

14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

July 18-19, 2022 / Sivas, TURKEY
Sivas Science and Technology University

(THE PROCEEDINGS BOOK)

EDITOR
Assoc. Prof. Dr. Emre BİÇER

ISBN: 978-625-7720-81-6

<https://www.ispecongress.org/fenmuhendislik>



14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

July 18-19, 2022 / Sivas, TURKEY
Sivas Science and Technology University

(THE PROCEEDINGS BOOK)

EDITOR

Assoc. Prof. Dr. Emre BİÇER

All rights of this book belong to ISPEC. Without permission can't be duplicate or copied.

Authors are responsible both ethically and juridically

ISPEC Publications – 2021 ©

Issued: 13.08.2022

ISBN: 978-625-7720-81-6

Bu Kitabın Tüm Hakları ISPEC Yayınevi'ne aittir.
Yazarlar etik ve hukuki olarak eserlerden sorumludurlar.

ISPEC Yayınevi – 2021 ©

Yayın Tarihi: 13.08.2022

ISBN: 978-625-7720-81-6

CONFERENCE ID

CONFERENCE TITLE

14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING &
NATURAL SCIENCES

DATE and PLACE

July 18-19, 2022 / Sivas, TURKEY

ORGANIZATION

ISPEC INSTITUTE
Sivas Science and Technology University

PRESIDENT OF CONGRESS

Assoc. Prof. Dr. Emre BİÇER

ORGANIZING COMMITTEE

Assoc. Prof. Dr. Kemal Adem
Assoc. Prof. Dr. Ramazan Katırcı
Assist. Prof. Dr. Ali Suat Yıldız
Assist. Prof. Dr. Fuat Erden
Assist. Prof. Dr. Hacı Mehmet Güzey
Assist. Prof. Dr. Salih Özbay
Assist. Prof. Dr. Yaşar Ostovan
Gönül EDEŞLER
Neslihan BALCI

NUMBER of ACCEPTED PAPERS - 203

NUMBER of REJECTED PAPERS - 40

PARTICIPANTS COUNTRY

Turkey-93, Algeria-19, Coimbatore-1, Croatia-1, Estonia-1, Georgia-1,
India-11, Indonesia-2, Iraq-2, Italy-1, Keffi-1, Korea-1, Morocco-10,
Nador Maroc-1, Nigeria-45, Oman-1, Pakistan-4, România-1
Tunisia-1, Ukraine-6

*Double blinded evaluation proces

14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

July 18-19, 2022 / Sivas, TURKEY

(THE PROCEEDINGS BOOK)

<https://www.ispecongress.org/fenmuhendislik>

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Ahmet Yılmaz- Sivas Science and Technology University
Prof. Dr. Ayhan Oral- Çanakkale Onsekiz Mart University
Prof. Dr. H. Emrah Ünal- Middle East Technical University
Prof. Dr. Haydar Livatyalı- Yıldız Technical University
Prof. Dr. Mehmet Şimşir- Sivas Cumhuriyet University
Prof. Dr. Mehmet Yılmaz- Kocaeli University
Prof. Dr. Muhammed Fatih Kılıçaslan- Sivas Science and Technology University
Prof. Dr. Nuran Asmafiliz- Ankara University
Prof. Dr. Özgül Keleş- Istanbul Technical University
Prof. Dr. Servet Turan- Eskisehir Technical University
Prof. Dr. Sıdıka Sungur- Istanbul Health and Technology University
Prof. Dr. Şaban Patat- Erciyes University
Assoc. Prof. Dr. Aytuğ Okumuş- Ankara University
Assoc. Prof. Dr. Davut Uzun- TÜBİTAK MAM
Assoc. Prof. Dr. Emre Biçer- Sivas Science and Technology University
Assoc. Prof. Dr. Emre Erdem- Sabanci University
Assoc. Prof. Dr. Fehmi Akgün- TÜBİTAK MAM
Assoc. Prof. Dr. Gamze Elmas- Ankara University
Assoc. Prof. Dr. Kemal Adem- Sivas Science and Technology University
Assoc. Prof. Dr. M. Tarık Çakır- Sivas Science and Technology University
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Kodal- Kocaeli University
Assoc. Prof. Dr. Muhsin Mazman- t-Dinamik
Assoc. Prof. Dr. Ramazan Katırcı- Sivas Science and Technology University
Assoc. Prof. Dr. Sabit Horoz- Sivas Science and Technology University
Assoc. Prof. Dr. Savaş Kaya- Sivas Science and Technology University
Assoc. Prof. Dr. Şölen Kınayyigit- Gebze Technical University
Assist. Prof. Dr. Ali Suat Yıldız- Sivas Science and Technology University
Assist. Prof. Dr. Betül Kafkaslıoğlu Yıldız- Sivas Science and Technology University
Assist. Prof. Dr. Cengiz Coşkun- Sivas Science and Technology University
Assist. Prof. Dr. Ebru Yabaş- Sivas Cumhuriyet University
Assist. Prof. Dr. Emre Yurtkuran- Sivas Science and Technology University
Assist. Prof. Dr. Fuat Erden- Sivas Science and Technology University
Assist. Prof. Dr. Hacı Mehmet Güzey- Sivas Science and Technology University
Assist. Prof. Dr. İbrahim Korkut- Sivas Science and Technology University
Assist. Prof. Dr. Kholoud Elmabruk- Sivas Science and Technology University
Assist. Prof. Dr. Mehtap Yakut- Ankara University
Assist. Prof. Dr. Nazım Babacan- Sivas Science and Technology University
Assist. Prof. Dr. Nurbanu Güzey- Sivas Science and Technology University
Assist. Prof. Dr. Oğuzhan Alagöz- Afyon Kocatepe University
Assist. Prof. Dr. Salih Özbay- Sivas Science and Technology University

14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

July 18-19, 2022 / Sivas, TURKEY

(THE PROCEEDINGS BOOK)

<https://www.ispecongress.org/fenmuhendislik>

Assist. Prof. Dr. Selma Yazar- Yeni Yuzyıl University
Assist. Prof. Dr. Şevki Can Cevher- Sivas Science and Technology University
Assist. Prof. Dr. Vildan Burgaz- Dogu Akdeniz University
Assist. Prof. Dr. Yusuf Doğan- Sivas Science and Technology University
Dr. Ahmet Altınay- ASPİLSAN
Dr. Alper Ünlü- TEI
Dr. Aslı Sayar- TÜBİTAK MAM
Dr. Aslıhan Esra Bildirici- Exon Biyotek
Dr. Cem Kaypmaz- AVL Engineering
Dr. Gaye Sağlam- SIEMENS
Dr. Günhan Kaytaç- TÜBİTAK BİLGEM
Dr. Günseli Çubukçuoğlu Deniz- Ankara University Stem Cell Institute
Dr. Serhat Gül- TUSAŞ
Dr. Sinan Yılmaz- Izmir Institute of Technology
Dr. Suat Yıldırım- TÜBİTAK BİLGEM
Dr. Şerif Kaya- Metanikel
Dr. Taner Atalar- TÜBİTAK SAGE
Dr. Ahmet H. ERTAŞ- Bursa Technical University
Dr. Akile ZENGİN- Turgut Özal University
Dr. Almaz AHMEDOV- Bakü State University
Dr. Anatoliy LOGINOV - Ukraine Shevchenko Lugan National University
Dr. Aysel GÜVEN- Başkent University
Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA- Orleu National Development Institute
Dr. Ayşe KABATAŞ- Karadeniz Technical University
Dr. Aziz AKSOY- Bitlis Eren University
Dr. BOUKHATEM Mohamed Nadjib- Université Saad Dahlab Blida
Dr. Canan DEMİR-Van Yüzüncü Yıl University
Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA- Rasulbekov Kyrgiz Economy University
Dr. Derya OKUYAN- Balıkesir University University
Dr. Elif Ayşe ANLI- Ankara University
Dr. Elif BAŞKAYA- Karadeniz Technical University
Dr. Fatih ÇOLAK- Uşak University
Dr. Fedâ REHİMOV- Bakü State University
Dr. Filiz BORAN- Hitit University
Dr. George RUDIC- Montreal Pedagogy Institute
Dr. Gökhan KÖK- Ege University
Dr. Günay MERHAN MUĞLU- Atatürk University
Dr. Hale UYAR HAZAR- Aydın Adnan Menderes University
Dr. Hilale CAFEROVA- AMEA Institute
Dr. İbrahim GÜNEŞ- İstanbul Cerrahpaşa University
Dr. İsmail ALTINTOP- Kayseri State Hospital
Dr. Jale ÇATAK- İstanbul Sabahattin Zaim University
Dr. Kenes JUSUPOV- M. Tınısbaev Kazakh Vehicle Academy

14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

July 18-19, 2022 / Sivas, TURKEY

(THE PROCEEDINGS BOOK)

<https://www.ispecongress.org/fenmuhendislik>

Dr. Kerem ASMAZ- Yıldız Technical University
Dr. Kevser Sevgi ÜNAL ASLAN- Osmaniye Korkut Ata University
Dr. Khan Nadezhda- E.A. Buketov Karaganda State University
Dr. Leyla ÇİMEN- Gaziantep Islamic Science and Technology University
Dr. Maira ESIMBOLOVA- Kazakhstan Narkhoz University
Dr. Maria LEONTIK- Macedonia Ishtib Gotse Delchev University
Dr. Maha Hamdan ALANAZI- Riyad King Abdulaziz Technology Institute
Dr. Mahmut Alkan- Niğde Ömer Halisdemir University
Dr. Mavlyanov ABDIGAPPAR- Kyrgyz Elaralık University
Dr. Meixia HUOU- Capital Normal University
Dr. Merdin DANIŞMAZ-Ahi Evran University
Dr. Merve OKUTAN-Hitit University
Dr. Mevlüt ALBAYRAK- Atatürk University
Dr. Murat EYVAZ- Gebze Technical University
Dr. Murat SÖNMEZ- METU
Dr. Mustafa ŞAHİN- Selçuk University
Dr. Mustafa TALAS- Niğde Ömer Halisdemir University
Dr. Mutlu KESKİN- Altınbaş University
Dr. Nazile Abdullazadeh- Azərbaycan Dövlət Pedaqoji University
Dr. Nazmiye ÖZLEM ŞANLI- Istanbul University
Dr. Nurhayat ATASOY- Van Yüzüncü Yıl University
Dr. Özlem ÖZDEMİR- Gazi University
Dr. Remzi TUNTAŞ-Van Yüzüncü Yıl University
Dr. Rovshan ALİYEV - Bakü State University
Dr. Sevde AKSU- Balıkesir University
Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU- Siirt University
Dr. Şevket TULUN-Aksaray University
Dr. Şeyma AYDEMİR- Hitit University
Dr. Ümran SEVİL- Ege University
Dr. Yılmaz KOÇAK- Van Yüzüncü Yıl University
Dr. Yüksel KAPLAN - Niğde Ömer Halisdemir University



14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

July 18-19, 2022 / Sivas, TURKEY
Sivas Science and Technology University

CONFERENCE PROGRAM

Online Session Zoom ID Informations	
Opening Speech	Zoom Meeting ID: 826 4455 7267 Zoom Passcode: 123456
18.07.2022	Zoom Meeting ID: 826 4455 7267 Zoom Passcode: 123456
19.07.2022	Zoom Meeting ID: 826 4455 7267 Zoom Passcode: 123456

SESSION-1 / HALL-6 19.07.2022 / 10:00-12:30 Moderator: Koray KARABULUT	
Zoom Meeting ID: 826 4455 7267 / Zoom Passcode:123456	

AUTHOR	AFFILIATION	TITLE
Cennet Büşra SARICA Dr. Salih ÖZBAY	Sivas University of Science and Technology	EFFECT OF COATING TYPE ON THE BARREL LIFE AND BULLET OUTPUT PARAMETERS IN RIFLED BARRELS
Asaf SAYIL Fuat ERDEN	Sivas University of Science and Technology	DESIGNING A FIN ACTUATOR MECHANISM AND A SMC CONTROLLER FOR GUIDED AMMUNITIONS
Mehmet Nurullah ÖNEL İlhan DANACI Dr. Salih ÖZBAY Keyser İrem DANACI Dr. Fuat ERDEN Dr. Ramazan KATIRCI	Sivas University of Science and Technology	EFFECT OF SURFACE HYDROPHILICITY ON THE SULPHURIZATION PERFORMANCE IN CZTS FILMS
Gökhan KARAÇOBAN Gökhan SOYSAL Yetkin ERSOY Murat EFE	Sivas University of Science and Technology Ankara University	ULTRA WIDE BAND INDOOR POSITIONING SYSTEM: THE EFFECT OF SENSOR GEOMETRY
Sefa Burhan EKER Khaled BAKOUR	Science and Technology University of Sivas	TESTING DEEP LEARNING TECHNIQUES ROBUSTNESS AGAINST GAUSSIAN NOISE
Cengiz COŞKUN Bilal TEKİN	Science and Technology University of Sivas	COMPARING MACHINE LEARNING CLASSIFICATION ALGORITHMS ON AN UNBALANCED DATA
Koray KARABULUT Doğan Engin ALNAK	Sivas Cumhuriyet University	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FIN ANGLE AT COOLING OF HOT PLATES OF IMPINGING JET-CROSS FLOW WITH GRAPHENE OXIDE-WATER NANOFLUID
Koray KARABULUT Doğan Engin ALNAK	Sivas Cumhuriyet University	EXAMINATION OF THE VARIATION OF THERMAL PERFORMANCE WITH JET-PLATE DISTANCE IN IMPINGING JET-CROSS FLOW CHANNELS HAVING FIN AND USED GRAPHEN OXIDE-WATER NANOFLUID
Ahmet SÖZERİ Hasan Kemal SÜRME Ferhat DİKMEN	Istanbul University-Cerrahpasa Yildiz Technical University	BIOMMIMETIC APPROACHES FOR TURBINE BLADE DESIGNS
Ahmet ÇAKIR Hasan Kemal SÜRME	Istanbul University-Cerrahpasa	DESIGN AND MANUFACTURING OF PERSONALIZED FACE (RESPIRATORY) MASK

CONTENTS

AUTHORS	PRESENTATION TITLE	NO
Mehmet AKYÜZ	DETERMINATION OF ANTIDIABETIC PROPERTIES OF ETHANOL EXTRACTS OF MYRTUS (MYRTUS COMMUNIS L)	1
Tuğçe ÖZDEMİR Cansu ARAS Esra KARACA	NANOFIBROUS MAT PRODUCTION FROM SILK FIBROIN SOLUTION PREPARED IN A ONE-STEP	2-7
Hanane Mahir Farah Mesrar Fatıha Ouanji Mohamed Kacimi Mahfoud Ziyad Leonarda F. Liotta	CATALYTIC PERFORMANCE OF MODIFIED VERMICULITE SUPPORTED NICKEL IN METHANE DRY REFORMING WITH CARBON DIOXIDE	8
Ozoemena Emmanuel Eje Chimeremna Victory Ogbonna	PEROXIDASES AS A TOOL FOR SUSTAINABLE ENVIRONMENT: A REVIEW	9
Tayyaba Tanveer Rabia Nazir Sana Khalid Fahad Ali	ADSORPTION OF REACTIVE ORANGE DYE-12 FROM WASTEWATER USING RICE HUSK SILICA	10
Faraan Fareed Rabia Nazir Sana Khalid Fahad Ali	EFFECT OF REACTION PARAMETERS ON THE PARTICLE SIZE AND ADSORPTION POTENTIAL OF NICKEL OXIDE NANOPARTICLES FOR REMOVAL OF REACTIVE ORANGE-II AND CHLORPYRIFOS	11
BouaoudaSoukaina BouyaksassRoukaya Hartal Oussama Taleb Abdeslam Souabi Salah	INVESTIGATING THE EFFICIENCY OF BIOLOGICAL TREATMENT FOR YOUNG LEACHATE FROM THE MOHAMMEDIABENSLIMANE LANDFILL IN MOROCCO	12
Assaad ELOUAFI Sara EZAIRI Abdeslam TIZLIOUINE Mohammed CHAFI Hassan LASSRI	GIANT MAGNETOCALORIC EFFECT IN AMORPHOUS Fe ₃₅ RE ₆₅ (RE=Er and Gd) FOR HYDROGEN LIQUEFACTION AND A MAGNETIC REFRIGERATION AT ROOM TEMPERATURE	13
Soumia Mouffouk Sara Mouffouk Chaima Mouffouk Hamada Haba	PHYTOCHEMICAL STUDY AND BIOLOGICAL ACTIVITES OF THE SPECIES ERINACEA ANTHYLLIS	14
Noreen Sajjad Ayesha Sultan Ayesha Sadiqa	SYNTHESIS AND OPTIMIZATION OF BIODIESEL FROM NON-EDIBLE SEED OIL VIA CATALYZED TRANSESTERIFICATION	15
Damla Kübra GÜRLenkaya Levent GÜREL	A BASIC TEXTILE DYE REMOVAL USING RAW BORLOTTI BEAN SHELLS	16
Karakurkchi Hanna Sakhnenko Mykola Yermolenko Iryna Korogodskaya Alla Yar-Mukhamedova G	MULTICOMPONENT ELECTROLYTIC COATINGS FOR SURFACE TECHNOLOGIES	17
Salisu Isyaku Kunya Sadiq G. Abdu	EMPLOYING THE EIKONAL APPROXIMATION METHOD TO TOTAL CROSS-SECTION COMPUTATION OF SILICON	18-25

SHEU, AKEEM LAWAL	QUALITIES AND RADIO ACCESS PERFORMANCE EVALUATION OF MOBILE SIGNAL COVERAGE IN OYO, OYO STATE, NIGERIA	26-31
Emrah KAPLAN	MICRO / NANO SWIMMING ROBOT TECHNOLOGIES	32-33
Agbo, Okechukwu Chuks James, Tombari Ikenyiri, Ngozi P.	CYBER SECURITY STRATEGIES AND LEVELS OF IMPLEMENTATION BY ELECTRONIC-BASED SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES IN RIVERS STATE	34
Recep Sinan ARSLAN	SECURITY ANALYSIS WITH MACHINE LEARNING USING JAVA BYTECODE AND DALVIK BYTECODE	35-41
Vedat BAYRAM	PROCUREMENT AND INVENTORY OPTIMIZATION CONSIDERING PART DISRUPTIONS IN MANUFACTURING	42
Mrs. Kashika P. H Rekha B Venkatapur	A SURVEY ON OBJECT DETECTION TECHNIQUES IN PANORAMIC IMAGES AND VIDEOS	43-47
Awwal Adejumobi Mojeed Abiodun Yunusa Ahmed Audu Gerald Ike Onwuka	IMPROVED MODIFIED CLASSES OF REGRESSION TYPE ESTIMATORS OF FINITE POPULATION MEAN IN THE PRESENCE OF AUXILIARY ATTRIBUTE	48
DelimaYanti Ambiyar HendriNurdin Purwantono	MATLAB GUI BASED CODE FOR ACCELERATION ANALYSIS ON SLIDER CRANK MECHANISM	49
S.Ramesh Kumar Srikanth Vemuru Srinath.A	TRAFFIC SIGN DETECTION UNDER CHALLENGING CONDITIONS USING MACHINE LEARNING TECHNIQUE FOR AUTONOMOUS VEHICLES	50
K. LAOUBI N. BELLOUL A. AHMED BENYAHIA	BEHAVIOR OF E-GLASS FIBER-REINFORCED UNSATURATED POLYESTER COMPOSITES SUBJECT TO IMPACT FATIGUE	51
Nadia METIDJI Salah BEZARI	EFFECT OF Ti AND B ADDITIONS ON THE AQUEOUS CORROSION BEHAVIOR OF IRON ALUMINIDE	52
IMA. Ghermaoui MC. Ezzine M. Mokhtari M. Belhouari K. Madani1	NUMERICAL ANALYSIS OF THE SURFACE OPTIMIZATION OF AN ADHESIVE JOINT UNDER MECHANICAL AND THERMAL LOADING, SINGLE LAP JOINT (SLJ) COMPOSITE/COMPOSITE	53
Abdelhadi BELAHSEN Hilal ESSAOUINI Ahmed HAMYDY	SLOSHING OF AN IDEAL STRATIFIED FLUID PARTIALLY IN A RECTANGULAR TANK	54
Ilinca Costin Ramadan Ibrahim Tănase Maria	FLANGE LEAKAGE CALCULATION AND PIPING STRESS ANALYSIS APPLIED TO GAS DEVELOPMENT PROJECT	55-56

Uğur USTA Betül KAFKASLIOĞLU YILDIZ Besim Gökçe DARA	EFFECT OF TiO ₂ AND Cr ₂ O ₃ ADDITION ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF Al ₂ O ₃ /ZrO ₂ COMPOSITES	57-64
Tinatın Mshvidobadze	MODERN TECHNOLOGIES TO ENHANCE THE EFFICIENT USE OF AGRICULTURAL RESOURCES	65
Santhosh B Sundar K J.Rishikesan	LANDMINE DETECTION AND SURVEILLANCE ROBOT	66
İrfan UÇKAN Göksel GÜNDAL	ENERGY AND EXERGY ANALYSIS OF A SHELL AND TUBETYPE HEAT EXCHANGER	67-79
İrfan UÇKAN Oktay DURAN	INVESTIGATION OF ENERGY AND EXERGY EFFICIENCY OF PRODUCTION PROCESSES IN A SUGAR FACTORY	80-81
Kaan KUŞTEPE Ebru SARALOĞLU GÜLER	ZINC COATING OF Ti6Al4V ALLOYS IN DIFFERENT PARAMETERS AND INVESTIGATION OF THE PROPERTIES	82-88
Rukiye Betül DİNÇ Remzi VAROL	MANUFACTURING OF BEND FATIGUE EXPERIMENT DEVICE AND INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SHOT PEENING ON THE FATIGUE PROPERTIES OF AA 7075 ALUMINUM ALLOY	89-100
Musa Bilgin	REDUCER MANUFACTURING WITH 3D PRINTER	101-109
Ahmet Tahir KALKIŞIM Muhammed Taha TOPCU Kadir BİLEN	EXERGY AND DYNAMIC DRIVE ANALYSIS FOR ALTERNATIVE REFRIGERANT R-152a	110-111
Ahmet Tahir KALKIŞIM Muhammed Taha TOPCU Kadir BİLEN	USE OF R-1234YF AS AN ALTERNATIVE IN AN AUTOMOBILE AIR CONDITIONING SYSTEM USING R134A AND PERFORMANCE EVALUATION IN TERMS OF THERMODYNAMICS	112-121
Berna TEKİN İrem YILMAZ Yağmur ÇALKAMA	REMEDY OF HIGH CURRENT DEFECT (TREE FORMATION) OCCURRING AT THE RADIUS SECTIONS OF THE PRINTING CYLINDERS	122
Berna TEKİN Hakan ÖZYILMAZ	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF PURE WATER CONDUCTIVITY ON THE PRINTING CYLINDER CELL STRUCTURE	123
Hatice AKTAS Ozlem CEVİZ Ozkan Ufuk NALBANTOGLU Fatma Uslu Burcu BAKİR-GUNGOR	PREDICTION OF COLON CANCER FROM HUMAN GUT MULTI-GENOMIC DATA USING HYBRID SELECTION METHODS AND MACHINE LEARNING	124-132
Yasin GÖRMEZ Zafer AYDIN	PROTEIN SECONDARY STRUCTURE PREDICTION USING DEEP LEARNING MODEL BASED ON GRAPH CONVOLUTIONAL NETWORK	133-140
Yasin GÖRMEZ Halil ARSLAN Yunus Emre IŞIK Mustafa Lemi ELYAKAN	TRACKING IOT BASED PRODUCTION LINES, 3D MONITORING AND THE PLATFORM OF PRODUCTIVITY ANALYSIS	141-142

Shamsuddin Mahmoud SABOUNI Hakan Tacettin TURKER	SEISMIC EVALUATION OF FRICTION DAMPED AND MOMENT RESISTANT STEEL FRAMES BY NONLINEAR STATIC ANALYSIS	143
Masoud ÖZBEK Hakan Tacettin TÜRKER	DESIGN OF ECCENTRICALLY BRACED FRAME BY PERFORMANCE BASED PLASTIC DESIGN METHOD	144
Muhammed ŞAHİN Hakan Tacettin TÜRKER	DESIGN OF STEEL BUCKLING RESTRAINED BRACED FRAMES USING PERFORMANCE-BASED PLASTIC DESIGN METHOD	145
Abdulkerim ERGUT Begum YURDANUR DAGLI Mustafa Erkan TURAN	VIBRATION ANALYSIS OF A PIPE CONVEYING FLUID USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION TECHNIQUE	146
İsmail TUNÇİL Mutlu Tarık ÇAKIR Bekir YELMEN	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CAVITIES ON HEAT TRANSFER IN BRICKS USED IN BUILDINGS	147-154
Alin ABA Kasım YENİGÜN	EVALUATION OF SOME DESIGN CRITERIA WITH ANALYSIS OF CURRENT DAM DAMAGES	155-156
OGUNREMI, A.B ADEWOYIN K. A	NATURAL RADIONUCLIDES AND RADIOLOGICAL HAZARDS ASSESSMENTS IN FOOD CROPS FROM EWEKORO, OGUN STATE NIGERIA	157
Miriam Oguji	FIELD WORK ON RATE OF DISCHARGE OF EKULU RIVER	158
O A Lykholat T Y Lykholat Pro-rector, O M Marenkov Y V Lykholat Lecturer, M O Kvitko	INFLUENCE OF XENOESTROGENS ON THE ORGANISM OF DIFFERENT AGE RATS THROUGH NUTRITION	159-160
I.M. Magami F.B. Obamaïto A. M. Gumi	EVALUATION OF FLOODPLAIN POTENTIALS ON GERMINATION AND GROWTH OF SORGHUM BICOLOR L. AND ZEE MAYS L.	161
ALATISE, S. P. M. A. ADEDOKUN	GROWTH PERFORMANCE AND SURVIVAL RATE OF <i>Clarias gariepinus</i> FINGERLINGS FED <i>Telfera occidentalis</i> SEED MEAL-BASED DIETS	162-167
DAWI, A.W ADEBIYI, O.A ABDULRASHEED, A.M Mahmud, M.M	QUALITY ASSESSMENT OF ENRICHED BISCUITS DIET MADE FROM SELECTED CEREALS AND GROUNDNUT (<i>Arachis hypogaea</i>) COMPOSITE FLOURS	168
Batuieva Y.D. Avksentieva O.O. Udod Yu.O.	ACTIVITY OF PHYTOHORMONES-ANTAGONISTS IN AXIAL ORGANS OF SEEDLINGS UNDER IRRADIATION OF SELECTIVE LIGHT	169
Okoh, J. J. Adbulkadir, S. A., A. Shuaibu, A. Dafur, B.S. Kaye, J. Ojonegecha, A.C Usman, D. Adepoju, A. A.	STUDY OF THE EGG ATTRIBUTES OF THE JAPANESE QUAIL (<i>Cortunix cortunix japonica</i>) RAISED IN GOMBE STATE, NIGERIA	170-171

Haruna Mamman Faweya Ebenezer Babatope Ekene Ikeme Ojo Opeyemi Olukayode Adeniyi Olugbenga	DETERMINATION OF RADON CONCENTRATION IN ITAKPE IRON ORE MINING AREAS AND ITS ENVIRONS	172-181
Umar, M. S. Magami, I. M.	PLASTIC WASTE AS ENVIRONMENTAL HAZARD AND SOURCE OF WEALTH: REVIEW	182
DAYYIBU MUHAMMED BARKINDO	ANALYSIS OF HEAVY METALS CONTENT IN FRUITS AND VEGETABLES GROWN ALONG JAKARA STREAM CHANNEL IN KANO METROPOLIS	183
Enang Humphrey Erena Bate, Garba Barde	BACTERIOLOGICAL AND WATER QUALITY INDEX OF CALABAR RIVER AND SHIP BALLAST WATER LANDING IN CALABAR PORT, NIGERIA	184
Ubana, M.A. Ajibe, Y.Y. Bamidele, T.O.	COMPARATIVE CHEMICAL EVALUATION OF THREE SPECIES OF MELON (Cucumis melo, Cucurbita moschata and Cucumeropsis manni) SEEDS.	185
Rohini.P Ayona Jayadev	AN OUTLOOK OF MICROPLASTIC-A REVIEW	186-191
Adeboye, Muhammed Mustapha Manga, Shaibu Bala	PLASMID PROFILING OF MULTIDRUG RESISTANT STAPHYLOCOCCUS AUREUS FROM LEPROSY ULCER SAMPLES	192
Loubna Rachidi Ghizlan Kaichouh Miloud El Karbane Hind Chakchak Kacem El Kacemi Aicha Guessous	BIO-ELECTRO FENTON PROCESS FOR TREATMENT OF ANTIDEPRESSANT POLLUTANT: PERFORMANCE ENHANCEMENT	193
Deepti Khubalkar	CRITICAL ANALYSIS OF THE MEDICAL NEGLIGENCE AND TELEMEDICINE LAWS IN INDIA	194
Titus Ifeanyi Chinebu Chidi Ukwuoma Okonkwo Taiye Oyedepo Okafor Johnson Iyoke Michael Emenike Ukwungwu Nneoma Joyce Ikechukwu Taye Azeez Iyandal	NUMERICAL SIMULATION OF THE INTRACELLULAR DYNAMICS OF HBV/MALARIA CO-INFECTION WITH IMMUNE CONTROL AND TREATMENT	195
My DrissAouragh Mohamed Nahli	SLIDING-MODE CONTROL SOLUTION FOR AN ELASTIC THIN TAPE WITH DISTURBANCE	196
Mokhtar Noori Saddam Rawan Adnan Fayyad	AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE PERFORMANCE OF A HYBRID SOLAR COOLING SYSTEM IN THE CLIMATE OF IRAQ	197
Rawan Ad. Fayyad Khudheyer S. Mushatet	A REVIEW PERFORMANCE EVALUATION OF A SOLAR AIR HEATER USING DIFFERENT SHAPED RIBS MOUNTED ON THE ABSORBER PLATE	198
Mehadjia BEZZERROUKI Abderrahmane SAHLI Imene LARICHE	COMPARATIVE STUDY BETWEEN THE SINGLE AND DOUBLE LAP JOINTS UNDER MECHANICAL LOADING	199
Ismail Boudjemaa	PREDICTING PRESSURE DISTRIBUTION BETWEENPERSONALIZED FOAM LINER AND RESIDUAL LIMB USING FINITE ELEMENT ANALYSI	200

Mouh Cherfi	MODELING OF THE STRESS DISTRIBUTION IN THE ADHESIVE OF THE STUMP (CALCULATION OF CONTACT PARAMETERS)	201
Omelchenko O.M. Makarchuk M.Y. Bondarenko M.P. Bondarenko O.V	FMRI ANALYSIS FOR CHARACTERIZATION OF DEFAULT MODE BRAIN NETWORKS FUNCTIONING DURING SIMPLE MOTOR TASK EXECUTION	202
Elena Sierikova Elena Strelnikova Denys Kryutchenko	FUZZY METHODS FOR SLOSHING MODELLING IN RESERVOIRS	203-204
Tukur, U.G. M. Musa Hassan L.G. Sokoto, A.M.	YIELD OPTIMIZATION OF TORREFIED Calotropis procera STEM FOR GASIFICATION USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY	205
Mudasiru Abiodun SEMIU Abdullahi IDRIS Abdullateef Bayo OKENIYI Kingsley Sunday IHEDIGBO Nusirat Abisola BELLO	A REVIEW OF THE KEY BARRIERS TOWARDS EFFECTIVE COMMUNICATION IN THE NIGERIAN CONSTRUCTION INDUSTRY	206
Abdulazeez Bidemi SALAKO Adebisi AbosededeBAMGBADE	REVIEWING THE BARRIERSTO IMPLEMENTATION OF CONSTRUCTION MANAGEMENT TECHNIQUES FOR EFFECTIVE PROJECT DELIVERY IN THE NIGERIAN CONSTRUCTION INDUSTRY	207
Ömer KARABULUT Osman BULUT	A STUDY ON THE CONTROL OF TORSIONAL BEHAVIOR IN STRUCTURES WITH DAMPERS	208-209
Cennet Büşra SARICA Salih ÖZBAY	EFFECT OF COATING TYPE ON THE BARREL LIFE AND BULLET OUTPUT PARAMETERS IN RIFLED BARRELS	210-216
Asaf SAYIL Fuat ERDEN	DESIGNING A FIN ACTUATOR MECHANISM AND A SMC CONTROLLER FOR GUIDED AMMUNITIONS	217-218
Mehmet Nurullah ÖNEL İlhan DANACI Salih ÖZBAY Kevser İrem DANACI Fuat ERDEN Ramazan KATIRCI	EFFECT OF SURFACE HYDROPHILICITY ON THE SULPHURIZATION PERFORMANCE IN CZTS FILMS	219-226
Gökhan KARAÇOBAN Gökhan SOYSAL Yetkin ERSOY Murat EFE	ULTRA WIDE BAND INDOOR POSITIONING SYSTEM: THE EFFECT OF SENSOR GEOMETRY	227
Sefa Burhan EKER Khaled BAKOUR	TESTING DEEP LEARNING TECHNIQUES ROBUSTNESS AGAINST GAUSSIAN NOISE	228
Cengiz COŞKUN Bilal TEKİN	COMPARING MACHINE LEARNING CLASSIFICATION ALGORITHMS ON AN UNBALANCED DATA	229-236
Koray KARABULUT Doğan Engin ALNAK	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FIN ANGLE AT COOLING OF HOT PLATES OF IMPINGING JET-CROSS FLOW WITH GRAPHENE OXIDE-WATER NANOFLUID	237-254

Koray KARABULUT Doğan Engin ALNAK	EXAMINATION OF THE VARIATION OF THERMAL PERFORMANCE WITH JET-PLATE DISTANCE IN IMPINGING JET-CROSS FLOW CHANNELS HAVING FIN AND USED GRAPHEN OXIDE-WATER NANOFUID	255-272
Ahmet SÖZERİ Hasan Kemal SÜRME Ferhat DİKMEN	BIOMMIMETIC APPROACHES FOR TURBINE BLADE DESIGNS	273-281
Ahmet ÇAKIR Hasan Kemal SÜRME	DESIGN AND MANUFACTURING OF PERSONALIZED FACE (RESPIRATORY) MASK	282-288
Nazmiye Gonul BİLGİN Emine GUVEN	ON ANEW TYPE OF DD STANCU OPERATORS	289-304
Nisa ÇELİK	JACOBI ELLIPTIC FUNCTION EXPANSION METHOD FOR SOLVING A NEW EXTENDED (2+1)-DIMENSIONAL BOUSSINESQ EQUATION	305-315
Bekir AKBAŞ Salih AYTAR	CONSUMER SURPLUS AND PRODUCER SURPLUS WITH INTERVAL-VALUED TRIANGULARFUZZY NUMBERS FOR EXPONENTIAL SUPPLY AND EXPONENTIAL DEMAND FUNCTIONS	316-329
Cafer Tayyar OKKA Süleyman Savaş DURDURAN	DROUGHT ANALYSIS FORECAST IN ERMENEK DAM BASIN USING SPI AND SPEI INDICES	330-342
Murat AKCIL Serap AKCAN	MARKET BASKET ANALYSIS APPLICATION WITH WEKA	343-344
Muzaffer ATEŞ Zeynep Uçar NADİROĞLU	ANALYSIS OF THE EFFECT OF HYPER PARAMETER OPTIMIZATION IN CONVENTIONAL NEURAL NETWORKS USING BAYES METHOD	345-346
Alper ZÖNGÜR	EVALUATION of TOTAL POLYPHENOL CONTENT and ANTIOXIDANT PROPERTIES of GILABURU (ViburnumopulusL.) FRUIT GROWED in SİVAS GEMEREK and KAYSERİ BÜNYAN	347-353
Şeyda ALTINDAĞ Bige İNCEDAYI	USE OF PLANT POLYPHENOLS IN FOOD PRODUCTION	354-360
Ismail SARIGUL TanelTENSON	INVOLVEMENT OF ESCHERICHIA COLI CORC IN MAGNESIUM HOMEOSTASIS AND RIBOSOME METABOLISM	361
Popoola Moshood Abiola	SAFETY ASSESSMENT OF MILKING PRACTICES AMONG SMALLHOLDER DAIRY CATTLE FARMERS IN OYO STATE, NIGERIA	362
Akosile, O. A. Majekodunmi, B. C. Sogunle, O. M. Baloyi, J. J Fushai, F. Bhebhe, E. Oke, O. E.	RESPONSES OF BROILER CHICKENS TO IN OVO FEEDING OF CLOVE AND CINNAMON EXTRACT UNDER HOT-HUMID ENVIRONMENTS	363
Promise Goodness Adeleye Aderemi Timothy Adeleye	UTILIZATION OF ANTIMICROBIAL AGENTS IN SUSTAINABLE LIVESTOCK PRODUCTION	364

Abdurrahman, U. D Bunza, M. D. A Isyaku, N.T Atta, D. D	EPIDEMIOLOGY OF GASTROINTESTINAL HELMINTH PARASITES OF CATTLE SLAUGHTERED IN YAURI EMIRATE, KEBBI STATE, NIGERIA	365-373
Chukwu-Eze U.S. Mairiga J.P. Ijeomah A.U. Maiva E.P. Kasar, S. Chiamaka I. J.	COMPARATIVE ANALYSIS OF ANTI- PROLIFERATIVE EFFECT OF ZINGIBER OFFICINALE(GINGER) AND SOLANUM LYCOPERSICUM (TOMATOES) ON TESTOSTERONE INDUCED BENIGN PROSTATIC HYPERPLASIA IN MALE ALBINO WISTAR RATS	374-383
Mairiga, J.P. Ukeagbu, M.C. Ambi, L. J	USE OF BLOOD GROUP FOR CLINICAL PREDICTION OF ACETYLATOR PHENOTYPE IN TUBERCULOSIS PATIENTS ON MEDICARE	384-394
Anita Pandey	EFFECT OF GLOBAL WARMING ON GLOBAL FAUNA	395-401
.Olena Husarova	KINETICS OF DRYING DURING OBTAINING SNACKS FROM FLAX SEEDS	402
BALAMURUGAN V R ARUNKUMAR	OPPORTUNITIES OF DRONE TECHNOLOGY IN INDIAN AGRICULTURE	403
Shitu, S. Aina, T. D. Adeleye, A. D.	PUBLIC HEALTH ASSESSMENT OF MYCOTOXIGENIC MOULDS CONTAMINATING OF DRIED OKRA FROM SELECTED LOCAL GOVERNMENTS OF KADUNA NORTH SENATORIAL DISTRICT, KADUNA STATE, NIGERIA	404
R. Sanjeev Kumara L. Tharani Kumarb R. Ramyab S. Bhuvaneshwari N.K. Udaya Prakasha	STUDIES ON THE CHARACTERIZATION OF BIOSOOT OF LEONOTISNEPETIFOLIA, AN AROMATIC PLANT	405
Basri OMAC	THE COMBINATION OF MILD HEAT TREATMENT AND ULTRASOUND TO INACTIVATE SALMONELLA ON GRAPE TOMATOES	406-413
Faridat Temilomo Olaniyan Elizabeth Temitope. Alori Aruna Olasekan Adekiya	EFFECT OF ORGANIC AMENDMENTS ON DISEASE SUPPRESSION AND SOIL PROPERTIES USING TOMATO AS A TEST CROP	414
Usman H Musa KY Ahmad A Magaji MG Abubakar ZA Mohammed HS Ogunleye OS Abubakar ZU	PHARMACOGNOSTIC STANDARDIZATION OF THE LEAF CUSSONIA BATERI SEEMANN (ARALIACEAE)	415
Azza MASMOUDI Ahlem BEN SIK ALi Hatem DHAOUADI Hatem MHIRI	EXPERIMENTAL STUDY AND MODELING OF SLUDGE DRYING BED OF DIFFERENT THICKNESSES	416
G.Meenu Pragathi K.Gopinath C. Balalakshmi	SINGLE STEP SYNTHESIS OF VANADIUM PENTOXIDE NANOPARTICLES USING TERMINALIA ARJUNA BARK EXTRACT AND THEIR EVALUATED THE ANTIBACTERIAL APPLICATION	417

Agbana, J. A. Osebeyo, E. S. Enefolo, M. Oyewole, B. O	ENHANCEMENT OF THE NUTRITIVE VALUE OF GROUND NUT PEELS WITH PLEUROTUS OSTREATUS AND GANODEMA LUCIDIUM FOR USE AS LIVESTOCK FEED	418
Adeyinka Elizabeth Ajiboye Nusirat Bukola Magaji Rantimi Abosedo Olawoyin	GLUCOSE PRODUCTION FROM BANANA PEELS USING ASPERGILLUS FLAVUS AND ASPERGILLUS ORYZAE ATCC 17891	419
S.A. Adegoke A. A.Bashir.	DETERMINATION OF MYCOFLORA AND AFLATOXIN STATUS OF SORGHUM (Sorghum bicolor L.) SOLD IN ANYIGBA MAIN MARKET, KOGI STATE	420
Amirouche Bouamer Abderrahmane YOUNES	ELABORATION AND CHARACTERIZATION OF PLA/Al ₂ O ₃ /TiO ₂ COMPOSITES FLMS	421
Abderrahmane YOUNES Amirouche BOUAMER Rachid AMRAOUI Abderahim ABADA	MAGNETIC AND STRUCTURAL PROPERTIES OF METALLIC NANOCRYSTALLINE IRON BASED ALLOY OF THE Fe ₈₀ A ₂₀ Type (A= Co, Ni, Cu, Al, and Si) SYNTHESIZED BY MECHANOSYNTHESIS	422
A. AHDOUR A. TAOUFYQ L.ANEFLOUS A. BENLHACHEMI B. BAKIZ	NEW Cu ₂ O/BaHPO ₄ -BASED PHOTOELECTRODE FOR ELECTROCATALYTIC AND PHOTOELECTROCATALYTIC APPLICATIONS UNDER VISIBLE IRRADIATION	423
N.Jaafari H.Banouni A.Amghar F.Bakkali	ULTRASONIC VELOCITY MEASUREMENT OF MILK COAGULATION	424
Farida Ait lhaj Souad El Hajjaji Abdelkebir Bellaouchou	DETERMINANT OF PERSISTENT ORGANIC POLLUTANT (POP) CON-CENTRATIONS IN HUMAN BREAST MILK IN MOROCCO	425
Z. Rahou D. Moustaine Y. Ben-Ali A. Hallaoui	THERMODYNAMIC OPTIMIZATION OF Ce–Ni BINARY SYSTEM	426
Mohammad Imran Eun-Bi Kim Mohammad Shaheer Akhtar Dong-Heui Kwak Sadia Ameen	TUNGSTEN OXIDE NANOWALLS NANOSTRUCTURES GROWN BY CONTROLLED HFCVD PROCESS FOR ELECTROCHEMICAL DETECTION OF METHYLAMINE SOLUTION	427
Adel Mokhtar Bouhadjar Boukoussa Soumia Abdelkrim Amal Djelad Mohamed Sassi	ALGINATE@LAYERED SILICATE COMPOSITE BEADS FOR TEXTILE DYE REMOVAL: BOX–BEHNKEN DESIGN OPTIMIZATION AND ANTIBACTERIAL STUDY	428-429
Soumia Abdelkrim Adel Mokhtar Mehdi Zahraoui Amal Djelad Mohamed Sassi	CATALYTIC REDUCTION AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF MCM-41 MODIFIED BY SILVER NANOPARTICLES	430-431
Ali GOKSU Gülseven DURAN Seda ÇİLİNGİR Mutlu ÇEVİK Serdal SABANCI	PECTIN PRODUCTION FROM LEMON PEEL POWDER BY OHMIC HEATING AND CONVENTIONAL METHODS	432-433

Johnson Oshiobugie Momoh Taiwo Toyin Oshin Olanrewaju Anthony Damazio	GAS CHROMATOGRAPHY–MASS SPECTROMETRY AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF METHANOLIC LEAF EXTRACT OF AZADIRACHTA INDICA AGAINST ESCHERICHIA COLI	434
Elif YAVER	CAROB FLOUR AS FAT SUBSTITUTE IN CRACKERS ENRICHED WITH BLACK CHICKPEA FLOUR	435-441
Tülin AVCI HANSU M. Raşit ATELGE Mustafa KAYA Abdulaziz ATABANI Hilal DEMİR KIVRAK	CONVERSION OF WASTE OILS TO BIODIESEL IN THE PRESENCE OF BIOMASS-BASED CATALYST	442-443
Sümeyye YALDUZ Mehmet YILMAZ	MICROWAVE ASSISTED SYNTHESIS OF 2,3-DIHYDRO-4H-FURO[2,3-d]PYRIDO[1,2-a]PYRIMIDIN-4-ONES	444
Sinem ÇAKIR Serdar Batıkan KAVUKCU Hayati TÜRKMEN Gülşah TÜRKMEN	SYNTHESIS OF NAPHTHALENEBENZIMIDAZOLE DERIVATIVES VIA SUZUKI-MIYAUURA CROSS-COUPPLING REACTION	445
Sıdıka Tuğçe DAĞLIOĞLU	COMPARISON OF THE MICROBIAL STRUCTURE ON HYDROGENOTROPHIC BIOMETHANE PRODUCTION	446
Muhammet Serhat ÖZASLAN	INVESTIGATION OF THE IN VITRO EFFECTS OF SOME INDOLES ON GLUTATHIONE REDUCTASE ACTIVITY	447-448
Zeynel ÖZTÜRK	A NOVEL POROUS GRAPHENE FRAMEWORK STRUCTURE; COMPUTATIONAL STRUCTURAL ANALYSIS	449-458
Bingül KURT URHAN Ümit DEMİR	FACILE SYNTHESIS ROUTE OF NICKEL COBALTITE-ELECTROREDUCED GRAPHENE OXIDE (NiCo ₂ O ₄ /ERGO) ELECTROCATALYSTS	459-460
İrfan ŞAHİN	SYNTHESIS, STRUCTURAL CHARACTERIZATION AND CHOLINESTERASE INHIBITOR PROPERTIES OF NEW α -AMINOPHOSPHONATE COMPOUNDS	461-469
Hüseyin YILDIZ	NONLINEAR ANALYSIS OF SPHERICAL ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS	470-477
Emre AYDIN Bülent ÇELİK Harun MİNDİVAN	EVALUATION OF PROPERTIES OF AISI 4140 STEEL FOR REPLACEMENT OF GGG 70 GRADE CAST IRON WHEEL USED IN CRANES	478-479
Emre AYDIN Bülent ÇELİK Harun MİNDİVAN	THE EFFECT OF ALLOYING ELEMENTS OF MICROSTRUCTURE, MECHANICAL AND WEAR PROPERTIES OF GGG50 DUCTILE IRONS	480-481
Muhammed HALEF Saltuk Buğra SELÇUKLU	SOLAR POWER PLANT PRODUCTION FORECAST WITH MACHINE LEARNING	482-483
Hatice ŞİMŞEK	EFFECT OF SECOND ORDER BOUNDARY CONDITIONS ON WATER BASED CU NANO FLUID FLOW BETWEEN MICRO PARALLEL PLATES	484-498

Burak CİVELEK Prof. Dr. Sinan KIVRAK	AUTONOMOUS ROUTE PLANNING MODEL FOR RAM AIR PARAFOİL SYSTEM	499-500
Ayşe ÇOBAN Assoc. Prof. Dr. Fatih ÖZYURT	COMPARISON OF FACE DATA CLASSIFICATION PERFORMANCES OF LIGHTWEIGHT CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS AND CAPSULE NETWORK	501-506
Ayşe ÇOBAN Assoc. Prof. Dr. Fatih ÖZYURT	EXAMINATION OF CLASSIFICATION CASE OF CAPSULE NETWORKS IN DIFFERENT SIZES OF DATASETS	507-515
Ayhan GÜLTEKİN Yaşar BECERİKLİ	A HYBRID UAV PATH PLANNING ALGORITHM BASED ON APF AND RRT	516-517
Selgin AL Nihat ARIKAN	A COMPREHENSIVE INVESTIGATION ON MECHANICAL PROPERTIES OF FULL-HEUSLER LiMg ₂ Rh	518-522
Selgin AL Nihat ARIKAN	STRUCTURAL, ELASTIC, MECHANICAL AND VIBRATIONAL PROPERTIES OF HALF-HEUSLER HfIrSi	523-526
Osman KAHVECİ	HYDROGEN GAS EVALUATION RATE OF Al-B ALLOYS IN NaOH AQUEOUS SOLUTION	527-531
Mehmet GÜÇYETMEZ Barış Gürcan HAKANOĞLU	A NEW ANTENNA MODEL FOR SMART GRID DATA COMMUNICATION AT 868 MHz ZIGBEE BAND	532-540
Mouaadh FELKAT Ahmet KARAARSLAN	TENNIS THROWING MACHINE CONTROL VIA VOICE USING BLUETOOTH OF AN ARDUINO- BASED	541-551
Ali SHAİBU Ahmet KARAARSLAN	PERFORMANCE ANALYSIS AND COMPARISON OF FUZZY LOGIC AND PI CONTROLLED NON- INVERTING BUCK-BOOST CONVERTER	552-559
Rabah Delfouf Nacerdine Bouzit Nacerdine Bourouba Labiba Chioukh	INVESTIGATION OF DIELECTRIC PROPERTIES OF A COMPOSITE (RESIN EPOXY- BARIUM TITANATE) USING A MICROWAVE TEST BENCH AT 9.49 GHz	560
Babita Saiyed	ULTRASONIC ASSISTED GREEN SYNTHESIS OF NANOSTRUCTURED MATERIALS: A REVIEW	561
Gabriel CORREA BANDEIRA Hélio Raymundo FERREIRA FILHO Renata MELO E SILVA DE OLIVEIRA Marcelo José RAIOL SOUZA	ANALYSIS OF THE POTENTIAL FOR ENERGY EFFICIENCY IN HOMES IN THE METROPOLITAN REGION OF BELÉM, IN THE STATE OF PARÁ, IN BRAZIL	562
Mohamed MILOUDI Houcine MILOUDI Mohamed MANKOUR Abdelkader GOURBI	ADDITIONAL MITIGATION CONSIDERATIONS FOR SWITCHING POWER SUPPLIES	563
Ahmad, Bilyaminu Rafi Muhammad, Ahmad Galadima Mohammed, Adamu Usman, Abdullahi	SYNTHESIS OF BIODIESEL FROM ANACARDIUM OCCIDENTALE (CASHEW NUT) SEED USING KI/Al ₂ O ₃ CATALYZED IN-SITU TRANSESTERIFICATION PROCESS	564

Abiona, D. L Oseni W. A	DETERMINATION OF THE PHYTOCHEMICALS CONSTITUENTS AND THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE AQUEOUS EXTRACT OF SCHREBERA ARBOREA WOODY FRUITS CAPSULES.	565
Muhammad Tukur Ibrahim Adamu Uzairu	MOLECULAR MODELLING, STRUCTURE-BASED DESIGN, DFT CALCULATIONS AND PHARMACOKINETIC EVALUATION OF SOME EGFR DOUBLE MUTANT INHIBITORS	566
Ibrahim A. Abdulganiyyu Mustapah Bashir K Zainab Jamil A. Abdulsalam Ahmad	IN SILICO STRUCTURAL STUDY OF PHOTOLYSIS IN WATER AND MIMETIC MEMBRANE USING NMR DISTANCE RESTRAINED MOLECULAR DYNAMICS SIMULATION	567-568
Ibrahim A. Abdulganiyyu Mustapah Bashir K Zainab Jamil A. Abdulsalam Ahmad	MIMETIC ANALOGS OF INSECT NEUROPEPTIDES: RATIONAL TOOLS IN DEVELOPMENT OF NOVEL PEST MANAGEMENT STRATEGIES	569
Salaudeen, A. A. S.M.,Dangoggo, U.Z., Faruq, H.E., Mshelia	PHYTOCHEMICAL AND ANTIBACTERIAL STUDIES OF CORDIA AFRICANA (STEM BARK EXTRACTS)	570-580
FO Olojo JO Olanlokun OO Olorunsogo	ANTI-INFLAMMATORY AND TOXICITY STUDY OF STIGMASTEROL PURIFIED FROM Piptadeniastrum africanum (HOOK.f.) ON ULCERATIVE COLITIS.	581
Mirian Chioma Ementu-Maxwell	PHYSICO-CHEMICAL ASSESSMENT OF WASTE IN RUMUAGHOLU LANDFILL AND THEIR HEALTH EFFECTS	582
OUSSAMA RIOUCHI NASSIMA RIOUCHI EDUARD BARDAJA ROSRIGUEZ ARACHID TOUZANI	DEVELOPMENT AND SHAPING OF NEW PROPENE OXIDATION CATALYSTS THAT CAN BE INTEGRATED OR INTEGRATED INTO A MILLI-REACTOR	583
Chaima Mouffouk Sara Mouffouk Soumia Mouffouk Hamada Haba	BIOCHEMICAL STUDY OF THE SPECIES LINARIA SCARIOZA DESF	584
Lamamra Mebarka LaouerHocine	EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE FLOWER OF Daucus aristidis ESSENTIAL OIL	585
Nassima RIOUCHI Oussama RIOUCHI Mohamed ABOU-SALAMA Mohamed LOUITOU	MODIFICATION OF BENTONITE FROM THE EASTERN REGION OF THE CITY OF NADOR AND APPLICATIONS IN DYE ADSORPTION TEXTILES AND HEAVY METALS	586
Anisa Zahraand DwiYuniHastati	QUALITY IDENTIFICATION OF USED COOKING OIL BASED ON FREE FATTY ACID INDICATOR: A CASE IN THE FROZEN FOOD INDUSTRY OF COMPANY Z	587
A.Sandhya G.Venkata Ramana Reddy G.V.S.R.Deekshitulu	EFFECT OF CHEMICAL REACTION ON EYRING-POWELL NANO-FLUID FLOW OVER A POROUS STRETCHING SHEET IN THE PRESENCE OF VARIABLE VISCOSITY	588

Gülbin ERDOĞAN Ahmet KURUNÇ	ANALYTICAL METHODS USED FOR DETERMINATION OF BIOACTIVE COMPONENTS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF LILIUM CANDIDUM L. (WHITE LILY PLANT)	589-590
Gülbin ERDOĞAN Nesrin DAVUTOĞLU	ANALYTICAL METHODS USED FOR THE DETERMINATION OF PENICILLIN	591-592
Merve BAYRAKDAR Burcu PALAS Gülin ERSÖZ	HEAVY METAL RECOVERY FROM ELECTROPLATING WASTEWATERS BY SYNTHESIS OF LAYERED DOUBLE HYDROXIDES AND FERRITES	593-600
Nitu L. Wankhede	AGMATINE MODULATES NEURODEVELOPMENTAL ALTERATIONS IN OFFSPRING INDUCED BY MATERNAL STRESS	601
U Kashif A Aslam MB Kakakhel	ASSESSMENT OF SOFT-TISSUE SUBSTITUTES FOR MEGAVOLTAGE RADIOTHERAPY PHOTON BEAMS	602
Emmanuel Ilesanmi Adeyeye Abdul Ademola Olaleye	COMPARATIVE ANALYSIS OF PROXIMATE COMPOSITION, ENERGY CONTRIBUTIONS AND VITAMIN CONTENTS OF MORINGA OLEIFERA COTYLEDON AND TESTA	603-612
Kürşad UÇAR	IMAGE NOISE REDUCTION WITH TETROLET-16 TRANSFORMATION	613-618
Haydar KEPEKÇİ Ahmet YURTSEVEN Levent BARBAK	CFD ANALYSIS OF SINGLE MODULE DESIGN FOR FLOATING SOLAR POWER PLANTS	619-627
Mahmut CENGİZ Furkan Nur DENİZ	POSITION CONTROL OF DC MOTOR USING FRACTIONAL FUZZY INFERENCE SYSTEM	628-639
Bircan DEMİRAL Özgür ERTUĞ	CAPACITY AND RATE PERFORMANCE OF ANTENNA SELECTION ALGORITHMS IN MIMO-NOMA SYSTEMS	640-641
Halil ARSLAN Veynel GÜNDÜZ Yunus Emre IŞIK Yasin GÖRMEZ	DEVELOPMENT OF SYSLOG MODULE FOR CONNECTING SAP SYSTEMS TO SIEM SOFTWARE	642-643
Halil BERBEROĞLU Mehmet TİKEN Elif ORHAN Can CANDAN	PERFORMANCE EVALUATION OF SILICON PHOTOMULTIPLIER DETECTOR ON THE USE OF LASER RANGEFINDER	644
Cemre İrem AKCAN Gamze Nur SEÇİLMİŞ Kholoud ELMABRUK	SCINTILLATION OF SINE AND SINE HYPERBOLIC GAUSSIAN BEAMS PROPAGATING IN ATMOSPHERIC TURBULENCE	645
Ayşe Nur ÇAYIR Şekip DALGAÇ Kholoud ELMABRUK	SYSTEM PARAMETERS EFFECT ON SCINTILLATION OF PARTIALLY COHERENT SINUSOIDAL AND SINUSOIDAL HYPERBOLIC GAUSSIAN BEAMS	646
Zeynep AKAR	COMPARISON OF ANTIOXIDANT ACTIVITY AND α -GLUCOSIDASE ENZYME INHIBITION WITH OTHER GREEN TEA PRODUCTS UNDER BREWING CONDITIONS	647
Aysel İÇÖZ	BACTERIOCINS AND FOOD SAFETY	648-660

Demet ARIKAN Cengiz YÜRÜRDURMAZ	DETERMINATION OF SOME MORPHOLOGICAL FEATURES RELATING TO PRODUCTION IN BARLEY VARIETIES	661
Gülşen GÜÇLÜ Tuğba GÜRKÖK TAN	ROLE OF LONG NONCODING RNAs (lncRNAs) IN THE BIOSYNTHESIS OF SECONDARY METABOLITES	662-670
Seyda AKIN Aslihan Esra BILDIRICI Nilgun CEKIN Ergun PINARBASI	RELATIONSHIP BETWEEN STOX1 GENE PROMOTER VARIATIONS AND PREECLAMPSIA IN A TURKISH POPULATION	671
Aslihan Esra BILDIRICI Seyda AKIN Nilgun CEKIN Ergun PINARBASI	INVESTIGATION OF ACE GENE PROMOTER REGION VARIATIONS IN PATIENTS WITH PREECLAMPSIA	672
Reyyan KAVAK YÜRÜK	PERFORMANCE EVALUATION OF DIGITAL RADIOGRAPHY X-RAY DETECTORS	673
Sumeyye CESUR	PRODUCTION OF METFORMIN-LOADED ELECTROSPUN FIBER USING ELECTROSPINNING FOR DIABETIC WOUND HEALING	674
Pınar KURT Nalan YILDIRIM DOĞAN	METABARCODING	675-676
Rakesh Ranjan Narendra Kumar RajeshKumarSinha	NUMERICAL SOLUTION FOR SINGULARLY PERTURBED CONVECTION DIFFUSION EQUATION THROUGH FITTED THREE TERM FINITE DIFFERENCE METHOD	677
TALHA USMAN	UNIFIED REPRESENTATIONS OF GENERALIZED VOIGT FUNCTION VIA POLYNOMIALS AND NUMBERS	678
Vilda PURUTÇUOĞLU Selçuk Meriç KÖSTEKÇİ	DISTRIBUTION CONTROL IN APPROXIMATE STOCHASTIC SIMULATION ALGORITHM OF BIOLOGICAL SYSTEMS	679-685
Vilda PURUTÇUOĞLU Duygu VAROL	A CASE STUDY IN STATISTICAL MODELING ON DIVORCE OCCURRENCE IN TURKISH FAMILY STRUCTURE	686-692
Otaide Ikechukwu Jackson Ayinde, MuhammedAbdullahi OgehOke Kenneth Ajileye Ganiyu	FOURTH KIND CHEBYSHEV POLYNOMIALS FOR THE SOLUTION OF TENTH ORDER BOUNDARY VALUE PROBLEMS USING VARIATIONAL ITERATION TECHNIQUE	693
Subhayan Maity	CYCLIC EVOLUTION OF A TWO FLUID DIFFUSIVE UNIVERSE	694-700
Yahaya Shagaiya Daniel	EFFECT OF PRANDTL NUMBER ON EMHD NANOFUID FLOW TOWARD A VERTICAL SHEET	701
Archana Dixit Anirudh Pradhan Raghavendra Chaubey	COSMOLOGICAL SCENARIO IN $\kappa(R, T)$ GRAVITY	702

Ibrahim Haruna UMAR Müge Elif ORAKOĞLU FIRAT	INVESTIGATION OF UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF SOILS STABILIZED WITH WASTE ELAZIG CHERRY MARBLE POWDER AT DIFFERENT WATER CONTENTS	703-711
Nives Ostojjić-Škomrlj Ivan Jadrijević	INFLUENCE OF ADMIXTURES ON THE PRICE OF CONCRETE MIXTURE	712

GRAFEN OKSİT-SU NANOAKIŞKANLI ÇARPAN JET-ÇAPRAZ AKIŞIN ISINMIŞ PLAKALARI SOĞUTMASINDA KANATÇIK AÇISININ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Koray KARABULUT

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Doğalgaz ve Tesisatı Teknolojisi Programı
ORCID: 0000-0001-5680-0988

Doğan Engin ALNAK

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Enerji Sistemleri Ana Bilim Dalı
ORCID: 0000-0003-0126-1483

Özet

Modern ve yüksek güçlü, kompakt elektronik bileşenlerin kullanım ömrü, onların ısı yayma kapasitesinden etkilenmektedir. Günlük hayatın her aşamasında kullanım alanı olan ve gelişen teknolojiyle birlikte minyatürleşerek ısınma problemi ortaya çıkan mikroçiplerin soğutulmaları oldukça önemli hale gelmiştir. Bu çalışmada, kanallarda bulunan sabit 1000 W/m^2 ısı akılı daire oyuk ve yamuk modellerin su ve %0,02 hacimsel nanoparçacık konsantrasyonlu GO (Grafen Oksit)-Su nanoakışkanı kullanılarak çarpan jet-çapraz akışla soğutulmaları sayısal olarak araştırılmıştır. Sayısal çalışma, sürekli ve üç boyutlu olarak k-ε türbülans modeli Ansys-Fluent programının kullanılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Nanoakışkanın termofiziksel özellikleri deneysel olarak elde edilmiştir. Literatürdeki çalışmalar da göz önüne alınarak kanal boyutlarına uygun olacak şekilde kanallara üçer adet desenli model yerleştirilmiştir. Kanallara konumlandırılan kanatçıkların açıları 30° ve 60° iken; çarpan jet girişinden itibaren uzaklıkları $N=D'$ dir. Kanal yükseklikleri $4D$ olup, akışkanların Re sayısı aralığı $9000-13000'$ dir. Çalışmadan elde edilen sonuçların doğruluğu ve kabul edilebilirliği deneysel araştırmalar sonucu elde edilen eşitlik kullanılarak kanıtlanmıştır. Çalışmanın sonuçları, kanallardaki her bir model için ortalama Nu sayısının değişimleri olarak su ve nanoakışkan için kanatçiksiz ve kanatçıklı durumlarda karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ayrıca, çarpan jet-çapraz akış nanoakışkan akışının hız ve sıcaklık konturu dağılımları jet-desen arası etkileşimler de göz önüne alınarak farklı kanatçık açıları için sunulmuştur. Bununla birlikte, kanallardaki her üç modelin tümü için farklı Reynolds sayılarında performans değerlendirme sayıları (PEC) ve ortalama Nu sayısı (Nu_m) ve yüzey sıcaklık değerleri (T_m) $Re=13000$ için değerlendirilmiştir. $Re=13000'$ de GO-Su nanoakışkanlı 60° kanatçık açılı çarpan jet-çapraz akışlı kanalda su akışkanlı ve kanatçiksiz kanala göre daire oyuk ve yamuk model yüzeyleri için Nu_m değerinde sırasıyla %16 ve %17,57' lik artışlar elde edilmiştir. Bununla birlikte, her iki model yüzeyli kanalda da su akışkanı için PEC sayısı değerlerinin GO-Su nanoakışkanına göre daha fazla oldukları bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çarpan Jet-Çapraz Akış, GO-Su, Nanoakışkan, Kanatçık, Soğutma

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FIN ANGLE AT COOLING OF HOT PLATES OF IMPINGING JET-CROSS FLOW WITH GRAPHENE OXIDE-WATER NANOFLUID

Abstract

The service life of modern, high-power, compact electronic components is affected by their heat dissipation capacity. It has become very important to cool the microchips, which are used in every stage of daily life and have been miniaturized with the developing technology, and the heating problem has arisen. In this study, the cooling of circular hollow and trapezoidal models with fixed 1000 W/m^2 heat flux in the channels by impinging jet-cross flow using water and GO (Graphene Oxide)-Water nanofluid with 0.02% volumetric nanoparticle concentration was numerically investigated. The numerical study was carried out steady and in three dimensions by using the Ansys-Fluent program with $k-\epsilon$ turbulence model. The thermophysical properties of the nanofluid were obtained experimentally. Considering the studies in the literature, three patterned models were placed in the channels in accordance with the channel dimensions. While the angles of the fins positioned in the channels are 30° and 60° ; their distance from the impinging jet inlet is $N=D$. The channel heights are $4D$ and the Re number range of the fluids is 9000-13000. The accuracy and acceptability of the results obtained from the study has been proven by using the equation obtained as a result of experimental research. The results of the study were comparatively surveyed for water and nanofluid in the finless and finned conditions as changes in the average Nu number for each pattern in the channels. In addition, velocity and temperature contour distributions of the impinging jet-cross flow nanofluid flow were presented for different fin angles, taking into account the jet-pattern interactions. However, performance evaluation numbers (PEC) and average Nu number (Nu_m) and surface temperature values (T_m) were evaluated for $Re=13000$ at different Reynolds numbers for all three models in the channels. At $Re=13000$, 16% and 17.57% increases in Nu_m value were obtained for circular hollow and trapezoidal model surfaces in the impinging jet-cross flow channel with GO-Water nanofluid and 60° fin angle compared to the water flow and the finless channel, respectively. However, it was found that the PEC number values for the water fluid in both model surface channels were higher than the GO-Water nanofluid.

Keywords: Impinging Jet-Cross Flow, GO-Water, Nanofluid, Fin, Cooling

1. GİRİŞ

Mikroçiplerin soğutulmasında çeşitli soğutma teknikleri uygulanmaktadır. Çapraz akış ile soğutma yöntemi, bu tekniklerden en yaygın olarak bilinenidir. Bu yöntem, soğuk akışkanın bir fanla tüm bileşenler üzerine gönderilmesi ve bu sayede elektronik bileşenlerin bütünüünün soğutulması esasına dayanmaktadır. Ancak, bu metot bütün devre elemanlarının soğutulması esasında olduğundan çok yüksek sıcaklıklardaki bileşenlerin soğutulmasında başarısız olabilir. Bir diğer soğutma yöntemi de çarpan jetle soğutmadır. Bu yöntemde, soğuk akışkan lüleyle sıcaklığı yüksek bir elemana yersel şekilde püskürtülür. Çarpan jet ile sıcaklığı yüksek bir devre bileşeninin soğutulması sağlanabilirken, devrenin bütünüünün soğutulmasında yetersiz kalabilmektedir. Bir elektronik devrede sıcaklıkları birbirlerinden oldukça farklı birden çok eleman bulunabilir. Bu sebeple, tek çeşit soğutma yöntemi ile bütün devreyi güvenli şekilde tutabilecek şartlara erişilmekte sıkıntı olabilir. Bu nedenle; çarpan jet ve çapraz akış soğutma yönteminin bir arada işleme alınarak birleşik jet akışı şeklinde uygulanması soğutma kapasitesi yüksek faydalı bir durum oluşturabilir. Çapraz akışla devre elemanları bir bütün olarak belirli bir aşamaya kadar soğutulabilirken, devrede sadece çok yüksek sıcaklıktaki elemanlar ise çarpan jet akışıyla noktasal olarak soğutulabilmektedir (Kılıç, 2018; Teamah vd., 2015).

Literatür çalışmaları incelendiğinde, Hadipour ve Zargarabadi, (2018) çarpan dairesel bir jet akışının sabit ısı akılı iç bükey bir yüzey üzerindeki akış ve ısı transferi özelliklerini, değişik jet-plaka arası oranlarında sayısal ve deneysel olarak incelemiştir. Farklı H/D (kanal yükseklik/jet giriş çapı) oranları, Re sayıları ve jet çapı değerlerinde araştırmalar gerçekleştirmişlerdir. Sabit Re sayısında jet çapı artışıyla ısı transferinin arttığını görmüşlerdir. Karabulut ve Alnak, (2021) dikdörtgen kesitli kanallardaki çatı ve ters yamuk şeklinde iki farklı desene sahip bakır plakalı yüzeylerin farklı jet giriş genişliklerinde tek bir hava jeti akışı ile soğutulmasını sayısal olarak incelemiştir. Çalışmalarında kullandıkları jet giriş genişlikleri $0,5 D_h$ ve D_h iken jet-plaka arası uzaklıkları (H/D_h) 3 ve 6 olarak almışlardır. Sonuç olarak, $0,5 D_h$ jet genişliğinde, $H/D_h=6$ iken $Re=5000$ değerinde ortalama Nu sayısının çatı desenli yüzeyde ters yamuk desenli yüzeyden %25,92 daha fazla olduğunu belirlemiştir. Karabulut ve Alnak, (2020) yaptıkları bir diğer çalışmada ise üç tarafı kapalı ve bir tarafı açık, jet-plaka arası uzaklığı (H/D_h) 4-10 arasında olan dikdörtgen kesitli kanallar içerisindeki sur ve dikdörtgen şeklinde olmak üzere iki farklı desene sahip sabit ısı akılı bakır plakalı yüzeylerden olan ısı transferini tek bir hava jeti akışı kullanarak incelemiştir. Yaptıkları araştırma sonucunda Reynolds sayısının 4000 ve jet-plaka arası uzaklığın 4 olduğu değer için sur desenli yüzeylere göre dikdörtgen desenli yüzeylerde %31,45 daha yüksek ortalama Nu sayısı değeri tespit etmişlerdir. Demircan, (2019) elektronik devre elemanından olan ısı transferini çapraz akış-çarpan jetle sayısal olarak incelemiştir. Re sayısı, jet-kanal hız oranlarının farklı değerlerinde araştırmalar yapmıştır. Çalışmasında, Re sayısı ve hız oranlarının iyileşmesiyle ısı transferinin kayda değer oranda arttığı sonucuna ulaşmıştır. Mergen (2014), 3500 W/m^2 lik sabit ısı akısında elektronik bir elemandan çarpan jet-çapraz akışla olan ısı transferini incelemiştir. Sonuç olarak, jet Re sayısı/kanal Re sayısı (Re_j/Re_k) oranı azaldıkça ısı transferinin düştüğünü saptamıştır. Sabit ısı akısına sahip elektronik bir elemanın çarpan hava jeti ve çapraz akış kombinasyonu ile soğutulması sayısal olarak Öztürk ve Demircan, (2022) tarafından araştırılmıştır. Çalışmalarında farklı jet giriş hızının kanal giriş hızına göre oranları (0, 1, 2 ve 3) ve 0° , $22,5^\circ$, 45° , $67,5^\circ$ ve 90° olmak üzere kanala yerleştirilen kanatçıkların farklı açıları için kanaldaki tek bir elemandan olan ısı transferi incelenmiştir. Kanal yüksekliğinin jet çapına oranı sabit ve 3 olarak alınırken, kanalda akışkan olarak hava kullanılmıştır. Elemandan olan en yüksek ısı transferinin, giriş hızının kanal giriş hızına oranının 3 ve kanatçık açısının 90° olduğu durumda erişildiği belirlenmiştir. Maghrabie vd., (2017) kanal boyunca sıralı yedi adet devre elemanından meydana gelen bir sistemin çarpan jet-çapraz akış kombinasyonu ile ısı transferini sayısal olarak değerlendirmişler ve ısı transferi üzerinde jet konumu değişikliğinin etkisini belirlemiştir.

Nanoakışkanların kullanıldığı jet çarpmalı çalışmalara bakıldığında ise; Chang ve Yang, (2014) Al_2O_3 -su nanoakışkanını kullanarak jet çarpmalı akış kaynamasının ısı transfer performansını incelemiştir. Al_2O_3 -su nanoakışkanının jet çarpma akışının ısı transferi performansının, çalışma sıvısı olarak kullanılan sudan daha kötü olduğu bulunmuştur. Isı transfer performansındaki azalmanın ısı direncin artmasıyla sonuçlanan ısıtılmış yüzey üzerindeki bir nano-soğurma tabakasının oluşmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, ısıtılan yüzeye akustik titreşim uygulanarak nano-soğurma tabakasının oluşumu önlenirken, bu durumda Al_2O_3 -su nanoakışkanı kullanılarak elde edilen ısı transfer performansı su kullanılarak elde edilenden daha iyi olmaktadır. Datta vd., (2018) dış bükey bir yüzey üzerine sınırlı bir yarıktan jet çarpmasında Al_2O_3 -su nanoakışkanı kullanarak ısı transfer performansının araştırılması için sayısal simülasyon gerçekleştirmişlerdir. Sistemin akış davranışını ve taşınım ısı transfer performansını araştırmak için çeşitli Reynolds sayıları, jet-plaka arasındaki mesafe gibi farklı parametreler göz önünde bulundurulmuştur. Ortalama Nusselt sayısı ve ısı transfer katsayısının jet giriş Reynolds sayısındaki artışla önemli ölçüde arttığını belirlemiştir. Kumar vd., (2021) ısı transfer oranını artırmak için jet çarpmalı durumda kanat profili sütunlarıyla birleştirilmiş bir ısı emici kullanmışlardır.

Bunu gerçekleştirirken araştırmalarında su ve %1 konsantrasyonlu CuO-su nanoakışkanından yararlanmışlardır. Sonuçlarında, ısı emici sıcaklığında jet akışkanı olarak su akışkanı kullandıklarında %10' luk bir azalma elde ederlerken, nanoakışkan kullandıklarında ise sıcaklık dūřūřünün %14' ü bulduğunu saptamışlardır. Mikrokanalın ūst duvarında tırtıklı enjeksiyon jeti bulunan ve 0-40 Hartman yoğunluğunda manyetik alan kullanan bir mikrokanal içindeki %0-6 Al₂O₃-Su nanoakışkanın akışı Jalali vd., (2021) tarafından incelenmiştir. Jet arpma bōlmeli alt mikro kanal duvarı sabit bir sıcaklığa sahipken ūst mikro kanal duvarı çarpan jetler arasında yalıtılmıştır. Isı transferini artırmak amacıyla çarpan jetler için girintili mod uygulanmıştır. Sonuçlar, tırtık çentik yūkseklilięinin fazla olmasının ısı transferini o ōlde artırdığını gōstermiřtir. Selimefendil ve Chamka, (2020) CuO-su nano jeti kullanılarak oyuk benzeri bir kısmı olan izotermal bir yūzeyin soğutulmasında taşınım ısı transfer ōzelliklerini sayısal olarak analiz etmeyi amaçlamışlardır. alışmalarını, Reynolds sayısının farklı değerlerinde (100-400), farklı oyuk uzunlukları (5w-40w) ve yūsekliklerinde (w-5w) nanoparçacığın hacimsel konsantrasyonunu (%0-4) değiştirerek gerçekleştirmişlerdir. Oyuk uzunluğu dūřūk olduğunda, oyuğun eğimli duvarının ortalama Nusselt sayısına katkısının ōnemli olduğunu ve en yūsek hacimsel konsantrasyonda su yerine nanoakışkan kullanıldığında ortalama ısı transferinin %35-46 oranında arttığını belirlemişlerdir. Abdullah vd., (2019) alışmalarında alūminyum bir plaka yūzeyine çift jet çarpmasının ısı transferi ūzerinde TiO₂ nano ōzeltisi konsantrasyonunun etkisini deneysel analiz yoluyla incelemişlerdir. Bunun haricinde değişkenler olarak çift jetin lūle mesafesini ve lūle-plaka mesafesini gōz ōnūne almışlardır. Bu verilere bağlı olarak çift jetin akış yapısının ısı transferi artışını etkileyen ōnemli bir durum olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, mesafelerin ve akış yapısını etkileyen nanoparçacık konsantrasyonunun da Re sayısıyla birlikte Nu sayısını etkilediğini belirlemişlerdir. Shi vd., (2021) nano-alūminyum katkı maddelerinin yuvarlak su jetlerinin kararsızlığı ūzerindeki etkilerini deneysel olarak incelemişlerdir. İki şeffaf lūlenin içinde ve çıkışının yakınında akış gōrselleřtirmesi, yūsek hızlı gōlge gōrūntūleme tekniği ile elde edilmiş ve nanoparçacık katkı maddelerinin jet kararsızlığı ūzerindeki etkilerine esas olarak, viskozite artışı ve kavitasyon teşvikinin neden olduğu belirlenmiştir.

Ulaşılan literatūr incelemelerinden de anlaşıldığı ūzere çarpan jetlerle ilgili bir çok çalışma bulunmaktadır. Ancak, nanoakışkanın kullanıldığı ve çarpan jet-çapraz akışın birlikte uygulandığı birleşik jet akışlı çalışma sayısı oldukça azdır. Bu çalışmada, daire oyuk ve yamuk modellenli bakır plakalı yūzeylerin çarpan jet-çapraz akış su ve %0,02 GO-Su nanoakışkan jet akışıyla kanatçıksız, 30° ve 60° açılı kanatçıklı, H=4D kanal yūseklikli ve sabit kanatçık mesafeli (N=D) kanallarda soğutulmaları sayısal olarak araştırılmıştır. Sayısal incelemede, sūrekli ve ū boyutlu enerji ve Navier-Stokes denklemleri k-ε tūrbūlans modellenli Ansys-Fluent programı kullanılarak ōzūlmūřtūr. Kanatçık ve kanalın alt ve ūst yūzeyleri adyabatik iken desenli yūzeyler 1000 W/m² sabit ısı akısına sahiptir. Akışkanların alışma Reynolds sayısı aralığı 9000-13000' dir. Çalışmada kullanılan %0,02 hacimsel konsantrasyonlu GO-Su nanoakışkanının ısı iletkenliği, yoğunluğu ve viskozitesi deneysel olarak elde edilmiş olup yalnızca ōzgūl ısı Pak and Cho, (1998) tarafından tūretilen eşitlik yardımıyla bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları, literatūrdeki deneysel çalışma sonucu elde edilen denklemin sonuçlarıyla kıyaslanmış ve birbirleriyle uyumlu oldukları saptanmıştır. Sonuçlar, her bir daire oyuk ve yamuk modellenli yūzeyde ortalama Nu sayısının değişimleri şeklinde sunulmuştur. Ayrıca, kanatçıkların ve nanoakışkanın birleşik jet akışlı kanallarda kanatçıksız ve su kullanılan durumlara gōre Nu sayısı artışına karşı basınç dūřūřleri, performans değerlendirme sayısı (PEC) gōz ōnūne alınarak yorumlanmıştır. Bununla birlikte, GO-Su nanoakışkanının kanatçıksız ve kanatçıklı çarpan jet-çapraz akışlı kanallardaki hız ve sıcaklık konturu dağılımları gōrselleřtirilmif ve kanallardaki tūm modeller için Nu_m ve T_m değerleri tablo halinde verilerek değerlendirilmiştir.

1.1. Nanoakışkanın Hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan grafen oksit (GO) nanoparçacığı grafitten sentezlenmiştir. GO nanoparçacığı sentezlenirken grafit bazı kimyasal işlemlerden geçirilmiştir. Bu işlemlerden sonra grafit asit ve kimyasallardan ayrıştırılması için saf sudan geçirilmiş ve daha sonrasında GO nanoparçacığı elde edilmesi için fırında kurutma işlemine tabi tutulmuştur (Hajjar vd., 2014; Hummers ve Offeman, 1958). GO-Su nanoakışkanı, sentezlenen GO nanoparçacığı kullanılarak iki aşamalı nanoakışkan hazırlama yöntemiyle elde edilmiştir. İki aşamalı prosedür, doğrudan nanoparçacıklarla suyu karıştırma ve elde edilen nanoakışkandaki nanoparçacıkların kümeleşmesini önlemek için ultrasonik ses dalgaları üreten ultrasonifikatör cihazından geçirmekten oluşmaktadır. Bu amaçla istenilen hacimsel konsantrasyona bağlı olarak 0,1 mg hassasiyetli hassas terazi ile ölçülerek GO nanoparçacıkları hazırlanmıştır. %0,02 hacimsel konsantrasyonlu GO-Su nanoakışkanı elde etmek için 0,8 g GO nanoparçacığı kullanılmıştır. Elde edilen nanoakışkan kararlılığını sağlamak için ultrasonifikatör cihazı ile ses dalgalarına maruz bırakılmıştır.

Nanoakışkandaki hacimsel nanoparçacık konsantrasyonu Eşitlik (1) ile hesaplanmaktadır.

$$\frac{v_p}{v_{nf}} = \frac{v_p}{v_{bf} + v_p} = \frac{\frac{m_p}{\rho_p}}{\frac{m_p}{\rho_p} + \frac{m_{bf}}{\rho_{bf}}} = \frac{m_p \rho_{bf}}{m_p \rho_{bf} + m_{bf} \rho_p} \quad (1)$$

Eşitlik (1)' de m_p ve m_{bf} sırasıyla nanoparçacık ve suyun kütlelerini, ρ_{bf} ve ρ_p ise sırasıyla suyun ve nanoparçacığın kütlelerini göstermektedir.

1.2. GO-Su Nanoakışkanının Termofiziksel Özellikleri

Hazırlanan nanoakışkanın viskozite değeri Malvern Kinexus Pro koni ve plaka gerilimi kontrollü reometre ile ölçülürken, ısıl iletkenlik katsayısının ölçümü ise günümüzde literatürde yaygın olarak kullanılan sıcak tel yöntemi ile KD2 Pro ısıl iletkenlik ölçer kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nanoakışkanın yoğunluk ölçümleri Anton-Paar DMA 4200 Yoğunluk Ölçer ile deneysel olarak yapılmıştır. Bununla birlikte, nanoakışkanın özgül ısı değerine Eşitlik (2)' deki Pak ve Cho, (1998)' nun çalışmasıyla elde edilen analitik model sonucunda ulaşılmıştır.

$$c_{pnf} = (1 - \phi)c_{pbf} + \phi c_{pp} \quad (2)$$

Eşitlik (2)' deki p, nf ve bf sırasıyla parçacık, nanoakışkan ve su akışkanını ifade etmektedir. Ayrıca, konsantrasyonun düşük olması (%0.02) nedeniyle nanoakışkanın hesaplanması sonucunda elde edilen özgül ısı değeri suya yakın olduğu için suyla birbirine eşit alınmıştır.

Nanoakışkanın ve suyun özgül ısısı dışında diğer termofiziksel özellikleri deneysel olarak elde edilmiş ve Tablo 1' de gösterilmiştir (Karabulut ve Alnak, 2021).

Tablo 1. 30 °C sıcaklıkta akışkanların termofiziksel özellikleri

Akışkan	k (W/mK)	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kgK)	μ (Ns/m ²)
Su	0.6172	995.8	4178.4	803.4x10 ⁻⁶
GO-Su nanoakışkanı	0.678	996.1	4178.4	1060x10 ⁻⁶

Ölçülen değerlerin belirsizlik analizleri, Taylor, (1997)' un belirsizlik analizi yöntemi kullanılarak elde edilmiş ve Tablo 2' de verilmiştir. Gösterilen değerler, tüm deneysel durumlar dikkate alınarak verilen parametreler için maksimum değerlerdir.

Tablo 2. Deneysel değerler için belirsizlik analizinin sonuçları

Değişken	Mutlak belirsizlik aralığı	Birim
k	±0.006	W/mK
ρ	±9.9	kg/m ³
μ	±1.2x10 ⁻⁶	Ns/m ²
c _p	±41.78	J/kgK

2. SAYISAL METOT

Desenli yüzeylerdeki birleşik jet akışın zorlanmış taşınım ısı transferinin çözümünde Ansys-Fluent programı kullanılmıştır.

Akış ve ısı transferi, aşağıdaki gibi gövde kuvvetinin bulunmadığı sürekli, kanaldaki birleşik jet akış nedeniyle gerçekleşen türbülanslı akış için kütle, momentum ve enerjinin korunumu denklemlerinden zaman ortalamalı olarak türetilen diferansiyel denklemlerin çözümleriyle yapılmıştır (Wang ve Mujumdar, 2005; Karabulut ve Alnak, 2021; Alnak vd., 2021).

Süreklilik denklemi

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = 0 \quad (3)$$

Momentum denklemi

$$\rho \frac{\partial}{\partial x_j} (\bar{u}_i \bar{u}_j) = \frac{\partial \bar{P}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) - \overline{\rho u'_i u'_j} \right] \quad (4)$$

Enerji denklemi

$$\rho c_p \frac{\partial}{\partial x_i} (\bar{u}_i \bar{T}) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[k \frac{\partial \bar{T}}{\partial x_i} - \rho c_p \overline{T' u'_i} \right] \quad (5)$$

Türbülans kinetik enerji denklemi

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho k u_i) + \frac{\partial}{\partial y} (\rho k) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k - \rho \varepsilon \quad (6)$$

Türbülans kinetik enerji yutulma terimi

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho \varepsilon u_i) + \frac{\partial}{\partial y} (\rho \varepsilon) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_{1\varepsilon} \frac{\varepsilon}{k} G_k - C_{2\varepsilon} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} \quad (7)$$

Bu denklemlerde, ρ akışkanın yoğunluğunu, k türbülanslı akışın kinetik enerjisini belirtilirken, u_i x, y ve z yönlerindeki hız bileşenlerini, μ akışkanın viskozitesini, σ_k (σ_k=1) türbülanslı kinetik enerji Pr sayısını göstermektedir. Türbülanslı kinetik enerji üretimi (G_k) ve türbülanslı akışın viskozitesini (μ_t) gösteren eşitlikler aşağıdaki gibidir (Wang ve Mujumdar, 2005; Karabulut ve Alnak, 2021).

$$G_k = -\overline{\rho u'_i u'_j} \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \quad (8)$$

$$\mu_t = C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (9)$$

Türbülans yutulma Pr sayısı σ_ε ile belirtilirken, C_{1ε}=1,44, C_{2ε}=1,92, C_μ=0,09 ve σ_ε=1,3 değerlerine sahip olan eşitliklerdeki katsayılarıdır (Saleha vd., 2015).

Ortalama ısı taşınım katsayısı h, Eş. 10 ve Nusselt sayısı (Nu) ise Eş. 11 ile hesaplanmaktadır (Incropera vd., 2007).

$$h = \frac{q''}{T_y - T_a} \quad (10)$$

Nu sayısı

$$-k_a \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)_y = h(T_a - T_y) \text{ ve } Nu = \frac{h(3m)}{k_a} \quad (11)$$

Bu eşitliklerde, T_a ve T_y sırasıyla akışkanının ve elemanın ortalama olarak yüzey sıcaklıklarını (K), k_a akışkanın ısı iletim katsayısını (W/m.K), $3m$ akışkanın temas ettiği elemanın toplam yüzey uzunluğunu (m), h ve h_m ise sırasıyla model yüzeyi boyunca noktasal ve ortalama ısı taşınım katsayısını (W/m².K), n ise yüzeye dik yön olup model yüzey ortalama Nu sayısı (Nu_m) aşağıda belirtilen eşitliklerden bulunmaktadır.

Desenli yüzey ortalama ısı taşınım katsayısı

$$h_m = \frac{1}{3m} \int_0^{3m} h dx \quad (12)$$

Desenli yüzey ortalama Nu sayısı

$$Nu_m = \frac{h_m(3m)}{k_a} \quad (13)$$

Kanalın hidrolik çapı

$$D_{kh} = \frac{4A_k}{P_k} = \frac{4(H.W)}{2(H+W)} \quad (14)$$

Bu eşitlikte, A_k ve P_k sırasıyla kanalın kesit alanı ve ıslak çevresini gösterirken, kanalın yükseklik ve genişliği ise H ve W ile temsil edilmektedir. Jet giriş çapı D , dairesel girişli jet hidrolik çapına (D_{hjet}) eşittir.

Kanalın ve jetin Re sayıları ise sırasıyla $Eş. (15)$ ve (16) kullanılarak belirlenmektedir.

$$Re_k = \frac{\rho_a V_k D_{hk}}{\mu_a} \quad (15)$$

$$Re_j = \frac{\rho_a V_j D}{\mu_a} \quad (16)$$

Bu eşitliklerde, akışkanın kanal ve jet akış hızları sırasıyla V_k ve V_j (m/s) ile gösterilmektedir. Kanal boyunca basınç düşüşü (ΔP) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta P = \frac{f \rho L}{2D_{kh}} V_k^2 \quad (17)$$

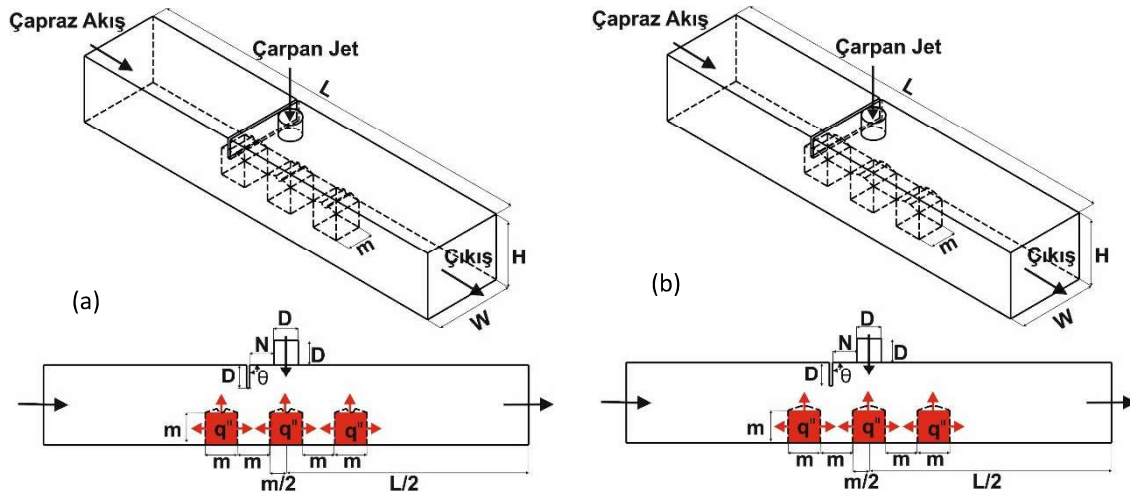
Bu eşitlikte, ΔP kanatçiksız ve kanatçıklı kanalların giriş ve çıkışları arasındaki basınç düşüşünü (Pa), f sürtünme faktörünü ve L kanalın uzunluğunu (m) temsil etmektedir. Performans değerlendirme sayısı (PEC) ise aşağıda belirtilen Eşitlik (18) ile bulunmaktadır (Alnak, 2020).

Performans değerlendirme sayısı (PEC)

$$PEC = \frac{(Nu_{m-kanatçıklı} / Nu_{m-kanatçiksız})}{(\Delta P_{kanatçıklı} / \Delta P_{kanatçiksız})} \quad (18)$$

3. MODEL GEOMETRİLERİ

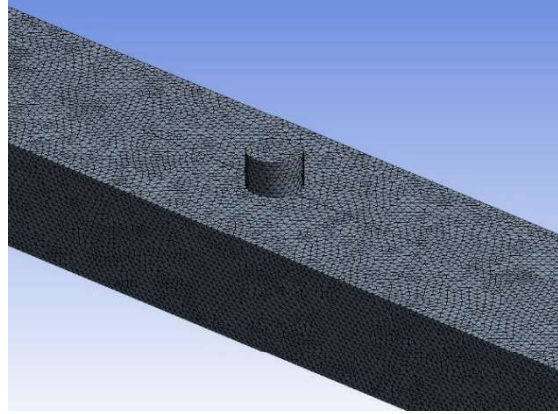
Çalışmadaki çarpan jet-çapraz akışlı kanatçıklı kanallar ve kanallardaki daire oyuk ve yamuk modelli yüzeylere sahip elemanların ölçüleri ve sınır şartları Şekil 1 (a) ve (b)' de verilirken, kanalların boyutsal ölçüleri ise Tablo 3' de verilmiştir. Bunun yanı sıra, bu çalışmadaki kabuller şu şekildedir: a) Sürekli, üç boyutlu ve türbülanslı akış hacmi kullanılmıştır b) Sıkıştırılmaz akışkan olarak su ve %0.02 GO-Su nanoakışkanı, hem jet hem de çapraz akış akışkanı olarak kullanılmışlardır c) Akışkanların ısıl özellikleri sabit olup, sıcaklıktan bağımsızdır d) Kanalin ve kanatçığın yüzeyleri adyabatiktir e) Akışkan olarak kullanılan su ve nanoakışkanda ve model yüzeylerinde ısı kaynağı bulunmamaktadır. Ayrıca, birleşik jet akışlı kanalların sayısal hesaplamalarında kullanılan düzgün dört yüzlü ağ yapısı Şekil 2' de gösterilmektedir.



Şekil 1. (a) Daire oyuk (b) Yamuk model yüzeyli kanalların görünüşleri

Tablo 3. Kanalların boyutsal ölçüleri

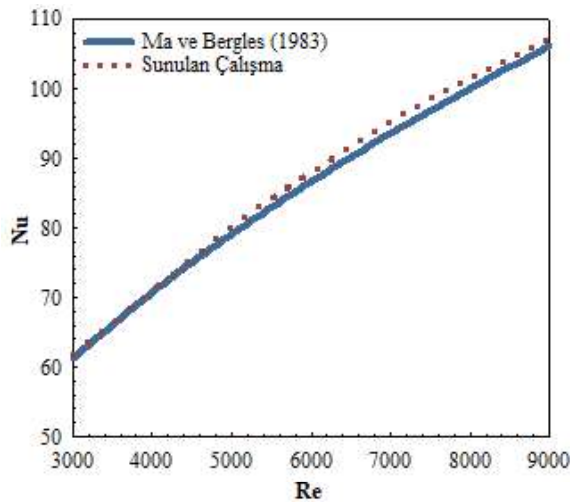
Değişken	Ölçü
D	15 mm
L	66D
W	4D
H	4D
m	20 mm
θ	30°, 60°
N	D



Şekil 2. Kanalda kullanılan düzgün dörtyüzlü ağ yapısının gösterimi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, Şekil 3’ de gösterildiği gibi sadece jet akışın olduğu durumda farklı Reynolds sayılarında incelemelerde bulunularak ulaşılan sonuçlar ile Ma ve Bergles, (1983)’ in deneysel incelemeleri sonucunda ulaştıkları eşitlik kullanılarak ($\overline{Nu} = 1,29 Re^{0,5} Pr^{0,4}$) edinilen sonuçlar kendi aralarında karşılaştırılmış ve Ma ve Bergles, (1983)’ in deneysel sonuçları ile sunulan çalışmanın sonuçlarının uyumlu oldukları belirlenmiştir.



Şekil 3. Sunulan çalışma ve Ma ve Bergles, (1983)’in sonuçlarının kıyaslanması

Ağ sayısına bağlı Nu sayısının değişimini belirlemek kaydıyla kanaldaki en uygun sayıdaki ağ elemanı belirlenerek kanatçıksız birleşik jet akışlı kanaldaki ağ sayısının ortalama Nu sayısı (Nu_m) üzerindeki etkisi farklı Reynolds sayılarında Tablo 4’ de sunulmuştur. Buna göre kanatçıksız kanal için 2022840 adet ağ elemanının güvenilir ve doğru sonucu vereceği bulunmuştur.

Tablo 4. Ağ elemanı sayısına bağlı olarak Nu_m ’ nin Reynolds sayısıyla değişimi

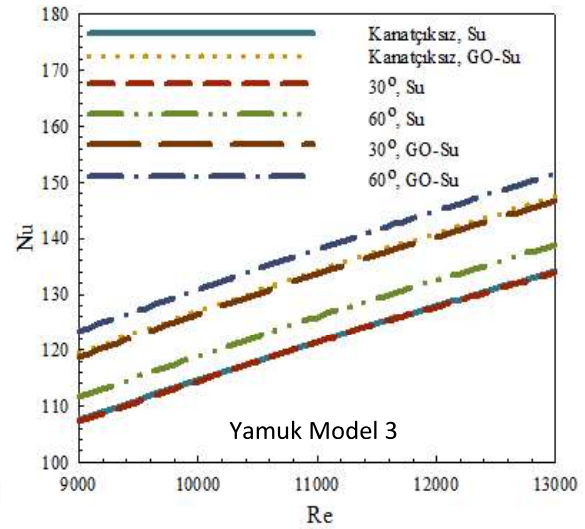
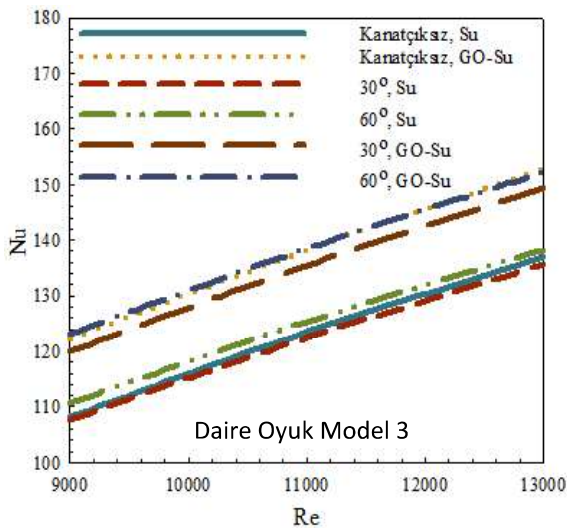
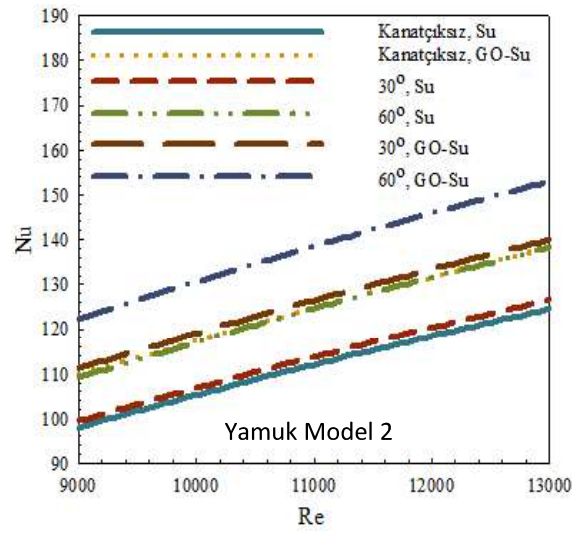
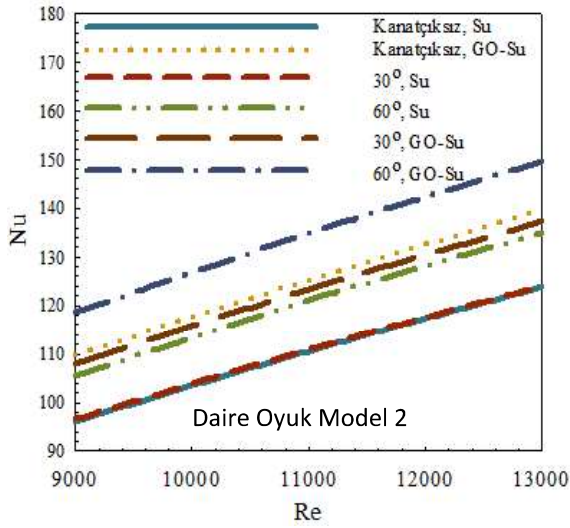
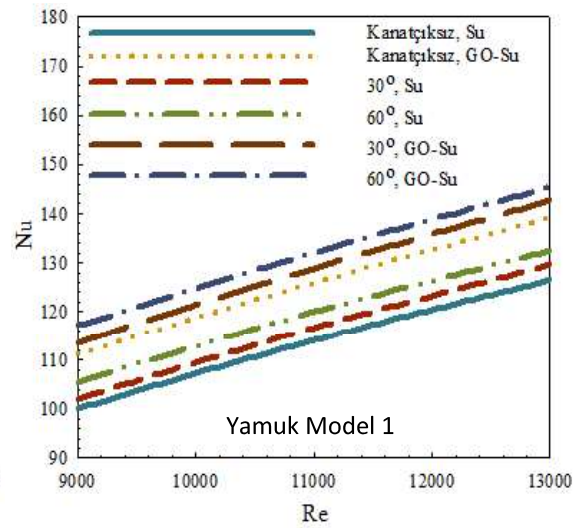
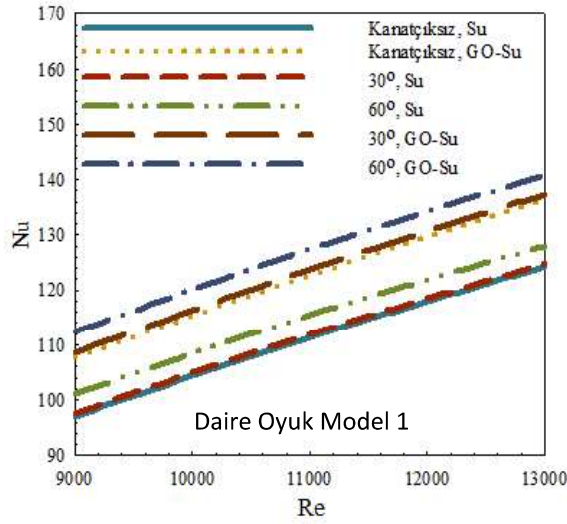
Ağ elemanı sayısı	Re = 5000 Nu_m	Re = 7000 Nu_m	Re = 9000 Nu_m
1758412	86,48	108,84	127,40
2022840	86,52	108,88	127,43
2245786	86,52	108,87	127,42

Şekil 4 ve 5’ de sırasıyla çarpan jet-çapraz akışlı $H=4D$ yükseklikli kanallarda, kanal girişinden itibaren model sıralarına göre daire oyuk model ve yamuk modellenli bakır plakalı yüzeylere ait Su akışkanı ve %0,02 hacimsel konsantrasyonlu GO (Grafen Oksit)-Su nanoakışkanı kullanılması durumlarında ortalama Nu sayısının Re sayısı ile değişimleri verilmektedir. Genel itibariyle, her iki model için de kanatçiksiz durumlarda ve su akışkanı kullanılan kanallarda daha düşük Nu sayısı değerleri görülmektedir. Bununla birlikte, kanalların girişlerinde bulunan ve daha çok çapraz akışın etkisi altındaki Model 1’ de yamuk model için daha yüksek ortalama Nu sayısı değerleri elde edilmekte iken; kanatçık açısı arttıkça ve nanoakışkan kullanılması durumunda su akışkanına göre ulaşılan Nu sayısı değerleri artmaktadır. $Re=11000$ için 60° açılı kanatçıklı ve GO-Su nanoakışkanlı kanalda, kanatçiksiz ve su akışkanı kullanılan kanallara göre Nu sayısında daire oyuk ve yamuk model için sırasıyla %11 ve %12,95’ lik artışlar elde edilmektedir. Kanal girişlerinden itibaren ikinci sırada bulunan modeller (Model 2) değerlendirildiğinde ise özellikle nanoakışkanın kullanıldığı durumlarda su akışkanına göre belirgin artışlar görülmektedir. Ayrıca, bu artış değerleri kanallara kanatçık eklendiğinde daha da artmaktadır. Kanallara eklenen kanatçıklar, çarpan jet akışına ilave olarak kanal girişinden gelen çapraz akışı da Model 2 üzerine daha iyi yönlendirdiğinden ısı transferinin artmasını sağlamaktadır. $Re=13000$ ve 60° açılı kanatçıklı ve nanoakışkan kullanılan kanalda sırasıyla daire oyuk ve yamuk modellerde su akışkanına göre Nu sayısında %20,75 ve %20,97’ lik artışlar bulunmaktadır. Kanalın son sırasındaki Model 3 incelendiğinde ise hem kanatçığın etkisi hem de çarpan jet-çapraz akışın kanal girişinden gelen çapraz akışla Model 3 üzerine daha iyi yönlenerken hareket etmesiyle, Model 2’ ye göre genel olarak daha yüksek Nu sayısı değerleri elde edilmekle birlikte; daire oyuk model için ulaşılan Nu sayısı değerleri bu modelde yamuk modelden daha fazla olmaktadır. Bunun yanı sıra, ilginç bir sonuç olarak her üç model sırası ve hem daire oyuk hem de yamuk model için su akışkanı kullanılan kanallarda 60° açılı kanatçıklı durumda 30° açılı olanlardan daha düşük Nu sayısı değerleri görülmektedir. Bu duruma su akışkanının nanoakışkana göre daha düşük olan viskozite ve yoğunluk değerleri sebebiyle kanal içerisindeki hareketine bağlı olarak model yüzeyleriyle olan temasındaki azalmanın neden olduğu düşünülmektedir.

Şekil 6’ da çarpan jet-çapraz akışlı kanallarda bulunan farklı kanatçık açılı daire oyuk ve yamuk modellere ait PEC sayısının Re sayısı ile değişimleri gösterilmektedir. PEC sayısı, kanatçiksiz duruma göre kanatçıklı halde ortalama Nu sayısındaki artışın basınç düşüşündeki artışa oranını belirtmektedir. Nanoakışkan durumunda akışkan içerisindeki parçacıklar nedeniyle akışkanın yoğunluğu ve viskozitesi artmaktadır. Bu nedenle, her iki modellenli kanalda da su akışkanı için PEC sayısı değeri daha fazladır. Bununla birlikte, 60° açılı kanatçıklı kanalda ortalama Nu sayısının artışı; basınç düşüşü artışına göre daha fazla olduğu için PEC sayısı değerleri de 30° açılı kanatçıklı kanallara göre daha yüksektir. $Re=13000$ için 60° kanatçıklı çarpan jet-çapraz akışlı kanalda daire oyuk model için su ve nanoakışkan kullanılması durumlarında basınç düşüşüne göre Nu sayısının artışı (PEC sayısı) sırasıyla %2,1 ve %1,2 iken: bu değerler yamuk model için sırasıyla %3,9 ve %3,4 olmaktadır. Bu değerler, yamuk model için daire oyuk modele göre kanaldaki akışkanların basınç düşüşüne karşı soğutma performanslarının daha iyi olduğunu göstermektedir.

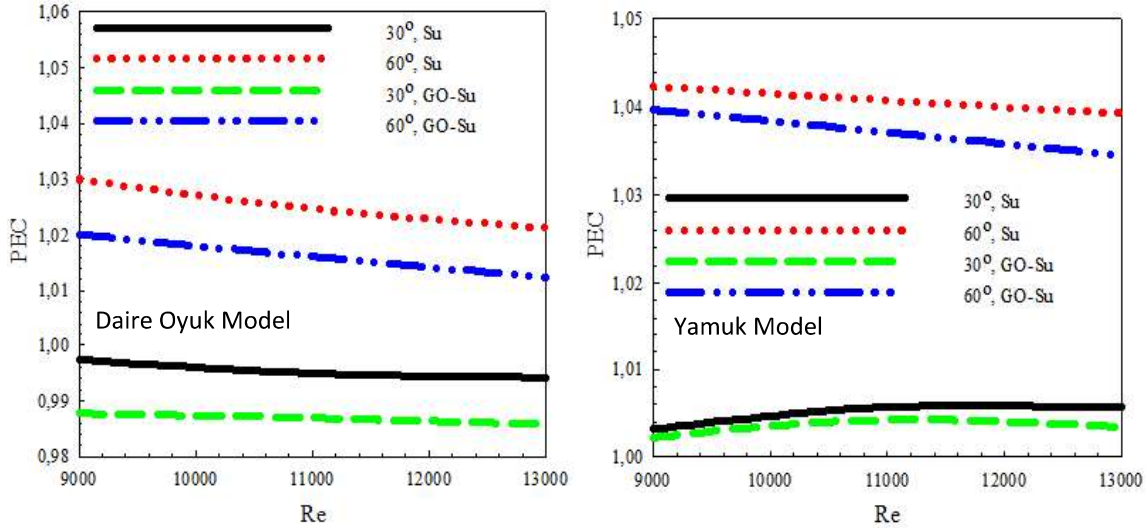
Tablo 5’ de Su ve GO-Su nanoakışkanının kullanıldığı çarpan jet-çapraz akışlı kanallarda bulunan tüm daire oyuk ve yamuk modeller için ortalama Nu sayısı (Nu_m) ve sıcaklık (T_m) değerleri verilmektedir. Kanallara kanatçık eklenmesi hem Su akışkanı hem de GO-Su akışkanı için her iki modelde de Nu_m sayısının artmasını sağlarken; ortalama yüzey sıcaklık değerlerinin azalmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, nanoakışkan için daha yüksek Nu_m değerleri elde edilmektedir. Ayrıca, akışkanın daha iyi temasta olduğu yamuk modellerde Nu_m değerleri daha fazla olmaktadır. $Re=13000$ ’ de GO-Su nanoakışkanlı 60° kanatçık açılı çarpan jet-çapraz akışlı kanalda su akışkanlı ve kanatçiksiz kanala göre daire oyuk ve yamuk model yüzeyleri için Nu_m değerinde sırasıyla %16 ve %17,57’ lik artışlar elde edilmiştir.

Şekil 7’ de daire oyuk ve yamuk modellerin olduğu çarpan jet-çapraz akışlı kanallardaki GO-Su nanoakışkanına ait (a) hız ve (b) sıcaklık konturu dağılımları sunulmaktadır. Hız konturu dağılımından da görülebildiği gibi kanalın sol tarafından girişte ilk sırada olan Model 1 çapraz akışın etkisindedir. Bununla birlikte, çarpan jet akışının etki etmeye başladığı Model 2 ile birlikte çarpan jet-çapraz akış birleşik jet etkisi görülmeye başlanmaktadır. Bu nedenle, her iki model için de bu modeller üzerinde akışkanın hızı artmaktadır. Çarpan jet-çapraz akışın tam olarak etkisi ise kanal girişinden gelen çapraz akışın birleşik jet akışını kanal sonuna doğru sürüklemesiyle Model 3’ ün etrafında görülmektedir. Bu nedenle, diğer model sıralarına göre bu Model 3 etrafında ısı transferinin arttığı sıcaklık konturu dağılımından görülebilmektedir. Bunun yanı sıra, modeller arasında oluşan yeniden dolaşım bölgeleri nedeniyle bu kısımlardaki akışkanın sıcaklığında artış olmaktadır. Ayrıca, yine model köşelerinde de sıcaklıkta artışlar görülmektedir. Kanallara 30° açılı kanatçık eklenmesi, kanal girişinden gelen çapraz akışın modeller üzerine yönlenerak çarpan jet akışıyla yaptığı birleşik jet akışın etkisini artırmaktadır.



Şekil 4. Farklı açılı-kanatçıklı, Su ve GO-Su nanoakışkanlı çarpan jet-çarpaz akışlı kanallardaki daire oyuk modellerine ait ortalama Nu sayısının Re sayısı ile değişimi

Şekil 5. Farklı açılı-kanatçıklı, Su ve GO-Su nanoakışkanlı çarpan jet-çarpaz akışlı kanallardaki yamuk modellerine ait ortalama Nu sayısının Re sayısı ile değişimi

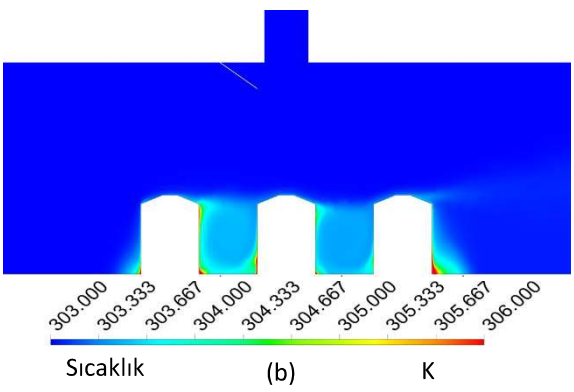
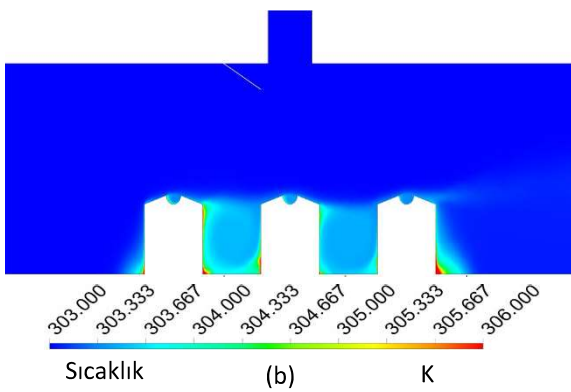
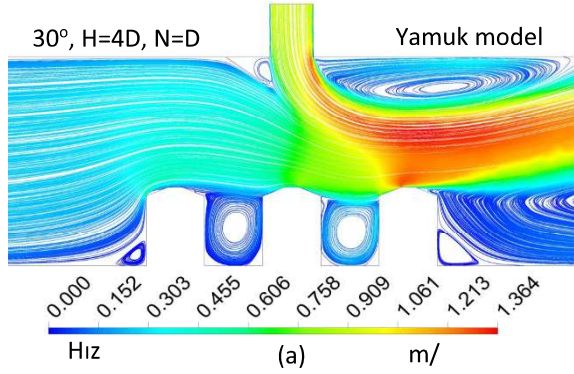
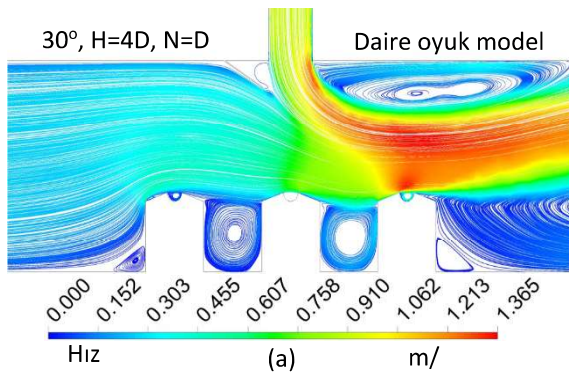
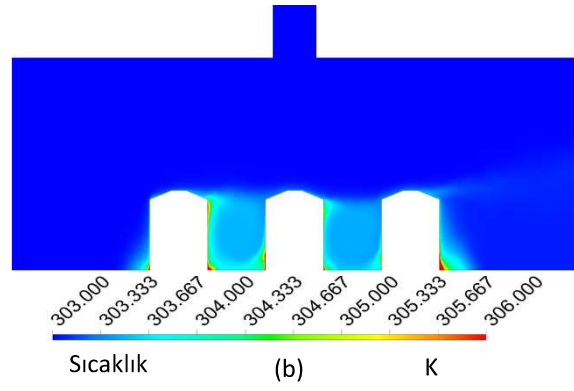
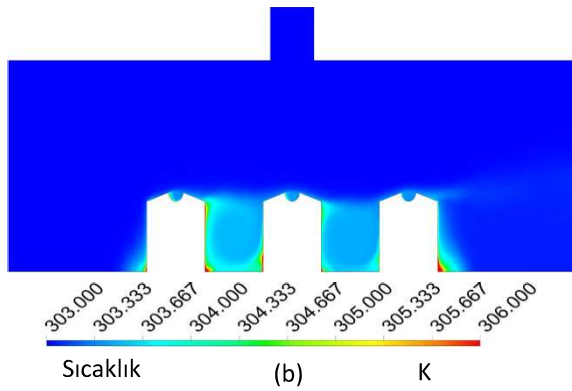
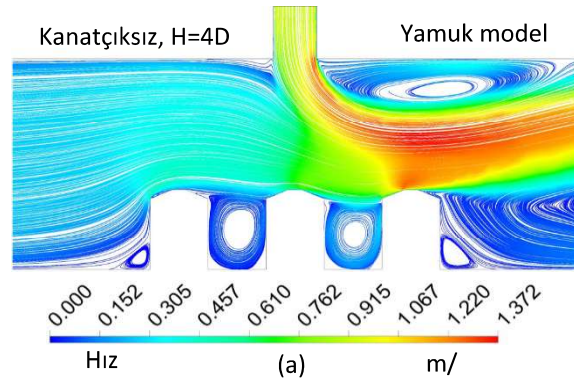
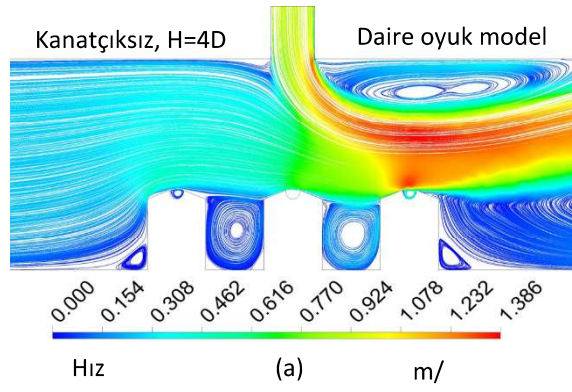


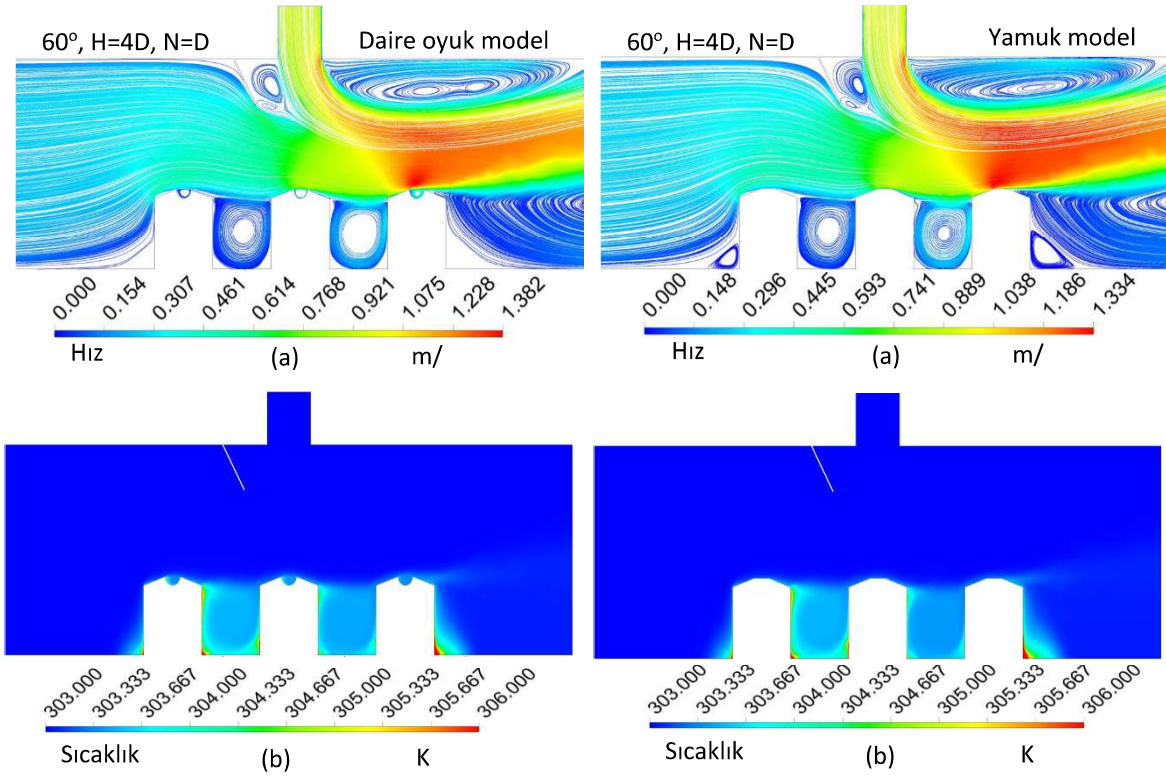
Şekil 6. Farklı açılı-kanatçıklı, Su ve GO-Su nanoakışkanlı çarpan jet-çapraz akışlı kanallardaki daire oyuk ve yamuk modellere ait PEC sayısının Re sayısı ile değişimi

Tablo 5. Su ve GO-Su nanoakışkanlı çarpan jet-çapraz akışlı kanallardaki tüm daire oyuk ve yamuk modellere ait Num ve Tm değerleri

Re=13000, N=D			H=4D	
			Daire Oyuk Model	Yamuk Model
Kanatçıksız,	Su	Nu_m	115,164	115,896
30° Kanatçıklı	Su	Nu_m	115,177	117,324
60° Kanatçıklı	Su	Nu_m	120,670	123,532
Kanatçıksız	GO-Su	Nu_m	127,565	128,280
30° Kanatçıklı	GO-Su	Nu_m	128,779	129,669
60° Kanatçıklı	GO-Su	Nu_m	133,627	136,264
Kanatçıksız,	Su	T_m (K)	305,362	305,368
30° Kanatçıklı	Su	T_m (K)	305,340	305,329
60° Kanatçıklı	Su	T_m (K)	305,207	305,203
Kanatçıksız	GO-Su	T_m (K)	304,864	304,863
30° Kanatçıklı	GO-Su	T_m (K)	304,843	304,837
60° Kanatçıklı	GO-Su	T_m (K)	304,742	304,739

Böylece, akışkanın modeller üzerindeki hareketinin iyileşerek hızının artması; model yüzeylerinden olan ısı transferini artırarak soğumayı iyileştirmektedir. Kanatçık açısının artırılarak 60° değerine çıkarılması ise; birleşik jet akışını model yüzeylerine daha iyi yönlendirerek modellerin soğuma performanslarının artmasını sağlamaktadır. Genel itibariyle, kontur dağılımlarına bakıldığında özellikle yamuk modellenli yüzeylerin etrafındaki çarpan jet-çapraz akış akışkan hareketliliğinin daha iyi olduğu ve buna bağlı olarak ısı transferinin de daha fazla olduğu görülebilmektedir.





Şekil 7. Kanatçıksız, 30° ve 60° kanatçıklı GO-Su nanoakışkanlı çarpan jet-çapraz akışlı kanallardaki daire oyuk ve yamuk modellere ait (a) hız (b) sıcaklık konturu dağılımları

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma neticesinde ulaşılan sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Genel itibariyle, her iki model için de kanatçıksız durumlarda ve su akışkanı kullanılan kanallarda daha düşük Nu sayısı değerleri görülmektedir.
- Kanalların girişlerinde bulunan ve daha çok çapraz akışın etkisi altındaki Model 1' de yamuk model için daha yüksek ortalama Nu sayısı değerleri elde edilmekte iken; kanatçık açısı arttıkça ve nanoakışkan kullanılması durumunda su akışkanına göre ulaşılan Nu sayısı değerleri artmaktadır.
- $Re=11000$ için 60° açılı kanatçıklı ve GO-Su nanoakışkanlı kanalda, kanatçıksız ve su akışkanı kullanılan kanallara göre Nu sayısında daire oyuk ve yamuk model için sırasıyla %11 ve %12,95' lik artışlar elde edilmektedir.
- Model 2 değerlendirildiğinde; özellikle nanoakışkanın kullanıldığı durumlarda su akışkanına göre belirgin artışlar görülmektedir. Ayrıca, bu artış değerleri kanallara kanatçık eklendiğinde daha da artmaktadır.
- $Re=13000$ ve 60° açılı kanatçıklı ve nanoakışkan kullanılan kanalda sırasıyla daire oyuk ve yamuk modellerde su akışkanına göre Nu sayısında %20,75 ve %20,97' lik artışlar bulunmaktadır.
- Model 3 incelendiğinde; hem kanatçığın etkisi hem de çarpan jet-çapraz akışın kanal girişinden gelen çapraz akışla Model 3 üzerine daha iyi yönlenecek hareket etmesiyle, Model 2' ye göre genel olarak daha yüksek Nu sayısı değerleri elde edilmekle birlikte; daire oyuk model için ulaşılan Nu sayısı değerleri bu modelde yamuk modelden daha fazla olmaktadır.
- Bunun yanı sıra, ilginç bir sonuç olarak her üç model sırası ve hem daire oyuk hem de yamuk model için su akışkanı kullanılan kanallarda 60° açılı kanatçıklı durumda 30° açılı olanlardan daha düşük Nu sayısı değerleri görülmektedir.

Bu duruma su akışkanının nanoakışkana göre daha düşük olan viskozite ve yoğunluk değerleri sebebiyle kanal içerisindeki hareketine bağlı olarak model yüzeyleriyle olan temasındaki azalmanın neden olduğu düşünülmektedir.

- 60° açılı kanatçıklı kanalda ortalama Nu sayısının artışı; basınç düşüşü artışına göre daha fazla olduğu için PEC sayısı değerleri de 30° açılı kanatçıklı kanallara göre daha yüksektir.

- Re=13000 için 60° kanatçıklı çarpan jet-çapraz akışlı kanalda daire oyuk model için su ve nanoakışkan kullanılması durumlarında basınç düşüşüne göre Nu sayısının artışı (PEC sayısı) sırasıyla %2,1 ve %1,2 iken: bu değerler yamuk model için sırasıyla %3,9 ve %3,4 olmaktadır. Bu değerler, yamuk model için daire oyuk modele göre kanaldaki akışkanların basınç düşüşüne karşı soğutma performanslarının daha iyi olduğunu göstermektedir.

- Kanallara kanatçık eklenmesi hem Su akışkanı hem de GO-Su akışkanı için her iki modelde de Nu_m sayısının artmasını sağlarken; ortalama yüzey sıcaklık değerlerinin azalmasını sağlamaktadır.

- Bununla birlikte, nanoakışkan için daha yüksek Nu_m değerleri elde edilmektedir. Ayrıca, akışkanın daha iyi temasta olduğu yamuk modellerde Nu_m değerleri daha fazla olmaktadır.

- Re=13000’ de GO-Su nanoakışkanlı 60° kanatçık açılı çarpan jet-çapraz akışlı kanalda su akışkanlı ve kanatçiksiz kanala göre daire oyuk ve yamuk model yüzeyleri için Nu_m değerinde sırasıyla %16 ve %17,57’ lik artışlar elde edilmiştir.

Sonuç itibarıyla, teknolojinin gelişmesiyle yüksek performanslı ve küçük hacimli elektronik bileşenlerde ısınma problemi ortaya çıkmaktadır. Geleneksel olarak kullanılan ısı transferi yöntemleriyle ise boyutları küçülen elektronik elemanların yeterli derecede soğutulmaları başılamamaktadır. Çarpan jete ek olarak çapraz akışla oluşturulan birleşik jet etkisiyle elektronik cihazların bileşenlerinden olan ısı transferi oldukça iyileştirilmektedir. Bununla birlikte, yenilikçi ısı transferi akışkanı olan GO-Su nanoakışkanının kullanılması ise ısı transferini yaygın olarak kullanılan akışkanlara göre ise oldukça iyileştirmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) birimi tarafından TEKNO- 021-031 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

Abdullah MF, Zulkifli R, Harun Z, Abdullah S, Wan Ghopa WA, Najm AS, Sulaiman NH. Impact of the TiO₂ nanosolution concentration on heat transfer enhancement of the twin impingement jet of a heated aluminium plate. *Micromachines* 2019; 10: 176.

Alnak DE Thermohydraulic performance study of different square baffle angles in cross-corrugated channel. *Journal of Energy Storage* 2020; 28, 101295.

Alnak DE., Koca F., Alnak YA. Numerical investigation of heat transfer from heated surfaces of different shapes. *Journal of Engineering Thermophysics* 2021; 30: 494-507.

Chang TB., Yang YK. Heat transfer performance of jet impingement flow boiling using Al₂O₃-water nanofluid. *Journal of Mechanical Science and Technology* 2014; 28(4): 1559-1566.

Datta A., Jaiswal A., Halder P. Heat transfer analysis of slot jet impingement using Nano fluid on convex surface. *IOP Conference Series-Materials Science and Engineering* 2018; 402: 012098.

Demircan T. Numerical analysis of cooling an electronic circuit component with cross flow and jet combination. *Journal of Mechanics* 2019; 35(3); 395-404.

Hadipour A., Zargarabadi MR. Heat transfer and flow characteristics of impinging jet on a concave surface at small nozzle to surface distances. *Applied Thermal Engineering* 2018; 138: 534-541.

Hajjar Z., Rashidi A., Ghozatloo A. Enhanced thermal conductivities of graphene oxide nanofluids. *International Communications in Heat and Mass Transfer* 2014; 57: 128-131.

Hummers WS., Offeman RE. Preparation of graphitic oxide *Journal of American Chemical Society* 1958; 80: 1339.

Incropera FP., Dewit DP., Bergman TL., Lavine AS. Fundamentals of heat and mass transfer. 6th Ed. In: John Wiley&Sons; 2007.

Jalali E., Sajadi SM., Ghaemi F., Baleanu D. Numerical analysis of the effect of hot dent infusion jet on the fluid flow and heat transfer rate through the microchannel in the presence of external magnetic field. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 2021; 53.

Karabulut K., Alnak DE. Study of cooling of the varied designed warmed surfaces with an air jet impingement. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences* 2020; 26(1): 88-98.

Karabulut K., Alnak DE. Dikdörtgen bir kanaldaki farklı desenli yüzey geometrilerinin ısı transferine olan etkilerinin incelenmesi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi* 2021; 183: 37-49.

Karabulut K., Alnak DE. Investigation of graphene oxide-distilled water nanofluids with consideration of heat transfer and flow structure for backward-facing step flow. *Journal of Engineering Thermophysics* 2021; 30(2): 300-316.

Karabulut K., Alnak D.E. Investigation of the variation of cooling performance with the channel height in a channel having impinging jet-cross flow. *ISPEC 12 th International Conference on Engineering & Natural Sciences, 24-25 December 2021, sayfa no:273-290, Bingöl.*

Kılıç M. Elektronik sistemlerin soğutulmasında nanoakışkanlar ve çarpan jetlerin müşterek etkisinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 2018; 33(3): 121-132.

Kumar D., Zunaid M., Gautam S. Heat sink analysis in jet impingement with air foil pillars and nanoparticles. *MaterialsToday: Proceedings* 2021; 46(20), 10752-10756.

Ma CF., Bergles AE. 1983. Boiling jet impingement cooling of simulated microelectronic chips. *Heat Transfer In Electronic Equipment HTD* 1983; 28: 5-12.

Maghrabie HM., Attalla M., Fawaz HE., Khalil M. Numerical investigation of heat transfer and pressure drop of in-line array of heated obstacles cooled by jet impingement in cross-flow. *Alexandria Engineering Journal* 2017; 56: 285-296.

Mergen S. Kanal içi akış ve çarpan jet ile birlikte elektronik eleman soğutulmasının sayısal olarak incelenmesi. *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no:48, Ankara, Türkiye, 2014.*

Pak BC., Cho YI. Hydrodynamic and heat transfer study of dispersed fluids with submicron metallic oxide particles. *Experimental Heat Transfer* 1998; 11(2), 151-170.

Saleha N., Fadela N., Abbes A. Improving cooling effectiveness by use chamfers on the top of electronic components. *Microelectronics Reliability* 2015; 55: 1067-1076.

Selimefendigil F., Chamkha AJ. Cooling of an isothermal surface having a cavity component by using CuO-water nano-jet. *International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow* 2020; 30(4), 2169-2191.

Shi W., Li F., Lin Q., Fang G. Experimental study on instability of round nanofluid jets at low Velocity. *Experimental Thermal and Fluid Science* 2021; 120, 110253.

Öztürk SM., Demircan T. Numerical analysis of the effects of fin angle on flow and heat transfer characteristics for cooling an electronic component with impinging jet and cross-flow combination. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 2022; 37(1), 57-74.

Taylor JR. An introduction to error analysis: the study of uncertainties in physical measurements, University Science Books, Sausalito; 1997.

Teamah MA., Dawood MM., Shehata A. Numerical and experimental investigation of flow structure and behaviour of nanofluids flow impingement on horizontal flat plate. Experimental Thermal and Fluid Science 2015; 74: 235-246.

Wang SJ., Mujumdar AS. A comparative study of five low Reynolds number k - ϵ models for impingement heat transfer. Applied Thermal Engineering 2005; 25:31-44.