the model exhibited a reasonable performance with an accuracy rate of 73.33%. The aim was to diagnose Parkinson's disease by classifying handwriting samples. However, due to data supply limitations, the size of the dataset used remained small, which limited the generalization ability of the results.

The model was supported by Transfer Learning and data augmentation techniques using a VGG16-based CNN. Techniques such as L2 regularization and dropout were applied to prevent over-learning. The accuracy rate of 73.33% obtained at the end of the training process shows that the model exhibits satisfactory performance in general diagnosis. However, the high validation loss value indicates that the model needs to be improved and additional regularization methods can be used.

In conclusion, these findings show that the model can be used in the diagnosis of Parkinson's disease. However, the performance of the model can be increased and its generalization capacity can be improved with more and higher quality data. Future studies should focus on larger datasets in order to test the applicability of the model in wider clinical settings and to improve its performance.

REFERENCES

- [1] DİVARCI, H. Özgüç, "Hastane Temiz Odalarının Tasarım Esasları" İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2018
- [2] TUNCAY Erkan, "Ameliyathanelere Verilecek En Az Hava Debisi ve Laminer Tavan Uygulaması" Alarko Carrier Teknik Bülten, Sayı 36, Ocak 2012
- [3] AYDIN Tuğçe, ENGİNOĞLU Serdar, "Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Parameterized Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Soft Sets and Their Application in Decision-Making" Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, Cilt 12, Sayı 1, ss. 1541-1558, 2021.
- [4] HUSEYN, Elcin, "Deep Learning Based Early Diagnostics of Disease" arXiv, 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2008.01792>
- [5] SHABAN, Mohamed, "Deep Learning for Parkinson's Disease Diagnosis: A Short Survey" Computers, 2023, 12, no. 3: 58. <https://doi.org/10.3390/computers12030058>
- [6] TANVEER Mohammad, RICHHARIYA Bharat, KHAN R.U., RASHID A.H., KHANNA Pritee, PRASAD Mukesh, LIN Chinteng, "Machine Learning Techniques for the Diagnosis of Alzheimer's Disease" ACM Trans. Multimed. Comput. Commun. Appl., 2020, 16, 1–35. <https://doi.org/10.1145/3344998>
- [7] ZHOU Zeyang, KANWAL Ayush, CHATURVEDI Kunal, RAZA Rehan, PRAKASH Shiv, JAN Tony, PRASAD Mukesh, "Deep Learning-Based Classification of Neurodegenerative Diseases Using Gait Dataset: A Comparative Study" In Proceedings of the 2023 International Conference on Robotics, Control and Vision Engineering, Tokyo, Japan, 21–23 July 2023; ACM: New York, NY, USA, 2023; pp. 59–64.
- [8] CHATTERJEE Kalyan, Kumar R. Praveen, BANDYOPADHYAY Anjan, SWAIN Sujata, MALLIK Saurav, LI Aimin, RAY Kanad, "PDD-ET: Parkinson's Disease Detection Using ML Ensemble Techniques and Customized Big Dataset" Information 2023, 14, 502. <https://doi.org/10.3390/info14090502>
- [9] ZAFEIROPOULOS Nikolaos, BITILIS Pavlos, TSEKOURAS George E, KOTIS Konstantinos, "Evaluating Ontology-Based PD Monitoring and Alerting in Personal Health Knowledge Graphs and Graph Neural Networks" Information, 2024, 15, 100. <https://doi.org/10.3390/info15020100>
- [10] DAI Yin, SONG Yumeng, LIU Weibin, BAI Wenhe, GAO Yifan, DONG Xinyang, LV Wenbo, "Multi-Focus Image Fusion Based on Convolution Neural Network for Parkinson's Disease Image Classification" Diagnostics 2021, 11, 2379. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11122379>



- [11] HAQ A. UI, LI J. Ping, AGBLEY Bless Lord Y, MAWULI C. Bernard, ALI Zafar, NAZIR Shah, DIN S. Ud, "A Survey of Deep Learning Techniques Based Parkinson's Disease Recognition Methods Employing Clinical Data" *Expert Syst. Appl.* 2022, 208, 118045. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118045>
- [12] HALLER Sven., SIMON Badoud, NGUYEN Duy, GARIBOTTO Valentina, "Individual Detection of Patients with Parkinson Disease Using Support Vector Machine Analysis of Diffusion Tensor Imaging Data: Initial Results" *Am. J. Neuroradiol.* 2012, 33, 2123–2128. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3126>
- [13] TASSEW T. Megabiaw, XUAN Nie, CHAI Bosong, "PDDS: A Software for the Early Diagnosis of Parkinson's Disease from MRI and DaT Scan Images Using Detection and Segmentation Algorithms" *Biomed. Signal Process. Control*, 2023, 86, 105140. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.105140>
- [14] ISAACSON Jonathan R., BRILLMAN Salima, CHHABRIA Nisha, ISAACSON Stuart H., "Impact of DaTscan Imaging on Clinical Decision Making in Clinically Uncertain Parkinson's Disease" *J. Park. Dis.* 2021, 11, 885–889. <https://doi.org/10.3233/JPD-202506>
- [15] ZHAM Poonam, KUMAR Dinesh K., DABNICHKI Peter, ARJUNAN S. Poosapadi, RAGHAV Sanjay, "Distinguishing Different Stages of Parkinson's Disease Using Composite Index of Speed and Pen-Pressure of Sketching a Spiral" *Front. Neurol.* 2017, 8, 268142. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00435>
- [16] PEREIRA Clayton R., PEREIRA Danillo R., DA SILVA Francisco A., HOOK Christian, WEBBER Silke A. T., PEREIRA Luis A. M., PAPA Joao P., "A Step towards the Automated Diagnosis of Parkinson's Disease: Analyzing Handwriting Movements" In *Proceedings of the IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems 2015, Sao Carlos, Brazil, 22–25 June 2015.* <https://doi.org/10.1109/CBMS.2015.34>
- [17] BASNIN Nanziba, SUMI T. Akter, HOSSAIN M. Shahadat, ANDERSSON Karl, "Early Detection of Parkinson's Disease from Micrographic Static Hand Drawings" In *Proceedings of the 2021 International Conference on Brain Informatics, Virtual, 17–19 September 2021; Volume 12960, pp. 433–447.* https://doi.org/10.1007/978-3-030-86993-9_39
- [18] DAS H. Shekhar, DAS Akalpita, NEOG Anupal, MALLIK Saurav, BORA Kangkana, ZHAO Zhongming, "Early Detection of Parkinson's Disease Using Fusion of Discrete Wavelet Transformation and Histograms of Oriented Gradients" *Mathematics*, 2022, 10, 4218. <https://doi.org/10.3390/math10224218>
- [19] KAMRAN Iqra, NAZ Saeeda, RAZZAK Imran, IMRAN Muhammad, "Handwriting Dynamics Assessment Using Deep Neural Networks for Early Identification of Parkinson's Disease" *Future Gener. Comput. Syst.*, 2020, 117, 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.11.020>
- [20] SHABAN, Mohamed, "Deep Convolutional Neural Network for Parkinson's Disease Based Handwriting Screening" In *Proceedings of the IEEE 17th International Symposium on Biomedical Imaging Workshops (ISBI Workshops) 2020, Iowa City, IA, USA, 4 April 2020.* <https://doi.org/10.1109/ISBIWorkshops50223.2020.9153407>
- [21] HUANG Yingcong, CHATURVEDI Kunal, NAYAN Al-Akhir, HESAMIAN M. Hesam, BRAYTEE Ali, PRASAD Mukesh, "Early Parkinson's Disease Diagnosis through Hand-Drawn Spiral and Wave Analysis Using Deep Learning Techniques" *Information*, 2024, 15(4), 220. <https://doi.org/10.3390/info15040220>
- [22] LOSHCHILOV Ilya, HUTTER Frank, "SGDR: Stochastic Gradient Descent with Warm Restarts" *arXiv*, 2017, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1608.03983>.



CURRICULUM VITAE

Yelda FIRAT

She was born in Karaman in 1972. She graduated from Marmara University, Faculty of Technical Education, Department of Electronics and Computer Education (Eng.) in 1994. She completed her Master of Business Administration at Çanakkale Onsekiz Mart University, Institute of Social Sciences in 2000. She completed her PhD in Computer Engineering at Trakya University, Institute of Science in 2015. She worked as a lecturer at Çanakkale Onsekiz Mart University between 1994-2016 and as an assistant professor between 2016-2024. She currently works as an assistant professor at Mudanya University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Computer Engineering. She continues her studies in the fields of artificial intelligence, data mining and software.

Murat Kaan YILMAZ

He was born in Mersin in 2001. He graduated from Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering (English) in 2023. He is doing his master's degree in Computer Engineering Department of Bandırma Onyedi Eylül University, Institute of Science. He worked in the field of Natural Language Processing as a Computer Engineer in a company. He is currently working as a Research Assistant in the Department of Computer Engineering (English) of Mudanya University, Faculty of Engineering, Architecture and Design. He continues his studies in the fields of Artificial Intelligence and Cognitive Science.

Yılmaz KILIÇASLAN

Yılmaz Kılıçaslan is currently a professor at the Department of Computer Engineering, Mudanya University. He graduated as an engineer from the Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Middle East Technical University in 1992. He received his MSc degree in 1994 and PhD degree in 1999 from the Faculty of Science, University of Edinburgh. Between 2000 and 2016, he worked in the positions of Lecturer, Assistant Professor, Associate Professor and Professor at the Faculty of Engineering, Trakya University. Between 2016 and 2024, he worked as a professor at the Faculty of Engineering, Aydın Adnan Menderes University. He has published more than 70 national and international articles, papers, books and book chapters.



Possible Applications for Thermal Management in PV/Thermal Systems

M. Musab BAYAT

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering

Ertan BUYRUK

Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering

ABSTRACT

In order to fully address the low efficiency problem associated with current PV technology, many studies have been conducted and studies are ongoing by researchers and academicians around the world on the potential of photovoltaic-thermal or PV/T systems. The history of this hybrid PV/T system-based technology dates back 30 years and the word PV/T consists of the words [PV (photovoltaic) + T (thermal)]. It is aimed to efficiently use solar radiation, which is dissipated as waste heat in PV cells and causes a decrease in the efficiency of PV cells. In this study, air-based, liquid-based, phase change material (PCM)-based and heat pipe-based thermal methods available for thermal management in PV/T collectors are discussed.

Keywords: Photovoltaic-thermal (PV/T), phase change material (PCM), heat pipe

1. Introduction

The content of photovoltaic-thermal (PV/T) technology can be grouped into reducing the operating temperature of PV modules, improving the overall energy efficiency of the system, and minimizing the space requirement and system cost. A categorical description of different PV/T techniques with their possible applications is shown in Figure 1.

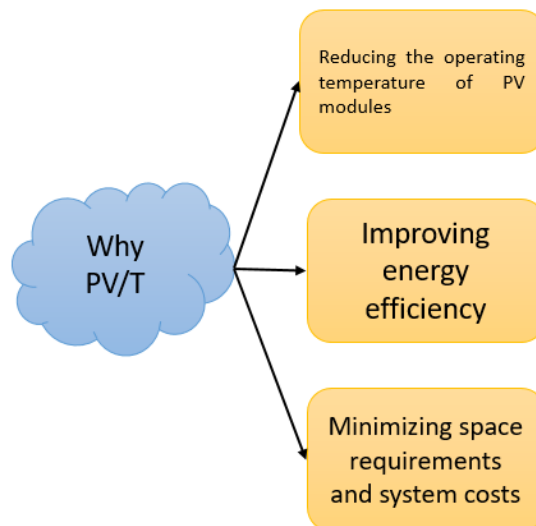


Figure 1. Purpose of use of PV/T techniques.

Photovoltaic thermal or PV/T systems are integrated systems that maintain the operating temperature of PV panels within the desired range and produce heat and electrical work. Studies have proven that an increase in cell temperature reduces the performance of PV modules, that PV modules convert only 5-20% of incoming solar radiation into useful work, and that a significant portion of the radiation is

converted into heat, damaging the PV cells [1-3]. The working principle of the PV/T system is to use the waste/excess heat that increases the operating temperature of the PV module with a suitable mechanism placed on the back of the PV module. In the absence of proper thermal management, the surface temperature of the PV module can reach up to 85 °C [4]. PV/T techniques used especially in buildings with air, liquid PCM and heat pipe are shown categorically in Figure 2. PV/T systems are created by combining a photovoltaic panel and a flat plate solar thermal collector in a single unit.

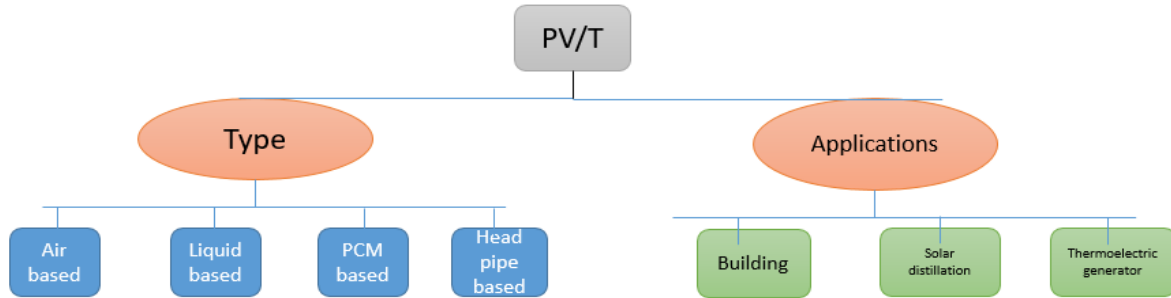


Figure 2. Categorical description of different PV/T techniques.

2. Different Applications of PV/T Systems for Thermal Energy Management Teknikleri

Current techniques for thermal energy management can be listed as follows:

- Air-based PV/T systems
- Liquid-based PV/T systems
- PCM-based PV/T systems
- Heat pipe-based PV/T systems

2.1. Air Based PV/T Systems

These systems use air for heat transfer. The mass flow rate of air plays an important role in reducing the cell temperature and increasing the overall energy efficiency of the system. However, the biggest disadvantage of these systems is the low thermal conductivity and the difficulty of processing large volumes of air. In the study conducted by Saygın et al., the PV panel was placed inside an air collector (a wooden frame with 2 cm thick, black painted inner surfaces) instead of a thermal absorber [5] (Figure 3). They aimed to use the excess heat for thermal applications by regulating the air flow at the top and bottom of the module in the best way. They conducted experiments by keeping the PV panel and the glass cover of the air collector at different distances (3, 5 and 7 cm). The highest electrical efficiency was obtained in the system with a distance of 5 cm, while the highest thermal efficiency was obtained in the system with a distance of 3 cm.

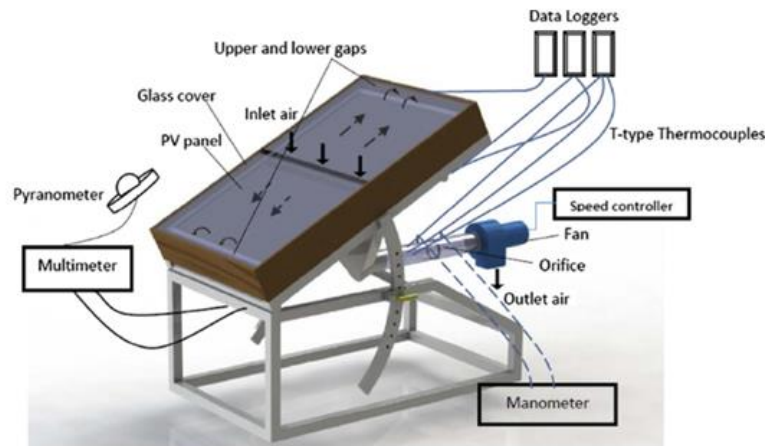


Figure 3. Experimental setup of air-based PV/T collector [5].

2.2. Liquid Based PV/T Systems

These systems offer the widest technical options for thermal regulation since they have different absorber and fluid types [6]. They are more advantageous due to their higher thermal conductivity and lower volume requirements compared to air-based systems. Khelifa et al. have created a hybrid PV/T system for water heating with a plate and tube type thermal absorber integrated at the back of the PV and have realized its mathematical model [7] (Figure 4). The proposed system consists of a PV module, upper glass cover, Tedlar layer, 130 cm long plate and tube type thermal absorber made of galvanized steel. Water is used as the heat transfer fluid and insulation is provided at the bottom and side parts of the system to minimize thermal losses. As a result, a significant decrease (15-20%) in the operating temperature of the PV is observed, while the outlet temperature of the water increases from 24 °C to 40 °C.

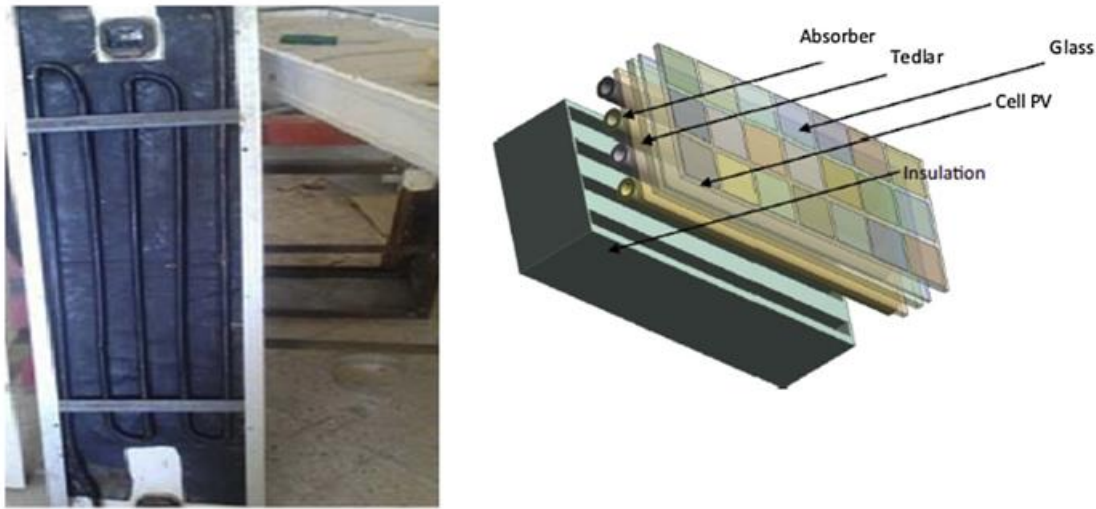


Figure 4. Hybrid PV/T system for water heating [7].

Nanofluids, which are liquid fluids, are more effective in reaching the desired heat transfer and thermal conductivity range with their varying shapes, sizes and types. Another method is to use more than one nanoparticle with a base fluid for better thermal regulation and consists of nanoparticles suspended in water [8]. Karami and Rahimi [9] investigated the nanofluid [water+Boehmite ($\text{AlOOH} \cdot x\text{H}_2\text{O}$)] based PV/T system for straight and spiral flow channels (Figure 5). The results show that the use of nanofluid significantly reduces the operating temperature of the PV module, and the highest module temperature drop for straight channel and spiral channel design is 18.33 °C and 24.22 °C, respectively. It was also found that the electrical efficiency is 20.57% and 37.67%, respectively.

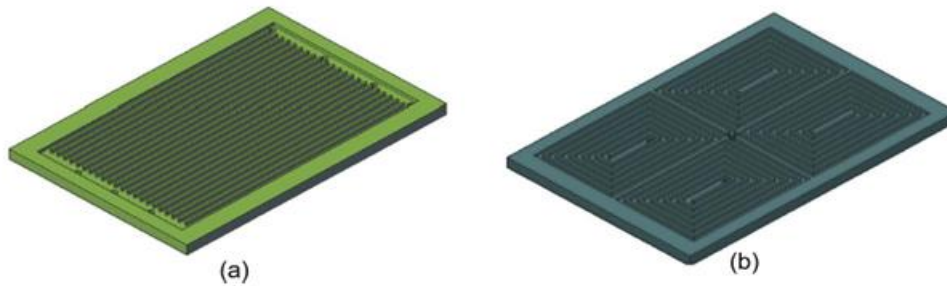


Figure 5. (a) Straight channel flow design (b) spiral channel flow design [8].

2.3. Phase Change Material (PCM) Based PV/T Systems

In recent years, the use of PCM in thermal energy management based applications has become quite widespread. The thermal energy transfer of PCM occurs during the charging or discharging (melting or

solidification) process, where the state or phase of the material changes from liquid to solid or from solid to liquid. Initially, a PCM is sensibly heated to its saturated state, i.e. melting/solidification, after which it absorbs its latent heat at constant temperature until the PCM is completely melted [9]. Stropnik and Stritih [10] investigated whether the electrical efficiency and power output of a photovoltaic panel can be increased by using phase change materials (PCMs). Figure 6 shows the experimental setup using reference PV and PV-PCM. It was revealed that the maximum temperature difference observed on the panel surface of the PV-PCM system during the day is 35.6 °C higher than the maximum temperature difference on the reference PV panel surface. It was also calculated that there would be an annual increase of 7.3% in the electrical output of the PV-PCM system.

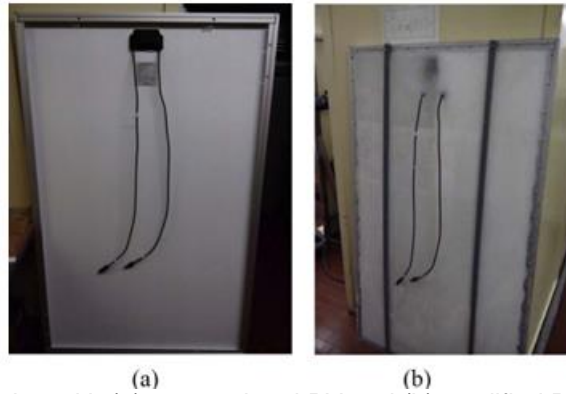


Figure 6. Installation with (a) conventional PV and (b) modified PV using PCM [10].

2.3. Heat Pipe Based PV/T Systems

One of the methods used to obtain thermal performance is heat pipe based PV/T systems. The PV module is connected to the evaporator section of the heat pipe with a waste heat conductive material, and thus the produced vapor is lifted to the condenser section of a heat pipe with less density, thus releasing its latent heat. The condensed liquid falls back to the evaporator section and the heat transfer cycle continues [11]. Hu et al. proposed two types of heat pipe based PV/T systems to evaluate the thermal performance at different inclinations: wickless and wire mesh [12]. The experimental setup of the study is shown in Figure 7. In this system, the waste heat is transferred to the evaporation section of the heat pipe and then transferred to the cooling water pipe through the condensation section. As a result, it was found that the wickless heat pipe system is more sensitive to the inclination angle than the wire mesh system. Thermal efficiencies were found to be 52.8% and 51.5% for wickless and wire mesh heat pipes at 40 °C inclination angle, respectively.

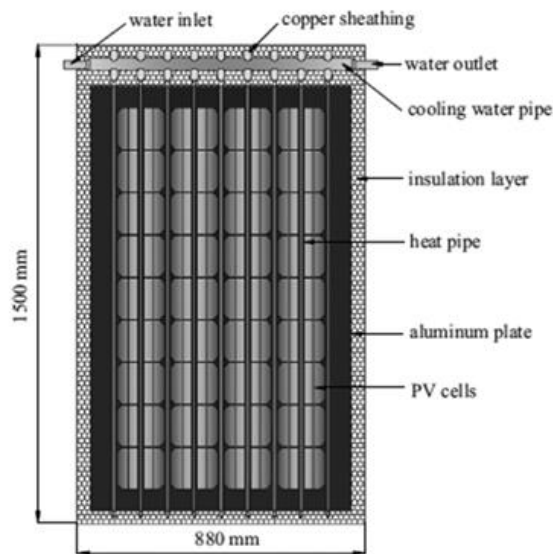


Figure 7. Schematic of heat pipe based water heating system [12].

4. Results and Evaluation

The present study presents an evaluation of methods in the field of thermal energy management in PV/T collectors. PV/T based systems are methods applied to generate heat and work in a single integrated unit, thus achieving energy savings and higher energy efficiency. The graphical representation of the techniques studied after 2010 is shown in Figure 8 [13]. It is understood that liquid based PV/T systems are more efficient than air based PV/T systems in terms of efficient thermal management. It is understood that FDM and heat pipe based PV/T systems need to be further developed for commercial use.

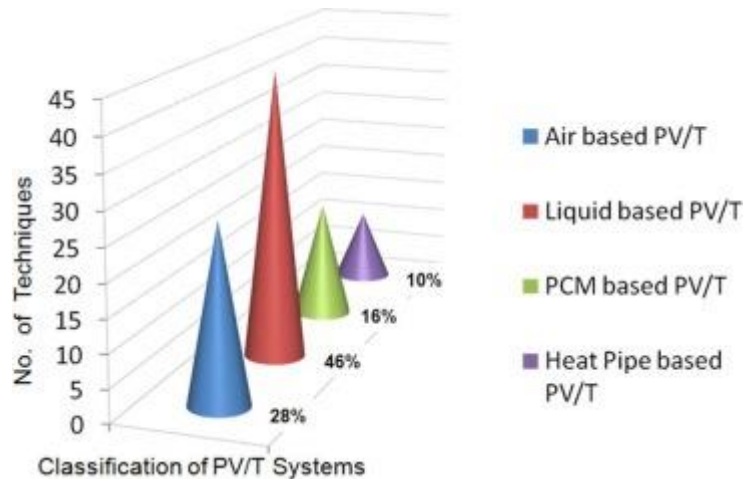


Figure 8. Graphical representation of the usage of the examined techniques after 2010 [13].

REFERENCES

- [1] Reddy SR, Ebadian MA, Lin CX. A review of PV–T systems: thermal management and efficiency with single phase cooling. *Int J Heat Mass Transf* 2015;91:861–71.
- [2] Makki A, Omer S, Sabir H. Advancements in hybrid photovoltaic systems for enhanced solar cells performance. *Renew Sustain Energy Rev* 2015;41:658–84.
- [3] Singh S, Agrawal S. Efficiency maximization and performance evaluation of hybrid dual channel semitransparent photovoltaic thermal module using fuzzyfied genetic algorithm. *Energy Convers Manage* 2016;122:449–61.
- [4] Bayat, M. M., Buyruk, E., & Can, A., (2023). Experimental investigation of pv panel performance by using pcm with different fin geometries. *Transactions of Famena*, vol.47, no.4, 97-108.
- [5] Saygin H, Nowzari R, Mirzaei N, Aldabbagh LBY. Performance evaluation of a modified PV/T solar collector: a case study in design and analysis of experiment. *Sol Energy* 2017;141:210–21.
- [6] Touafek K, Khelifa A, Adouane M. Theoretical and experimental study of sheet and tubes hybrid PVT collector. *Energy Convers Manage* 2014;80:71–7.
- [7] Khelifa A, Touafek K, Moussa HB, Tabet I. Modeling and detailed study of hybrid photovoltaic thermal (PV/T) solar collector. *Sol Energy* 2016;135:169–76.
- [8] Verma SK, Tiwari AK. Progress of nanofluid application in solar collectors: a review. *Energy Convers Manage* 2015;100:324–46.
- [9] Browne MC, Norton B, McCormack SJ. Heat retention of a photovoltaic/thermal collector with PCM. *Sol Energy* 2016;133:533–48.
- [10] Stropnik R, Stritih U. Increasing the efficiency of PV panel with the use of PCM. *Renew Energy* 2016;97:671–9
- [11] Wu SY, Zhang QL, Xiao L, Guo FH. A heat pipe photovoltaic/thermal (PV/T) hybrid system and its performance evaluation. *Energy Build* 2011;43:3558–67.



[12] Hu M, Zheng R, Pei G, Wang Y, Li J, Ji J. Experimental study of the effect of inclination angle on the thermal performance of heat pipe photovoltaic/thermal (PV/T) systems with wickless heat pipe and wire-meshed heat pipe. *Appl Therm Eng* 2016;106:651–60.

[13] Chauhan, A., Tyagi, V. V., & Anand, S. (2018). Futuristic approach for thermal management in solar PV/thermal systems with possible applications. *Energy conversion and management*, 163, 314-354.

CURRICULUM VITAE

M. Musab BAYAT

He was born in 1991 in Ordu/Aybastı and graduated from Gazinatep University, Faculty of Engineering in 2014 with the title of Electrical and Electronics Engineer. He completed his master's degree in 2017 and his doctorate in 2024 from Sivas Cumhuriyet University, Institute of Science. He works as an "Assistant Professor" in Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering. Bayat is married with one child and speaks English. His main research areas are: PV panel efficiency, heat transfer with phase change materials and artificial neural networks.

Ertan BUYRUK

He completed his primary, secondary and high school education in Sivas. He graduated from Sivas Cumhuriyet University, Department of Mechanical Engineering in 1991. He completed his PhD at Liverpool University, England between July 1992 and December 1996. He received the title of Assoc. Prof. in 1997, Associate Professor in 2004, and Professor in 2009. Prof. Buyruk has served as the Head of the Departments of Electrical and Electronics Engineering, Industrial Engineering, and Mechanical Engineering, as well as the Vice Dean of the Faculty of Engineering. Buyruk, who is married with one child, speaks English. He has also served as the Rector's Advisor on University-City and Industry Cooperation since 2012. Prof. Buyruk also served as the Vice Rector between 2015 and 2016. Main research areas: Heat Transfer, Thermodynamics, Fluid Mechanics, Thermal Insulation, Cold Storage, Heat Transfer in Plate-Fin Heat Exchangers and Nanofluids..



RENEWABLE ENERGY SOURCES AND ENGINEERING EDUCATION: SUSTAINABLE SOLUTIONS FOR THE FUTURE

Netice DUMAN

ORCID Nr . 0000-0002-9926-8511 Sivas Technical Sciences Vocational School, Sivas Cumhuriyet University, Sivas, TÜRKİYE

SUMMARY

Renewable energy sources (RES) are among the critical elements that reduce environmental impacts while improving the quality of life of individuals. Integration of RESs in engineering education is vital to train future experts. However, deficiencies in current education programmes make it difficult to achieve sustainable energy goals and prevent the full realisation of the potential in this field. Renewable energy education plays a central role in raising public awareness and encouraging individuals to actively participate in the sector. Country examples emphasise the importance of integrating renewable energy topics into education systems. As a result, renewable energy education not only provides technical knowledge, but also enables individuals to effectively take on their role in this field.

Keywords: Renewable energy sources, education, awareness, sustainability

1. Introduction

Energy is a fundamental element that directly affects the quality of life of both individuals and societies. Everything we use in our daily lives is linked to energy consumption; therefore, energy efficiency and the use of sustainable resources are of great importance. The transition to renewable energy sources will not only reduce the impact on the environment, but will also support economic growth and create new job opportunities. In addition, access to energy plays a critical role in ensuring fundamental rights such as education, health and social equality. Therefore, energy management and use are a determining factor in shaping our future.

Teaching renewable energy sources in engineering education is of vital importance in terms of training experts who will develop sustainable solutions for the future. In today's world where energy demand is increasing and urgent problems such as climate change are emerging, engineers' knowledge of renewable energy technologies plays a critical role in both reducing environmental impacts and ensuring energy security. Renewable energy courses integrated into educational programs provide students with the ability to follow innovations in this field, develop design skills and integrate energy systems. Thus, graduates can contribute to society by providing clean and sustainable energy solutions.

The importance of education in the renewable energy sector is directly related to the need to raise awareness, to develop expertise and to guide individuals towards active participation in the renewable energy sector. In this context, the current educational deficiencies are a matter of concern. In order to achieve renewable energy targets and promote a well-equipped workforce, it is critical to address these neglected elements and integrate the educational component into strategic planning. A comprehensive and sustainable approach should aim not only to provide technical knowledge but also to provide individuals with the necessary competencies to play an effective role in this field.

Education plays a critical role in the energy transition in terms of raising awareness, training individuals and orienting sector actors towards renewable energy [1]. Renewable energy education ranges from formal education and vocational training at schools and universities to non-formal education in local communities and public awareness raising activities [2]. This multifaceted approach ensures that all segments of society are informed about renewable energy sources, thereby promoting the adoption and implementation of sustainable energy practices.



In many countries, renewable energy education systems are of paramount importance. Germany is frequently cited as a model for best practices in this area, having established a comprehensive educational framework that integrates renewable energy topics into the curricula of schools, universities, and vocational training programs [3]. Similarly, Denmark has developed specialized educational programs designed to foster research and development in renewable energy, particularly in the offshore wind sector, with the goal of stimulating innovation and economic growth [4]. Japan has also taken significant strides by implementing educational initiatives aimed at raising awareness of energy issues and promoting the utilization of renewable energy sources, especially solar and wind energy [5]. In the United States, a variety of renewable energy education initiatives have been developed at national, state, and local levels, targeting students, educators, and communities to highlight the benefits of renewable energy and encourage its adoption. Additionally, numerous universities and colleges across the country offer comprehensive training on a wide array of renewable energy technologies and applications [6]. This collective effort underscores the vital role of education in shaping a sustainable energy future.

1.1. Literature Summary

Renewable energy education plays a critical role in the development of sustainable energy systems. Education programmes encourage individuals and communities to transition to renewable energy solutions by increasing both technical knowledge and public awareness. Furthermore, research in this area focuses on how renewable energy technologies can be taught more effectively and on developing strategies to increase their adoption in society. Renewable energy education is not limited to engineering and technical knowledge, but also includes disciplines such as politics, economics and environmental science. Renewable energy education is an important tool to raise awareness of both individuals and societies about sustainable energy solutions for the future. Developments in this field will form the basis for strategic approaches that will contribute to the energy transition and the fight against climate change. Garg and Kandpal [8] conducted a study focusing on renewable energy education and the challenges in developing countries. It was stated that educational opportunities for renewable energy and its use are critical for providing educated human resources of all ages. It was also noted that undergraduate education and postgraduate courses are not sufficient in these countries. In developing countries, it is common for those who want to gain sufficient knowledge to go to other countries. One of the obstacles in the field of renewable energy is the high unemployment potential in these countries. It was stated that individuals who have received training in renewable energy are needed to overcome this problem. It is also emphasized that the subject of renewable energy should be added to the curriculum by classifying it according to age. The authors state that the lack of materials and the rapidly increasing energy demand in developing countries make renewable energy education difficult. Therefore, it is stated that educational programs should be planned meticulously and the subject should be understood in all its aspects. It was concluded that it will take time to establish an effective educational process in the field of renewable energy sources.

Kandpal and Garg [9] aimed to draft a course curriculum on RES. The authors believe that education is one of the most effective ways to find solutions to the problems faced by society and emphasize the importance of informative and creative approaches in renewable energy education. They also argue that the target audience of energy education should include the entire society. The objectives of energy education are listed as follows:

- To raise awareness among students about the nature and causes of the current energy crisis.
- To provide information about the types of renewable and non-renewable energy sources.
- To change students' attitudes and values towards energy resources.
- To help them understand the implications of different types of energy on policy measures.
- To enable them to propose alternative strategies to solve the energy crisis in the future.

According to the authors, renewable energy education should be provided at different levels in schools, colleges, universities and other academic institutions. Certificate and diploma programs should be supported by specialized training in the production, equipment and maintenance of renewable energy systems. Four-year energy engineering programs should include courses on renewable energy and its conservation to meet the manpower needs in this field. In developing countries, especially in India, university-level renewable energy education programs are increasing, but the orientation in this field is inadequate. It was stated that renewable energy curricula are prepared by considering appropriate



disciplines, but efforts to develop them are few. In addition, the importance of independent undergraduate courses at university level and the importance of educational materials and appropriate textbooks was emphasized.

The authors [10] aim to raise awareness among students about the nature of the energy crisis, to provide information about renewable and non-renewable energy sources, to teach them to evaluate the effects of renewable energy on society. They argued that energy education should be included especially in physics and engineering departments.

Benchikh [11], in his study on global renewable energy education and training programs, emphasized the importance of renewable energy education by emphasizing current and future energy needs. It was stated that a multidisciplinary education is necessary in the training of renewable energy experts. This information is about the current renewable energy capacity and future potential and how this information will be used in practice. The author stated that the training programs of energy experts should be prepared carefully and emphasized that energy is a critical need for societies. It was also noted that the need for renewable energy will increase due to future ecological risks and economic policies. It was stated that well-educated experts should be trained to overcome this situation, but the current training programs are inadequate. It was also stated that the importance of renewable energy is not emphasized enough, university programs do not specialize in this field and there is a general lack of information.

Bhattacharya [12] has drawn attention to the need for renewable energy education at the university level and the increasing importance of this field. Jain et al. [13] conducted a study examining the needs, current status and proposed educational programs for renewable energy education in Botswana. Zografakis et al. [14] identified energy attitudes at different levels of education by recording energy-related behaviors of students and parents and demonstrated the contribution of these behaviors to energy education. Jennings [15] described courses in renewable energy science, engineering, policy and technician education and discussed the training of professionals conducting research in this field. Kandpal and Broman [2] conducted a study that emphasizes the global recognition of the necessity for renewable energy education across all levels. Their research underscores the establishment of university programs focused on renewable energy technologies and related disciplines in numerous countries worldwide over the past three decades.

Lucas et al [16] analysed global data on renewable energy to understand the global supply of education, and examined the shortage of qualified personnel that is hampering the expected development of the renewable energy market. The results show that this shortage is particularly acute in developing countries and that there is a mismatch between the education system and industry demand. They also found inconsistencies in the relevance of the curriculum. They observed a shift towards online education. Zhang et al [17] showed that per capita oil reserves are negatively correlated with the development of renewable energy policies, while education and political globalisation have a positive impact on energy efficiency and renewable energy policies. These studies highlight the complex interplay of urbanisation, education and globalisation shaping energy consumption and policy decisions.

Daoudi [18] assesses the importance of renewable energy education in the Moroccan context within the 2030 Energy Transition Project. His paper analyses the role of education in driving the energy transition and training initiatives for specific target groups. It also explores pedagogical approaches, learning tools and training issues needed by trainers. The importance of community engagement and awareness is also emphasised, along with the implications for the Sustainable Development Goals (SDGs) in Morocco.

2. University Education

Higher education and research institutions conduct comprehensive and multidisciplinary studies on innovative energy technologies, energy policies and socio-economic impacts of renewable energy sources (RES). These institutions aim to develop new solutions that support the energy transition by examining the design, applicability and impact of renewable energy systems. They also provide data and analyses that play a critical role in the formulation of energy policies and identify best practices and strategies in this field. This research contributes to the achievement of sustainable development goals at both local and global levels, shedding light on issues such as energy security, economic growth and environmental sustainability. In this way, higher education and research institutions build knowledge that will enable informed decisions to be made in the field of renewable energy and encourage society to participate effectively in energy transformation processes. These endeavors significantly contribute to



the generation of new knowledge and foster innovation within the sector [19]. By integrating interdisciplinary approaches, these institutions enhance our understanding of the complexities surrounding renewable energy, facilitating the development of effective strategies and solutions that address contemporary energy challenges. The integration of education and research processes paves the way for both the transformation of theoretical knowledge into practice and the development of innovative applications in the sector. In this context, the role of academic institutions is critical in the design and implementation of sustainable energy solutions.

Numerous higher education institutions provide comprehensive degree programs at the undergraduate, master's, and doctoral levels in fields such as energy systems engineering, energy management, and electrical engineering, among others [20]. The primary aim of these programs is to equip students with advanced technical knowledge and skills, while also fostering a deep understanding of the economic, social, and environmental dimensions of renewable energy.

Through these curricula, students develop expertise in the design, implementation, and maintenance of renewable energy systems. They engage with critical topics such as energy policy, economics, environmental assessment, and sustainable development. This multidisciplinary approach ensures that graduates acquire a holistic understanding of renewable energy, thereby adequately preparing them to address the complex challenges and opportunities present in the sector. Ultimately, this educational framework not only enhances individual competence but also contributes to the advancement of sustainable energy solutions. The undergraduate, graduate and doctoral programs offered in energy systems engineering, energy management, electrical engineering and related fields aim to provide students with both deep technical knowledge and economic, social and environmental perspectives. These programmes provide a broad knowledge of energy policy, energy economics and sustainable development, as well as practical skills in the design, implementation and maintenance of renewable energy systems.

Using a multidisciplinary approach, these programmes equip graduates to tackle the complex challenges of the renewable energy sector, while encouraging them to be competent enough to evaluate opportunities in the sector. In this context, students not only gain technical knowledge but also develop an in-depth understanding of environmental impact assessment and sustainability principles.┐

3. Renewable Energy Education in Türkiye

Açıköz [21] conducted a study on renewable energy education in Turkey and emphasized the importance of these trainings in transferring renewable energy resources to the future in our country and around the world. He observed that the subject of energy was not covered in depth enough in engineering disciplines, and only superficial aspects were addressed. Therefore, he argued that a more detailed education model was needed. He also stated that teaching basic concepts at school level and using short-term courses and mass media could be beneficial in order to increase public awareness. He emphasized that energy technology education should be provided at university level and the importance of providing deeper knowledge transfer at the master's level. Finally, he stated that short-term trainings in the field of renewable energy were also important and that supporting such studies could be beneficial in terms of dissemination.

Kecebas and Alkan [22] emphasized the importance of renewable energy education by addressing formal and informal education methods. Yumurtacı and Keçebaş [23] discussed the necessary actions to promote renewable energy systems and education in higher education institutions in Turkey, explained the current educational deficiencies and offered suggestions for improvement.

Karabulut et al. [24] conducted a study on renewable energy education in universities in Turkey. In this study, a survey was conducted to obtain information about the teaching of renewable energy sources and was applied to students studying at various universities. The research findings showed that subjects such as geothermal, solar and wind energy were taught at the master's level, while other renewable energy sources were taught at the undergraduate level. However, it was determined that undergraduate education was limited to attracting the interest of students. In addition, it was understood that the most comprehensive information on renewable energy was obtained in engineering faculties, but this information was generally superficial and encyclopedic. In line with these findings, it was concluded that renewable energy education in universities in Turkey was not at a sufficient level. This situation leads to inadequate practical skills of graduates and therefore to unemployment problems. In addition, it was stated that the preparation and acquisition of materials used in renewable energy education is costly.



As a result, the lack of a special program for renewable energy education and the scarcity of experts to provide this education were emphasized. The research revealed that renewable energy education is inadequate and that more importance should be given to this area. In their study, Kecebas and Alkan[25] presented suggestions and expectations for the development of educational programs suitable for all age groups in Turkey and also suggested programs to increase public awareness.

4. The Role of Education in the Renewable Energy Industry

Education plays a critical role in the development of a sustainable society, and RES engineering education also has an important place. As a tool to promote social change, this education creates awareness about new technologies and provides engineering candidates with the necessary knowledge and skills.

RES engineering education contributes to society by both building confidence in technologies and ensuring that these technologies are used effectively. However, the renewable energy industry often overlooks the need for engineering education and the role it plays in building market development and confidence. As in high-technology sectors such as computing and aviation, renewable energy engineering must be strengthened through education.

The main functions provided in renewable energy engineering education are:

To deepen understanding of technology by increasing public awareness,

To improve consumer confidence,

To train qualified technical personnel for the design, installation and maintenance of renewable energy systems,

Training engineers who will develop innovative systems and technologies,

Training engineers and analysts who are knowledgeable about the sector and can produce effective policies,

Training of experts who will provide consultancy and support to future customers.

Experience shows that engineering programs that emphasize these areas are successful in the competitive, high-tech marketplace, while those that neglect to invest in knowledge and education face failure even if they have good products.

5. Results and Evaluation

The provision of continuous and participatory training in higher education and professional practice processes is essential to foster creativity and innovation. In this context, it is necessary to establish an effective communication network with engineering faculties and professional organisations and to organise joint seminars and publications in the short term. Such cooperation will support specialisation in the sector by increasing the exchange of knowledge and experience in the field of renewable energy. In the following stages, it is important to provide courses on energy management, renewable energy systems and technologies in relevant educational institutions. In addition, training and certification of designers and manufacturers in these areas will contribute to raising standards in the sector. Renewable energy can only be introduced in depth with comprehensive and systematic training; therefore, the content of the training, the qualifications of the trainers, the quality of the training documents and materials, the level of training and the validity of the diplomas stand out as critical issues.

Education is provided by faculties of education, institutes and research centers, and researchers and educators specialized in renewable energy give lectures through sub-departments affiliated to these institutions. Educational materials at universities include books, translations, lecture notes and current research results. In addition, computer databases, special software and simulations are important tools that support educational processes. Models and laboratory equipment increase the quality of education by providing practical experience.

In higher education institutions, engineering or similar departments offer courses on renewable energy at both undergraduate and graduate levels. While these programs aim to provide students with more in-depth knowledge in the field of renewable energy, the fact that no certificates or diplomas are given affects the quality of education and professional standards in this field. Therefore, continuous updates and improvements are required to increase the quality of renewable energy education and to provide more equipped individuals to the sector.



6. Conclusion

Energy is a vital element that directly affects the quality of life of individuals and societies. Everything we use in our daily lives is linked to energy consumption; therefore, energy efficiency and the use of sustainable resources are of great importance. The transition to renewable energy sources not only reduces environmental impacts, but also supports economic growth and creates new job opportunities. In addition, access to energy plays a critical role in ensuring fundamental rights such as education, health and social equality. Therefore, energy management and use are a decisive factor in shaping our future.

Teaching renewable energy sources in engineering education is of vital importance in terms of training experts who will develop sustainable solutions. Increasing energy demand and urgent problems such as climate change require engineers to have knowledge about renewable energy technologies. Renewable energy courses integrated into educational programs provide students with the ability to follow innovations, develop design skills and integrate energy systems. In this way, graduates can contribute to society by providing clean and sustainable energy solutions.

Renewable energy education is directly related to the need to raise awareness, develop expertise and encourage individuals to actively participate in the renewable energy sector. However, current educational deficiencies are a matter of concern. In order to achieve renewable energy targets and promote a well-equipped workforce, it is critical to address the overlooked elements and integrate the educational component into strategic planning. A comprehensive and sustainable approach should aim not only to provide technical knowledge but also to provide individuals with the necessary competencies to play an effective role in this field.

Education has a crucial role to play in this energy transition. It raises awareness, trains individuals and prepares industry players to embrace renewable energy. Renewable energy education covers a wide range of areas, from formal education in schools and universities to vocational training, from non-formal education in local communities to public awareness activities. This multi-faceted approach ensures that all segments of society are informed about renewable energy sources and encourages the adoption of sustainable energy solutions.

Country examples highlight the importance of renewable energy education. Germany has developed a robust system that integrates renewable energy topics into educational curricula. Denmark has created educational programs that support innovation in the offshore wind sector. Japan offers training that encourages adoption of resources such as solar and wind energy. The United States has developed several local renewable energy education initiatives.

As a result, renewable energy education provides both technical knowledge and helps individuals effectively undertake their roles in this field. In this context, the deficiencies of existing education programs need to be addressed and awareness of renewable energy needs to be increased. Education is a critical element to ensure sustainable growth of the renewable energy sector.

RESOURCES

- [1] MEİR, YB, OPFER, K., & HERNANDEZ, E. "Decentralized Renewed energies and the water-energy-food Nexus in rural Morocco " *Environmental Challenges*, 6, 2022.
- [2] KANDPAL, TC, & BROMAN, L. "Renewable energy education: A global situation review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*", 34, 300–324, 2014.
- [3] WIESNER, S. "The development of technicians as a key factor for a sustainable development of renewable energies using an adapted education method based on the successful German Dual Education (Dual (Exploration))" *Energy Procedia* , 57, 1034–1036, 2014.
- [4] ALOLA, AA, OLANİPEKUN, IO, & SHAH, MI "Examining the drivers of alternative energy in leading energy sustainable economies: The trilemma of energy efficiency, energy intensity and renewables expenses", *Renewable Energy*, 202, 1190–1197, 2023.
- [5] MATSUMOTO, K., & MATSUMURA, Y. "Challenges and Economical effects of introduction Renewed energy from a distance island: A case study of tsushima island , Japan", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 162, 2022.
- [6] MASRAHİ, A., WANG, JH, & ABUDİYAH, AK "Factors influencing consumers ' behavior intentions to use Renewed energy in the United States residential sector", *Energy Reports*, 7, 7333–7344, 2021.



- [7] FANG, J., GOZGOR, G., MAHALİK, MK, MALLICK, H., & PADHAN, H. "Does urbanization Induced Renewed energy consumption is emerging economies? The role of education in energy Switching policies", *Energy Economics*, 111, 2022.
- [8] GARG, HP, & KANDPAL, T.C. "Renewable energy Education: Challenges and problems in development countries", *Renewable energy*, 9(1-4), 1188-1193, 1996.
- [9] KANDPAL, TC, & GARG, HP " Renewable energy education for technicians / mechanics . *Renewable Energy*",14(1-4), 393-400,1998.
- [10] OTHMAN, MY; SOPIAN, K. " Part II - Related Topics-Invited and Oral Presentation Papers- Renewable energy education for Asean ", *Renewable Energy* , 15.1: 1225-1230. 1998.
- [11] BENCHIKH, Osman. "Global renewable energy education and training program (GREET Programme)", *Desalination* , 141.2: 209-221, 2001.
- [12] BHATTACHARYA, SC " Renewable energy education at the university level ", *Renewable Energy* , 2001, 22.1-3: 91-97,2001.
- [13] JAIN, Pushpendra K.; LUNGU, Edward M.; MOGOTSI, Buti . " Renewable energy education in Botswana : needs , status and proposed training programs ", *Renewable energy* 25.1: 115-129, 2002.
- [14] ZOGRAFAKIS, Nikolaos ; MENEGAKI, Angeliki N.; TSAGARAKIS, Konstantinos P. " Effective education for energy efficiency ", *Energy Politics* , 36.8: 3226-3232, 2008.
- [15] JENNINGS P., "New directions in renewable energy education ", *Renewable Energy* , Vol . 34, No. 2, pp . 435-439, 2009.
- [16] LUCAS, Hugo; PINNINGTON, Stephanie; CABEZA, Luisa F. " Education and training gaps in the Renewed energy sector ", *Solar Energy* , 173: 449-455, 2018.
- [17] ZHANG, Qiu Yue ; BEST, Rohan ; CHAREUNSY, Andrea. " The impact of globalization and promoting education Policies for renewables and energy ", *Journal of Cleaner efficiency Production* , 421: 138559, 2023.
- [18] DAOUDI, Mohammed. "Education in renewable energies: A key factor of Morocco's 2030 energy transition project. Exploring the impact on SDGs and future perspectives", *Social Sciences & Humanities Open* , 9: 100833, 2024.
- [19] TERRAPON-PFAFF, Julia, et al. "Social impacts of large-scale solar thermal power plants : Assessment results for the NOORO I power plant in Morocco " *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 113: 109259, 2019.
- [20] www.yok-atlas-university-yks-preference-guide
- [21] ACIKGOZ C., " Renewable energy education in Turkey ", *Renewable Energy* , Vol . 36, No. 2, pp . 608–611, 2011.
- [22] KECEBAS A., ALKAN MA, "Educational and consciousness raising movements for Renewed "Energy in Turkey", *Energy Education Science and Technology Part B*, Vol. 1, No. 3-4, pp. 157–170, 2009.
- [23] YUMURTACI M., KECEBAS A., " Renewable energy and its university level education in Turkey ", *Energy Education Science and Technolog Part B*, Vol . 3, No. 1-2, pp . 143152, 2011.
- [24] KARABULUT A., GEDIK E., KECEBAS A., ALKAN MA, "An investigation on renewable energy education at the university level in Turkey ", *Renewable Energy* , Vol . 36, No. 4, pp . 1293–1297, 2011.
- [25] KEÇEBAŞ, Ali; ALKAN, Mehmet Ali. "Education and training of renewable energy sources for sustainable development in Turkey." *Mugla Journal of Science and Technology* , , 1.1: 1-4, 2015.

Netice DUMAN

She graduated as a BS in 1991, as an MS in 2010 and as a PhD in 2018 from Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering. She worked as an assembly engineer in a private company between 1991 and 1993 and as a lecturer in SCU Sivas Technical Sciences Vocational School Machinery and Metal Technologies Department Machinery Program between 1993 and 2018. Since 2018, she has been working as an Asst.Prof.Dr. in the same department. She is also the head of the department. He works on Energy, Thermodynamics, Thermoacoustic, Heat Pump, Renewable Energy Resources and Energy management. She is married and has two children.



VARIATION OF BATTERY PERFORMANCE WITH RESPECT TO TEMPERATURE

Dr. Emre TORUN
0000-0003-4823-7843
Prof. Dr. Ertan BUYRUK
0000-0002-6539-7614 Sivas Cumhuriyet University

ABSTRACT

In recent years, lithium ion batteries have been used in many areas in daily life and the performance of batteries varies according to temperature. Both the heat release of the batteries during charging and discharging and high ambient temperatures increase the temperature of the batteries and this affects the performance of the battery. In order to obtain maximum efficiency from batteries, battery thermal management systems should be used to keep the temperature of the batteries within a certain temperature range.

In this study, the researches on the performance of batteries according to temperature are examined and the performance of the batteries outside the optimum operating temperature region is evaluated and it is explained why battery thermal management systems are needed.

Keywords: Lithium ion battery, battery thermal management system, temperature dependent performance

1. Introduction

Nowadays, the use of fossil fuels is no longer preferred by countries due to the decrease in reserves, increase in energy demand, increase in fuel prices and the harmful effects of fossil fuels on the environment; instead, the use of vehicles using more environmentally friendly energy sources is encouraged. In this context, interest in electric vehicles has increased in recent years and sales of electric vehicles have reached record levels. Electric vehicles play an important role in achieving a clean environment in the future by increasing energy efficiency and reducing fossil fuel consumption [1]. Approximately 1 in 4 of the new vehicles sold worldwide in 2023 will be electric vehicles [2]. Different types of batteries such as nickel-cadmium, nickel-metal hydride, nickel-metal hydride, lead-acid and lithium ion are used as power sources in electric vehicles. Among these batteries, lithium ion type batteries are more preferred than other battery types due to their high energy storage density, long battery life, low weight and low self-discharge rate [3]. Although lithium ion batteries have these advantages, they also have some disadvantages such as their performance changing according to temperature and generating high heat in charging/discharging state [4,5].

Lithium ion batteries release high levels of heat during charging or discharging due to the internal resistance of the battery and the reactions occurring in the battery, which causes an increase in battery temperature and a decrease in battery efficiency [6].

There are two important criteria for obtaining the highest level of efficiency from batteries. The first of these is that the battery cell temperature should be in an optimum range, and the second is that the temperature inside the battery module should be as uniform as possible. In some studies [7,8,9], it has been determined that the battery cell temperature should be kept in the range of 15°C-40°C as shown in Figure 1. In addition, in order to get the highest efficiency from the battery module and to keep the battery life at maximum level, the maximum temperature difference within the battery module should be kept below 5°C [10,11,12,13,14,15]. Therefore, in order to use the batteries with maximum life and

efficiency, the batteries must be kept within the desired temperature range and the battery module must be thermally managed for this purpose. Many researchers have tested battery cells outside the optimum operating temperature range and examined the changes in battery performance with respect to temperature. In this study, the studies on the variation of the performance of batteries with respect to temperature are analysed and the necessity of thermal management of battery modules with battery thermal management systems is revealed by examining the performance of batteries outside the optimum operating temperature region where they exhibit maximum efficiency.

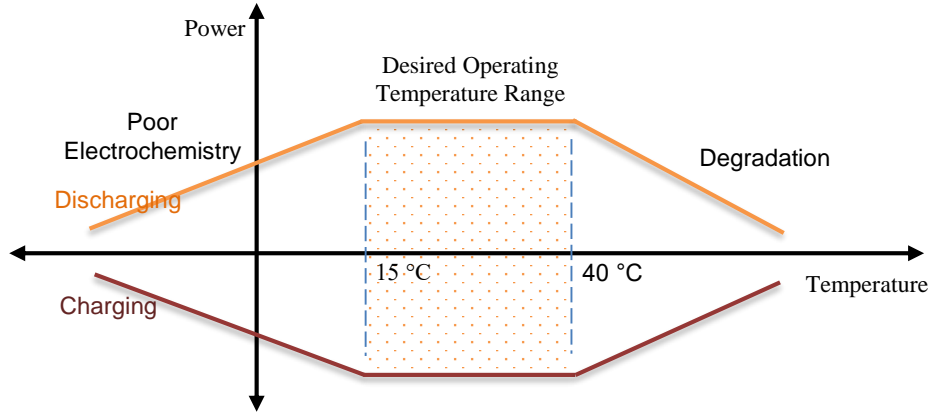


Figure Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.. The effect of temperature on charging and discharging states in lithium ion battery systems [16].

2. Variation of Battery Performance According to Temperature

In many studies, battery cells or modules have been tested at different ambient temperatures and different discharge rates, and the performance of the batteries has been investigated with respect to temperature.

It has been determined that a high amount of heat accumulation in the battery can initiate a series of chemical reactions in the battery and as a result, it can cause an additional increase in the battery temperature and cause explosions [17]. In case the ambient temperature is around 45°C, if the heat generated in the battery module is not removed from the module quickly, the high temperature value causes a rapid decrease in battery life and safety problems such as thermal leaks [18,19,20]. In the researches, it has been determined that each 1°C increase in the battery temperature above the permissible operating temperature causes the battery life to decrease by approximately 2 months [21]. In their study, Shim et al. found that a lithium ion battery loses 65% of its initial capacity after 140 charge/discharge cycles at 60°C, as shown in Figure 2, while this rate is only 4% in cycle tests at 25°C room temperature [22].

Ramadass et al. Sony 18650 model lithium ion batteries were tested at room temperature, 45°C, 50°C and 55°C. After 500 charge/discharge cycles, a decrease of approximately 22.5% in capacity was observed in the tests performed at room temperature, while this rate increased to 26.46% in the tests performed at 45°C ambient temperature and to 70.56% in the tests performed at 55°C ambient temperature [23]. Wu et al. 650 mAh capacity lithium ion batteries were kept at 60°C ambient temperature for 60 days and it was found that the battery capacity decreased to 20 mAh [24]. Carnovale et al. determined that the battery life reached 2300 cycles at 20°C ambient temperature, 1000 cycles at 50°C ambient temperature and less than 500 cycles at 60°C ambient temperature in charge/discharge cycle tests performed with lithium ion batteries at different temperatures [25].

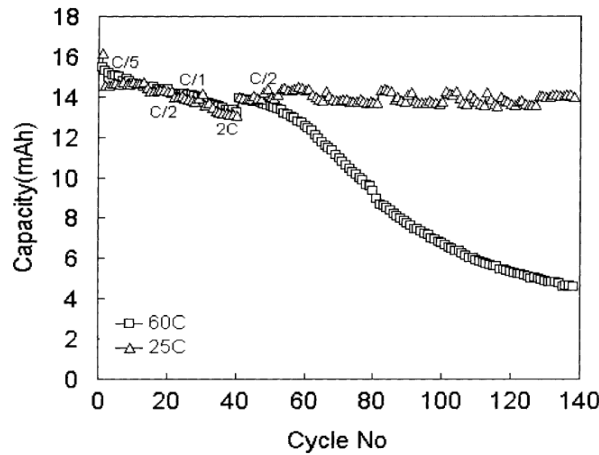


Figure 2. Charge/discharge cycle performance of lithium ion batteries at 25°C and 60°C

In addition, if the battery temperature reaches 80-100°C, the thermal runaway process starts and causes the risk of explosion in the battery [26]. High temperatures trigger exothermic reactions that generate heat as shown in Figure 3, causing the battery temperature to increase further and reach a level that melts the separator layer between the anode and cathode electrodes in the battery, which is usually made of polyethylene or polypropylene material, causing short circuit of the anode and cathode electrodes and initiating the thermal runaway process and causing battery explosions.

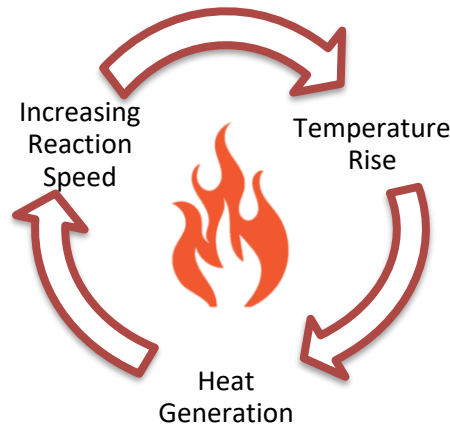


Figure 3. Thermal Runaway Process

3. Conclusion

Lithium ion batteries release heat both during charging and discharging due to the reactions inside the battery and the internal resistance of the battery. This heat increases the temperature of the battery and affects the performance of the battery. Many studies have been carried out to examine the effect of temperature on battery performance and it has been determined that the batteries perform best in the range of 15-40°C and when the temperature difference within the battery module is less than 5°C. In the tests of the batteries outside this temperature range, it was determined that each 1°C increase in battery temperature shortens the battery life by 2 months, the battery capacity decreased by 65% in tests performed at 60°C for 140 charge discharge cycles, and the battery capacity decreased by approximately 70% in tests performed at 55°C for 500 charge discharge cycles. These results show that battery performance and capacity exhibit a performance that varies according to temperature, therefore, in order to obtain maximum efficiency from batteries and to keep battery life at maximum level, batteries should be kept in the optimum temperature range by using battery thermal management systems.



REFERENCES

- [1] ZHANG, Wencan, JIEYU Qiu, XIUXING Yin, and DAOYONG Wang. "A novel heat pipe assisted separation type battery thermal management system based on phase change material." *Applied Thermal Engineering* 165 (2020): 114571.
- [2] Url-2 < <https://ourworldindata.org/electric-car-sales>>, access date: 20.12.2022
- [3] ETACHERI, V., MAROM, R., ELAZARI, R., SALITRA, G. and AURBACH, D. (2011). Challenges in the development of advanced Li-ion batteries: a review. *Energy & Environmental Science*, 4(9), 3243-3262.
- [4] MALEKI, H., HOWARD, J. N. (2006). Effects of overdischarge on performance and thermal stability of a Li-ion cell. *Journal of power sources*, 160(2), 1395-1402.
- [5] BELOV, D., YANG, M. H. (2008). Failure mechanism of Li-ion battery at overcharge conditions. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 12, 885-894.
- [6] TORUN Emre, BUYRUK Ertan (2024) "Elektrikli Araçlarda Kullanılan Pasif, Aktif Ve Hibrit Batarya Soğutma Sistemlerinin Performanslarının Deneysel Ve Sayısal Olarak İncelenmesi" Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Mayıs 2024
- [7] PESARAN, A. A. (2001). Battery thermal management in EV and HEVs: issues and solutions. *Battery Man*, 43(5), 34-49.
- [8] JOUHARA, H., KHORDEHGAH, N., SEREY, N., ALMAHMOUD, S., LESTER, S. P., MACHEN, D. ve WROBEL, L. (2019). Applications and thermal management of rechargeable batteries for industrial applications. *Energy*, 170, 849-861.
- [9] RAMADASS, P. H. B. W. R. P. B., HARAN, B., WHITE, R. and POPOV, B. N. (2002). Capacity fade of Sony 18650 cells cycled at elevated temperatures: Part I. Cycling performance. *Journal of power sources*, 112(2), 606-613.
- [10] PESARAN, A. A. (2002). Battery thermal models for hybrid vehicle simulations. *Journal of power sources*, 110(2), 377-382.
- [11] PARK, C., JAURA, A. K. (2003). *Dynamic thermal model of li-ion battery for predictive behavior in hybrid and fuel cell vehicles* (No. 2003-01-2286). SAE Technical Paper.
- [12] MAHAMUD, R., PARK, C. (2011). Reciprocating air flow for Li-ion battery thermal management to improve temperature uniformity. *Journal of Power Sources*, 196(13), 5685-5696.
- [13] GRECO, A., JIANG, X. and CAO, D. (2015). An investigation of lithium-ion battery thermal management using paraffin/porous-graphite-matrix composite, *J. Power Sources*, 278, 50–68.
- [14] RAO, Z., QIAN, Z., KUANG, Y. and LI, Y. (2017). Thermal performance of liquid cooling based thermal management system for cylindrical lithium-ion battery module with variable contact surface. *Applied Thermal Engineering*, 123, 1514-1522.
- [15] WU, W., WANG, S., WU, W., CHEN, K., HONG, S. and LAI, Y. (2019). A critical review of battery thermal performance and liquid based battery thermal management. *Energy conversion and management*, 182, 262-281.
- [16] Url-2 < <https://www.nrel.gov/docs/fy13osti/58145.pdf>>, access date: 20.12.2022
- [17] WILKE, S., SCHWEITZER, B., KHATEEB, S., and AL-HALLAJ, S. (2017). Preventing thermal runaway propagation in lithium ion battery packs using a phase change composite material: An experimental study. *Journal of Power Sources*, 340, 51-59.
- [18] YANG, X. H., TAN, S. C. and LIU, J. (2016). Thermal management of Li-ion battery with liquid metal. *Energy conversion and management*, 117, 577-585.
- [19] FAN, L., KHODADADI, J. M. and PESARAN, A.A. (2013). A parametric study on thermal management of an air-cooled lithium-ion battery module for plug-in hybrid electric vehicles. *Journal of Power Sources*, 238, 301-312.
- [20] SABBAAH, R., KIZILEL, R., SELMAN, J. R. and AL-HALLAJ, S. (2008). Active (air-cooled) vs. passive (phase change material) thermal management of high power lithium-ion packs: Limitation of temperature rise and uniformity of temperature distribution. *Journal of power sources*, 182(2), 630-638.
- [21] MOTLOCH, C. G., CHRISTOPHERSEN, J. P., BELT, J. R., WRIGHT, R. B., HUNT, G. L., SUTULA, R. A., ... and MILLER, T. J. (2002). High-power battery testing procedures and analytical methodologies for HEV's. *SAE Transactions*, 797-802.
- [22] SHIM, J., KOSTECKI, R., RICHARDSON, T., SONG, X., and STRIEBEL, K. A. (2002). Electrochemical analysis for cycle performance and capacity fading of a lithium-ion battery cycled at elevated temperature. *Journal of power sources*, 112(1), 222-230.



- [23] RAMADASS P., HARAN B, WHITE R. and POPOV BN. Capacity fade of Sony 18,650 cells cycled at elevated temperatures: Part I. Cycling performance. *J Power Sources* 2002;112:606–13. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7753\(02\)00474-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7753(02)00474-3).
- [24] WU M-S, CHIANG P-CJ. High-rate capability of lithium-ion batteries after storing at elevated temperature. *Electrochim Acta* 2007;52:3719–25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2006.10.045>.
- [25] CARNOVALE, A., and LI, X. (2020). A modeling and experimental study of capacity fade for lithium-ion batteries. *Energy and AI*, 2, 100032.
- [26] BANDHAUER, T. M., GARIMELLA, S. and FULLER, T. F. (2011). A critical review of thermal issues in lithium-ion batteries. *Journal of the electrochemical society*, 158(3), R1.

CURRICULUM VITAE

EMRE TORUN

He was born in 1980 in Sivas. In 2003, he received his Bachelor's degree in Mechanical Engineering from Istanbul Technical University and his Master's degree from RWTH Aachen Technical University in 2006. In 2019, he started his doctoral studies at Cumhuriyet University and completed his doctorate in 2024 with the thesis titled 'Experimental and Numerical Investigation of the Performance of Passive, Active and Hybrid Battery Cooling Systems Used in Electric Vehicles'.

ERTAN BUYRUK

He completed his primary, secondary and high school education in Sivas. In 1991, he graduated from Sivas Cumhuriyet University, Department of Mechanical Engineering. Between July 1992 and December 1996, he completed his doctorate at the University of Liverpool, England. In 1997, he was appointed as Assistant Professor, in 2004 as Associate Professor and in 2009 as Professor. Prof. Buyruk has served as the Head of the Departments of Electrical and Electronics Engineering, Industrial Engineering and Mechanical Engineering as well as the Vice Dean of the Faculty of Engineering. He is married with one child and speaks English. Since 2012, Prof. Buyruk has also served as the Rector's Advisor on University - City and Industry Cooperation, and served as the Vice Rector between 2015-2016. His main fields of study are: Heat and Mass Transfer, Thermodynamics, Fluid Mechanics, Thermal Insulation, Cold Storage, Heat Transfer in Plate-Finned Heat Exchangers and Nanofluids.



THE RELATIONSHIP BETWEEN TOTAL QUALITY MANAGEMENT AND ENGINEERING EDUCATION - THE IMPACT OF TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM) ON SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESSES

Ayla ÖZTÜRK, Saime TAPHASANOĞLU

Industrial Engineering, İstanbul Rumeli University

ayla.ozturk@rumeli.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6676-743X

saime.taphasanoglu@rumeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1280-8387

ABSTRACT

The purpose of this paper is to outline the relationship between Total Quality Management and engineering education and to examine the impact of Total Quality Management on software development processes. The relationship between Total Quality Management and engineering education enables the establishment of a quality-oriented education system, the adoption of a continuous improvement culture and the equipping of graduating engineers with quality management skills. TQM contributes to the graduation of engineering students as quality-oriented professionals with knowledge, skills and ethical values, creating positive impacts at both individual and societal levels. The PDCA Cycle (Plan-Do-Check-Act) developed by W. Edwards Deming, a model used in the continuous improvement process, was also discussed in the study. In line with the information obtained, it was concluded that the use of total quality management in the field of information technologies and software development improves quality at every stage of the process and makes error prevention strategies and risk management effective.

Keywords: Total Quality Management (TQM), Software Development Processes (SDP), Engineering Education, Software Development Life Cycle (SDLC), PDCA Cycle

1. Introduction

1.1 Total Quality Management

Total Quality Management (TQM) is a quality-oriented management approach at all levels of the organization. Its main objective is to increase customer satisfaction and achieve sustainable competitive advantage in the long term. TQM focuses not only on product or service quality, but also on continuous improvement of all processes of the organization, increasing efficiency and ensuring satisfaction.

This management model is based on many different principles and encourages the participation of all employees. As a management doctrine, total quality management aims to improve quality in all areas where it is applied. The aim of total quality management is to improve the quality of the service provided in the areas where it is applied, in line with the wishes and expectations of the interlocutors (customers, etc.) who will test the quality. This in turn depends on increasing productivity in general.

In the doctrine of total quality, in order to increase quality and productivity, the objectives such as employee satisfaction, motivation and rewarding, using success measurement and evaluation methods, perfecting the organization, giving importance to teamwork, benefiting from the experiences of high performing organizations, creating strategies and similar objectives are emphasized (Aktan, 2012).

In the field of software development, which consists of processes where total quality management can be applied - and where a proper work will definitely emerge if it is applied - process management has become essential for demonstrating quality. Process management is a set of activities carried out for continuous and regular monitoring and development of processes (Yavuz & Şentürk, 2013).



1.2. Basic Elements in Total Quality Management (TQM) Applications

In Total Quality Management (TQM) practices, the core elements form the basic building blocks needed to improve quality in a sustainable way. For TQM to be successfully implemented, these elements must be actively implemented at all levels of the organization. Here are the basic principles of TQM:

Table 1. W. E. Deming's 14 Principles

BASIC ELEMENTS OF TOTAL QUALITY MANAGEMENT
Customer orientation
Continuous improvement
Full participation
Decision Making Based on Data and Measurements
Leadership and responsibility of top management
Process Oriented Approach
Systematic Approach
Training and Development
Cooperation and Communication
Error prevention, not fault finding
Extending quality control to all processes

1.2.1. Customer Orientation

- Customer satisfaction is the most important success criterion in TQM. This element aims to understand and meet the expectations of internal and external customers. The customer makes the final assessment of quality, so products and services must meet customer expectations.
- Customer feedback is used as a guide for improvements in products and services.

1.2.2. Continuous Improvement

- The philosophy of continuous improvement, which is at the heart of TQM, is based on the understanding that every process and activity is open to improvement. The term Kaizen, which comes from Japanese management philosophy, refers to improving an organization's performance in small but continuous steps.
- Continuous improvement reduces error rates, increases efficiency and makes quality more sustainable.



1.2.3. Full Participation

- TQM requires the adoption of a quality approach at all levels of the organization, not just at the management level. Every employee is encouraged to participate in the quality process and the necessary training is provided for this participation.
- Teamwork ensures that individual contributions are transformed into a collective synergy. Thus all employees are involved in the process

1.2.4. Decision Making Based on Data and Measurements

- TQM requires the use of data analysis and statistical methods in decision making. Analytical evaluation of data in the decision-making process enables problems to be identified more accurately and solutions to be found.
- Control charts, graphs and measurement tools used in quality management are effective methods for monitoring the performance of organizational processes.

1.2.5. Leadership and Responsibility of Top Management

- Top management commitment to the TQM process is critical to embedding a quality culture throughout the organization. Managers set quality goals and motivate employees towards these goals.
- When leaders lead by example and adhere to quality management principles, all employees become more committed to the process.

1.2.6. Process Oriented Approach

- TQM ensures quality in all business processes, not just products or services. Each process is evaluated in terms of inputs and outputs and process improvement activities are carried out.
- This approach increases consistency by controlling variability in processes and contributes to maintaining the final quality.

1.2.7. Systematic Approach

- TQM ensures that all parts of the organization work in harmony with each other and as a whole. The organization is seen as a system and sub-processes within this system are continuously evaluated in relation to each other.
- The system working in harmony with each other increases organizational efficiency and facilitates the achievement of quality targets.

1.2.8. Training and Development

- In TQM, training of employees is important in terms of their contribution to quality. Continuous training programs are organized to increase the knowledge, skills and competencies of employees.
- Training enables employees to become more aware and competent about quality processes and to actively participate in process improvement activities.

1.2.9. Cooperation and Communication

- Communication and cooperation between departments within the organization is important to achieve successful results in TQM. This element accelerates the quality management process by enabling information to be shared more quickly and accurately.



- Good communication helps to reduce errors and make quality management more effective.

1.2.10. Error Prevention, not Fault Finding

- TQM encourages efforts to detect and eliminate defects in advance. Thus, factors that may reduce quality are identified in advance and measures are taken.
- By using proactive quality control tools, defects are kept to a minimum.

1.2.11. Extending Quality Control to All Processes

- It embraces the need for businesses and organizations to extend quality control to all processes, not just the end product. Preventive control, data collection and analysis, improvement activities, responsibility sharing and continuous training are important strategies for this principle. By extending quality control to all processes, we aim to prevent errors, increase efficiency and continuous improvement. Businesses that apply these principles achieve higher quality standards, increase customer satisfaction and gain competitive advantage. (Erdem, 2023)

In Total Quality Management, these elements are processed as a whole. TQM aims to increase organizational efficiency and competitiveness through continuous improvement of processes with a customer satisfaction-oriented approach, participation of all employees in the process and data-driven decision-making processes.

1.3. Total Quality Management Tools and Techniques

TQM uses many tools and techniques to make the process more efficient and improve it:

PARETO Analysis: Used to identify important problems.

Fishbone Diagram: A technique used to analyze the root causes of problems.

Control Charts and Graphs: Used to observe process variability.

Process Maps: Shows the process flow step by step to understand the process in detail (Aktan, 2012)

2. The Relationship Between Total Quality Management (TQM) and Engineering Education

The relationship between Total Quality Management (TQM) and engineering education **contributes** to the development of high standards of engineers for both industry and society by ensuring that future engineers adopt a quality management approach. The basic principles of TQM can be used to improve quality at every stage of engineering education. This relationship aims to establish a quality-oriented engineering education system and to ensure that graduating engineers are effective and efficient in their professional lives.

2.1. Quality Standards in Engineering Education

Engineering education requires that the programs offered by an institution conform to international standards and include both academic and industrial knowledge and skills. TQM ensures that the curriculum is continuously updated and improved in accordance with these standards.

Accreditation (e.g. ABET - Accreditation Board for Engineering and Technology) and an education that meets quality standards ensures that engineers have universal knowledge and skills. TQM ensures quality by guiding these accreditation processes.



2.2. Continuous Improvement and Educational Excellence

The continuous improvement principle of TQM can also be applied in engineering education. Training programs are continuously updated based on student feedback, academic performance evaluations and industry needs. This ensures that the curriculum is updated according to the changing needs of the industry and technological innovations.

With a Kaizen (continuous improvement) culture in engineering education institutions, education, teaching methods and infrastructure can be continuously improved. This improves both the learning experience of students and the quality of education.

2.3. Customer Orientation and Stakeholder Satisfaction

The customer orientation principle of TQM recognizes students and industry stakeholders as "customers" in engineering education. Students' satisfaction and meeting the needs of the industry becomes important. This increases the employability of graduates and ensures that education programs are aligned with the industry.

Educational institutions contribute to the development of students by taking into account innovations in the field of engineering and market demands. Industry cooperation ensures that students are taught the knowledge and skills they will need.

2.4. Data Driven Decision Making and Quality Measurement

Within the scope of TQM principles, data-driven decision making is used to measure success in engineering education. The quality of education is evaluated by regularly analyzing criteria such as student performance, graduation rates, and job placement rates.

Data-driven decision making enables objective evaluation of education programs and necessary improvements are made in the light of data.

2.5. Teamwork and Leadership Training

Engineering education can be designed in accordance with the TQM principles of teamwork and leadership development. Teamwork is important for engineers to work effectively on projects and to develop leadership skills.

Group projects, teamwork activities and leadership trainings can be organized for engineering students to prepare them for professional life. This supports the TQM approach of encouraging participation and collaboration at the organizational level.

2.6. Problem Solving and Innovation

TQM also contributes to providing engineering education with a structure that encourages problem solving and innovation. Students are encouraged to develop solutions to quality problems and educational programs are created that enhance their ability to deal with real-life problems.

Skills such as creativity, critical thinking and innovation are incorporated into the engineering curriculum, supporting students to develop innovative solutions.

2.7. Total Quality Management Training

Engineering students' knowledge of TQM principles enables them to apply these principles to the work environment in their future professional lives. Quality management education enables engineers to be effective in process management, quality control and improvement processes.

Engineers who learn TQM principles can contribute to quality management processes in the workplace and increase productivity by improving problem solving competencies.

2.8. Environmental and Social Responsibility Awareness

TQM's principle of responsibility towards society and the environment contributes to the training of students in engineering education as individuals committed to environmental sustainability and ethical values. It increases sensitivity to issues such as sustainable engineering and environmentally friendly production processes.

Total Quality Management (TQM) is a quality-oriented management approach at all levels of the organization. Its main objective is to increase customer satisfaction and achieve sustainable competitive advantage in the long term. TQM not only focuses on product or service quality, but also manages all processes of the organization towards continuous improvement, increased productivity and employee satisfaction. This management model is based on many different principles and encourages the participation of all employees.

3. William Edwards Deming and the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle

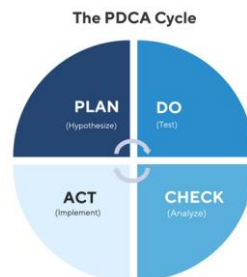
Born in 1900, William Edwards Deming was an American engineer with specializations in electricity, physics and mathematics, and has done much work in the field of total quality management. He worked as a consultant in the USA and Japan. The 14 principles and the PÜKO cycle he put forward in the field of TQM have formed the basis for many studies and have been used and continue to be used in many areas in practice (Erdem, 2023).

The PDCA Cycle (Plan-Do-Check-Act) developed by W. Edwards Deming is a quality management model used in the continuous improvement process. Deming developed this cycle to help organizations improve their processes in a systematic way. The PDCA Cycle is used as an important tool, especially in quality and productivity improvement approaches such as Total Quality Management (TQM), Six Sigma and Lean Management.

Stages of the PDCA Cycle

The PDCA Cycle consists of four stages and each stage aims to improve quality by identifying and solving problems in processes:

Figure 1. W. E. Deming's PDCA Cycle





Plan (Plan):

The first stage involves making a plan in line with a set goal. At this stage, the current situation is analyzed, areas for improvement are identified and a target is defined. What needs to be done to achieve the target, resources and strategies are identified. In addition, the criteria and indicators to be used in the improvement process are selected. For example, to increase efficiency in a production process, indicators such as production time or error rate can be determined.

Implement (Do):

The steps identified in the planning phase are implemented at this stage. Changes or improvements are tested on a small scale and the results are observed. In this phase, which can also be called the trial phase, data on the process is collected. This provides an important source of data for further analysis. For example, an improvement in the production process can be tested on a specific machine or a work shift.

Check:

In this phase, the data obtained during the implementation process is analyzed and the results are evaluated. Comparisons are made with the targets set and the extent to which the planned improvements have been achieved is examined. Measurement and analysis are carried out to check the accuracy of the results obtained and to identify any errors or deficiencies. For example, it is checked whether there is an expected increase in efficiency or decrease in errors as a result of the improvement.

Take Measures (Act):

After analyzing the results obtained in the control phase, if the improvement has been successful, this process is standardized and applied throughout the organization. A specific procedure is developed to make the improvement permanent. If the targeted results have not been achieved or if further improvements seem possible, the cycle is restarted. The knowledge gained at this stage is used in the next planning process. For example, if the improvement is successful, the new process is integrated into the overall procedures of the organization.

This cycle is repeated to continuously analyze processes, identify errors, identify opportunities for improvement and ensure that processes become more efficient. The PDCA Cycle provides a roadmap for continuous improvement and quality management and enables businesses to continuously achieve better results (*Deming, 2020*).

4. Software Development Life Cycle

Although code writing comes to mind when it comes to software, any project related to software consists of many processes. All the parts of the software during both production and usage are defined as the software development life cycle (Kaçar, 2019:1).

Software is a product when considered as an output, and like products, software development also has a life cycle. This cycle is not unidirectional or linear, but consists of several main stages.

The Software Development Life Cycle (SDLC) is a systematic approach that covers the process from planning to maintenance of software. The SDLC is phased to ensure that the software is developed with quality, efficiency and in accordance with the targeted requirements. Each phase contains important steps for the success of the software and transitions to other phases with specific deliverables. The main phases of the Software Development Life Cycle are listed below.



1. Requirement Analysis

Objective: To collect and analyze the requirements of the user or customer to determine the scope and objectives of the project. In this phase, it is determined which functions the software should fulfill. To fully understand the user's needs, requirements analysts and project stakeholders come together for detailed meetings.

Outputs: Requirements document, project scope and preliminary requirements analysis.

2. System Design

Objective: To create the architecture and design of the software in accordance with the collected requirements. In line with the information obtained from the requirements analysis, the technical structure, data flow and architecture of the software are determined. Details such as database structure, user interface design and design of software modules are created at this stage.

Outputs: High level system design documents, data flow diagrams and database design.

3. Development/Coding

Objective: Programming the software in accordance with the requirements and design. At this stage, developers start writing code according to the system design. The coding process may vary according to the software development methodology (Agile, Waterfall, Scrum, etc.). During coding, attention is paid to clean code writing, code standardization and security measures. Programming language, software development environment, selection of software development tools, database management system are realized during coding (Yılmaz, 2007).

Outputs: The completed version of the software (first working version).

4. Testing

Objective: To verify that the software is error-free, conforms to user requirements and works securely. After the coding phase is completed, the software is tested. The testing phase aims to check the functionality, reliability and performance of the software. Many different tests (unit testing, integration testing, acceptance testing, security testing, etc.) are applied.

Outputs: Test reports and updated software with corrected bugs.

5. Deployment

Objective: To make the software that has passed the test phase usable by real users. Once the software has been successfully tested, it is transferred to the live environment. In large-scale projects, a beta version or partial deployment is usually done at this stage. Users are allowed to test the software in a real environment and feedback from end users is obtained.

Outputs: Software running in a live environment and user feedback.

6. Maintenance and Update

Objective: To ensure sustainability of the software, fix bugs and add new features. After the software is put into use, various update and improvement requirements arise over time. At this stage, bugs identified



in the software are fixed, improvements are made based on user feedback, and necessary new features are added.

Outputs: Updated, bug-free and improved software versions.

5. W.E. Deming's TQM Approach and 14 Principles

W.E. Deming is considered by many to be the father of TQM and his contribution to quality was recognized by the Japanese with the Deming Award, named after him after the Second World War. Deming's management approach consists of 14 principles and sets out management principles that support quality improvement. Published in 1981 for the first time, these principles emerged from Deming's experiences as a consultant in Japan and the United States (Andersen et al., 1994).

These 14 principles are as follows (Canbay, 2021:9);

- **Create Consistency of Purpose**

It is the continuous improvement of the business and setting a consistent goal by focusing on long-term success goals. This goal is to continuously improve quality and ensure customer satisfaction.

- **Adopt a New Philosophy**

Businesses need to adopt a modern quality philosophy that is sensitive to customer demands, minimizes errors and ensures success in a competitive market. Deming advocates keeping pace with changing market conditions and an innovative perspective.

- **Break the Habit of Ensuring Quality through Inspection**

It emphasizes that quality should be ensured throughout the entire process, not just through checks at the final stage. This reduces errors at source and lowers costs.

- **Stop Purchasing Based on Price Alone**

When purchasing goods or services, it is important not only to look for low prices, but also to consider factors such as quality, reliability and long-term cost. Long-term cooperation should be established with a good supplier.

- **Develop Systems for Continuous Improvement**

Continuous improvement in products and services reduces costs and increases customer satisfaction. Businesses should aim to improve all processes at every stage.

- **Invest in Training Programs**

Continuous training should be provided to increase the knowledge and skills of employees. Training raises quality standards within the business and increases employee productivity.

- **Develop Leadership**

Managers and leaders should guide employees. In order to ensure that employees work efficiently, they should be guided and the working environment should be improved.



- **Destroy Fear**

Create an environment where employees can express their ideas without fear. Fear hinders communication and makes it difficult for employees to reach their full potential.

- **Break Down Interdepartmental Barriers**

Increasing cooperation between different departments makes it easier to achieve common goals. Teamwork and knowledge sharing should be encouraged.

- **End Zero Defect and Productivity Commitments**

Giving employees unrealistic goals increases work stress and reduces quality. Instead, set long-term goals that focus on quality.

- **Remove Barriers So Workers Can Proudly Showcase Their Achievements**

Employees should be provided with a supportive environment so that they can take ownership of their work and share their successes. This increases motivation and improves quality.

- **Emphasize Training and Development**

Training programs should be organized to improve the knowledge and skills of employees. In this way, quality and efficiency increase in all processes of the business.

- **Support the Development of Each Employee**

Continuous development of employees should be supported so that they can contribute to business objectives. Ensure that employees have the knowledge and skills to contribute to their duties.

- **Build a Management Structure for Change**

A management structure should be established to manage continuous improvement and quality - oriented change processes within the organization. This structure supports the quality-oriented work of the whole organization.

5.1. Highlights of Deming's Total Quality Approach

Continuous Improvement (Kaizen): Deming emphasized that quality is not something to be achieved once and left alone, but a goal that must be continuously improved.

Data-driven Decision Making: Statistical analysis and data-driven decision making is an important element in improving quality.

Employee Participation: Employees at all levels should be able to contribute to the quality process and offer their suggestions.

Customer Orientation: Businesses should make meeting customer needs a priority.



These 14 principles form the basis of Deming's total quality management approach and serve as a guide for an organization to achieve its quality goals.

The Total Quality Management (TQM) approach is a management model that provides significant advantages, especially in the fields of information technology and software development. In the 1980s, long term and quality-oriented plans started to be developed as quality was integrated into the whole process rather than being only a controlled element. In this period, the 14 basic principles defined by Deming served as a comprehensive guide in the field of quality management and contributed to the sector's productivity, quality and cost advantages by applying them to software development processes.

5.2. Advantages of Total Quality Management in Software Development

The field of information technology, and software development in particular, is a sector where working with zero defects is critical and continuous improvement is needed. When software development processes consisting of analysis, design, coding, testing and maintenance are carried out based on Deming's 14 principles, the following advantages are achieved:

- **Quality Improvement:** The TQM approach, which prioritizes quality at every stage, ensures a high quality product in all processes starting from the coding and design stages. This contributes to preventing software errors even during the production process and ensuring that the final product is flawless.
- **Reduces Costs:** Early detection and prevention of errors in processes based on Deming's principles reduces costs. Integrating quality into the entire process instead of correcting errors, especially during the testing phase, minimizes error costs.
- **Efficiency and Continuous Improvement:** Deming's emphasis on continuous improvement encourages continuous development and updating in software development processes. This supports keeping the software up to date, increasing its functionality and ensuring end-user satisfaction.
- **Motivation and Participation:** In TQM, employee motivation and participation are at the forefront. Software teams work collaboratively to contribute to the set goals and through this collaboration, employees take an active role throughout the process. This motivation increases innovation and productivity within the team.
- **Error Prevention and Risk Management:** TQM develops strategies to detect and correct defects in advance. Deming's emphasis on "preventing defects at the source" ensures that quality control stages in software development processes are not limited to the testing process, but focus on identifying risks in the analysis and design stages.

6. CONCLUSIONS

By applying Deming's 14 principles to software development processes, it is possible to improve quality:

- **Consistency of Purpose (Principle 1)** : Software development projects aim for consistent quality management to ensure long-term customer satisfaction and security.
- **Continuous Improvement (Principle 5)**: Continuous updates and improvements are made to the software, providing competitive advantage and increasing its sustainability.
- **Training and Development (Principle 12)**: Regular training for software teams ensures that they are up to date with new technologies and stay current in an evolving industry.
- **Data and Analytics Based Decision Making (Principle 4)**: Data and analytics are used to make quality-based decisions in software; indicators such as user feedback and performance data are included in decision-making processes.
- **Teamwork and Communication (Principle 9)**: Communication between software development teams is strengthened and collaboration is encouraged, thus increasing productivity.

If the parts involved in software development processes - analysis, design, coding, testing and maintenance - are carried out based on Deming's 14 basic principles as mentioned above, it is expected



that the quality of the resulting work will improve, productivity will increase and costs will decrease. In addition to these, software development processes based on the 14 principles support continuous change and development, prevent mistakes before they are made, and prioritize the motivation of employees and customers (Aguayo, 1990).

The use of TQM in the field of information technology and software development improves quality at every stage of the process and makes risk management effective through error prevention strategies. By adopting TQM in software development processes, it is possible to develop error-free, sustainable, high quality software. TQM increases employee motivation, enhances team cooperation and creates a strong quality culture throughout the sector by focusing on customer satisfaction.

REFERENCES

- Aguayo R., Dr. Deming: The American Who Taught the Japanese About Quality, 1st Edition, Carol Publishing Group, Rockefeller Center New York USA, 1990.
- Aktan, C. Organizasyonlarda Toplam Kalite Yöntemi. İzmir: Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 2012.
- Canbay, Ş. Toplam Kalite Yönetiminin Endüstri 4.0 Bileşenleri ile Etkileşiminin Analizi, Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2021.
- Deming. "PDSA Cycle - The W. Edwards Deming Institute". deming.org/. Retrieved Aralık, 2020.
- Erdem, E. M. "Toplam Kalite Yönetiminin Yazılım Geliştirme Süreçlerine Etkisi", İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mühendislik Yönetimi Anabilim Dalı, Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, 2023.

CURRICULUM VITAE

Ayla ÖZTÜRK

Ayla ÖZTÜRK was born in Bulgaria in 1983 and graduated from Yıldız Technical University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics in 2005. In 2007, she completed her double major education at Yıldız Technical University, Faculty Of Chemical And Metallurgical Engineering, Department of Mathematical Engineering. In 2012, she received her master's degree from Marmara University Institute of Pure and Applied Sciences, Applied Mathematics Program. In 2019, she received her PhD degree from Istanbul Technical University Informatics Institute Computational Science and Engineering program. She worked as a Research Assistant at Istanbul Technical University Informatics Institute between 2012 and 2018,. Between the years 2019-2022, she worked as an Assistant Professor at the Faculty of Engineering at Istanbul Aydın University. In 2023, she started to work as an Assistant Professor at the Faculty of Engineering and Natural Sciences of Istanbul Rumeli University and still continues to work. She has national and international articles and papers.

CURRICULUM VITAE

Saime TAPHASANOĞLU

Saime TAPHASANOĞLU was born in 1970 in Elbistan district of Kahramanmaraş province. She completed her primary, secondary and high school education in Elbistan, and graduated from Istanbul Technical University Industrial Engineering Department in 1987 as an Industrial Engineer in 1991. between 1991 and 1995, she completed his Master's degree at Istanbul Technical University, Institute of Natural Sciences, Department of Industrial Engineering Dec. in 2020, she received a doctorate degree from the Industrial Engineering program of Kocaeli University Institute of Natural Sciences. she has worked as Founding manager, Production and Planning Manager, Assistant General Manager in various companies for 20 years. in 2022-2023, she gave Master's Degree courses in Engineering Management at Medeniyet University. in 2023, she started to work as a Doctor's Lecturer at Istanbul Rumeli University Faculty of Engineering and Natural Sciences and still continues to work. National and international articles and papers are available.



ENDEKS

A	Sayfa
AĞBABA	8, 93
B	
BAYAT	55, 137
BUYRUK	8, 55, 68, 93, 137, 150
C	
CAN	1, 85
CANER	8, 93
D	
DUMAN	61, 143
F	
FIRAT	43, 126
G	
GÖLBAŞI	8, 93
K	
KARTUNOV	20, 105
KİZİROĞLU	29, 114
KILIÇASLAN	43, 126



Ö

ÖZTÜRK 73, 155

T

TAPHASANOĞLU 73, 155
TORUN 68, 150

Y

YILMAZ 43, 126