



Раши́т Ахиска

Раши́т Ахиска¹, Гюнай Омер²

¹Кафедра фізики, факультет природничих наук
університет Гази, Анкара, 06500, Туреччина;

²Компанія TES Ltd, Анкара, Туреччина



Гюнай Омер

ТЕРМОЕЛЕКТРИКА В ТУРЕЧЧИНІ

У цій статті дана інформація про Туреччину. Показано високий потенціал Туреччини в області використання сонячної, геотермальної енергії, енергії вітру й промислових відходів тепла. Розглянуті питання пільг на інвестиції в промисловість, енергетику, дослідно-конструкторську роботу, науку Туреччини й на нові вітчизняні виробництва. Зроблений огляд сьогоdnішнього положення термоелектричної науки й промисловості в Туреччині, розглянуті перспективи міжнародного співробітництва для розвитку цих технологій у Туреччині.

Ключові слова: Туреччина, інвестиції, термоелектрика, співробітництво.

The present paper provides information about Turkey. The high potential of Turkey in the field of solar, geothermal and wind energy and industrial waste heat is shown. The issues of incentives for investments in industry, power engineering, development works, the science of Turkey and new home productions are discussed. A survey of the current state of thermoelectric science and industry in Turkey is made, the prospects of development and all kinds of international cooperation for the progress of these technologies in Turkey are considered.

Key words: Turkey, investments, thermoelectricity, cooperation.

Вступ

Туреччина або офіційна назва Турецька Республіка, більшість земель якої перебуває в Анатолії, а невелика частина країни перебуває в Європі, має територію із загальною площею 783,562 квадратних кілометрів. Туреччина перебуває на перехресті Європи й Азії, що дає країні важливу геостратегічну перевагу. Після перемоги над окупаційними країнами у війні за незалежність (1919 – 1922) в 1923 році Мустафа Кемаль Ататюрк проголосив Турецьку Республіку. Туреччина – це демократична, багатокультурна, світська, унітарна, конституційна республіка. Більша частина населення сповідує іслам. Туреччина, як член Ради Європи, НАТО, ОЕСР, ОБСЄ й групи G-20, інтегрована в західний світ. Туреччина з 1963 року є асоційованим членом Європейського Економічного Співтовариства, в 1995 році вступила в Митний Союз ЄС, і в 2005 році Європейський Союз почав переговори про повноправне членство Туреччини в ЄС. Країна також є членом Турецької Ради, міжнародної організації тюркської культури, організації ісламського співробітництва й організації економічного співробітництва. Сьогодні Туреччина з 80 мільйонним населенням, зі зростаючою економікою й активністю дипломатичних ініціатив є визнаною потужною регіональною державою. За показниками ВВП (валовий внутрішній продукт) 718.221 мільярд доларів США (2015 р.), ПКЗ (паритет купівельної здатності) 1.543 трильйона доларів (2015 р.) і річним ростом ВВП 4 % Туреччина вже зараз є 16-тою потужною

економікою світу. Туреччина є найбільшою мусульманською економікою в світі. За Туреччиною слідують Індонезія й Саудівська Аравія [1].

Енергетичний потенціал Туреччини по гідроенергії становить 216 млрд. кВт·год, по геотермальній – 31 500 МВт, по сонячній – 500 МТНЕ (мільйон тонн нафтового еквівалента) у рік, по вітровій – 400 млрд. кВт·год, відповідно. Інакше кажучи, по величині поновлюваних джерел енергії Туреччина перебуває в одному із самих благополучних регіонів миру. На сьогоднішній день у загальному обсязі виробництва електроенергії Туреччини гідроенергетика із часткою в 41 % залишається одним з найбільш широко використовуваних поновлюваних джерел енергії. Як очікується, до 2020 року буде використано приблизно 90 % гідроенергетичного потенціалу Туреччини. З іншого боку, сьогодні з геотермальних ресурсів у Туреччині виробляється 20 МВт електроенергії. Як планується, в 2020 році ця величина зросте до 1000 МВт. Інакше кажучи, в 2020 році 1 мільйон 250 тисяч будинків буде опалюватися геотермальною енергією. З іншого боку, за станом на кінець 2002 року від енергії вітру було вироблено 1.8 ГВт електрики. За планами до 2025 року 7 % попиту на електроенергію буде покриватися за рахунок енергії вітру.

Хоча Туреччина має великий потенціал з погляду використання поновлюваних джерел енергії, частка поновлюваних джерел енергії в загальному обсязі виробництва енергії є дуже низькою. Проте, серед поновлюваних джерел енергії енергія біомаси має велике значення через її дуже високу частку в загальному обсязі виробництва енергії. Насправді, загальна потреба в енергії країни, складає 77 044 МТНЕ в рік, і в 2010 році річний попит в енергії в 175 054 МТНЕ виявляється нижчим, чим потенціал поновлюваних джерел енергії.

Інфраструктури поновлюваних джерел енергії в Туреччині одержали офіційний статус в 2005 році, коли був виданий Закон про поновлювані джерела енергії (ПДЕ), також у рамках гармонізації плану дій з ЄС був прийнятий Закон про дії в області національної поновлюваної енергетики (LEAP) в період, що охоплює, 2011 – 2020 рр. [2]. За планом, до 2023 року 22 % електроенергії в Туреччині буде вироблятися на гідроелектростанціях (але ця кількість буде набагато більшою в загальній кількості електроенергії) і 16 % будуть вироблені з інших поновлюваних джерел енергії. Згідно LEAP, транспортним сектором буде отримано 10 % енергії від поновлюваних джерел енергії. За планом енергія вітру з 3 ГВт зросте до 20 ГВт, сонячна енергія буде збільшена до 5 ГВт. Туреччина в 2013 році по виробництві енергії з поновлюваних джерел стала вище за середній показник у світі. Якщо середній світовий показник виробленої енергії з поновлюваних джерел енергії був усього 22 %, то цей показник у Туреччині досяг 29 % [3]. До кінця 2015 року 32.5 % електроенергії Туреччини було отримано з поновлюваних джерел енергії. У тому ж році загальна сума всієї електроенергії складалася з 25.8 %, отриманих від ГЕС, 4.4 % з енергії вітру, 1.3 % з геотермальної енергії, 0.6 % з біогазу й інших джерел, 0.4 % із сонячної енергії [4].

За даними з атласу вітрів Туреччини (REPA) на висоті 50 метрів райони Егейського, Мармурового морів і Східного Середземномор'я розглядаються як місця, що мають високий потенціал вітрової енергії. Для швидкостей вітрів більших 7 м/с потенціал енергії вітру Туреччини встановлено на рівні 47.849 МВт.

Вироблення вітрової електроенергії й підключення в енергетичну мережу Туреччини почалися в 1998 році. З 2005 року, особливо після прийняття закону про Поновлювані Джерела Енергії, генерація електроенергії постійно зростає й на сьогодні вже досягнуто рівень темпу світового росту. У Туреччині на кінець 2015 року обсяг виробництва енергії вітру склав 11.552 ГВт·год. До кінця 2015 року встановлена потужність вітроенергетичних установок для

експлуатації склала 4.503 МВт [5].

За даними атласу потенціалу сонячної Енергії (GEPA), підготовленого міністерством енергетики Туреччини, щорічний час сонячного освітлення 2 737 години (щодня в середньому 7.5 години), річна сума надходження сонячної енергії 1.527 кВт·год/м² у рік (щодня в середньому 4.2 кВт·год/м²). Визначено, що в 2012 році загальна встановлена площа сонячних колекторів склала приблизно 18.640.000 квадратних метрів. Річний обсяг виробництва плоских сонячних колекторів – 1.164.000 м², вакуумних трубчастих колекторів – 57.600 м. 50 % вироблених плоских колекторів і 100 % вакуумних трубчастих колекторів було реалізовано на внутрішньому ринку Туреччини. В 2012 році за допомогою сонячних колекторів було вироблено приблизно 768.000 ТНЕ (тонн нафтового еквівалента) теплової енергії. У цьому ж році із цієї теплової енергії на опалення житла пішло 500.000 ТНЕ, а на промислове використання 268.000 ТНЕ. Зі створенням неліцензованих сонячних електростанцій до кінця 2015 року виробництво електроенергії досягло потужності порядку 248.8 МВт. По даним Міністерства енергетики в 2023 році ліцензовані сонячні електростанції досягнуть потужності близько 3000 МВт. Сьогодні Туреччина по потенціалу й по прямому використанню геотермальної енергії займає 2-е місце в Європі й 5-е місце у світі. За даними 2005 року потенціал виробництва геотермальної енергії Туреччини, з річним використанням 24.839.9 ТЛ (турецьких лір) у рік або з фактором потужності в 0.5 для 6900.5 ГВт·год/рік склав 1495 МВт [6].

ІНВЕСТИЦІЇ В ТУРЕЧЧИНІ

Туреччина за обсягом і масштабами інвестицій, у першу чергу, в області науково-технологічних і інноваційних впроваджень, а також інвестицій у промисловість, сільське господарство, оборону, науку й культуру й в інші області, є однією із провідних країн світу. Для залучення в Туреччину міжнародних і вітчизняних інвесторів держава й уряд країни підготували правову інфраструктуру й привели в готовність державний і приватний сектори країни. Інвестиційна стратегія Туреччини – це забезпечення повної технологічної, економічної й політичної незалежності за рахунок розвитку місцевого виробництва й створення нових галузей промисловості. У Туреччині інвестиції підтримуються різними способами. Серед них на перший план виходить створення вільних економічних зон (ВЕЗ). Згідно останніх даних міністерства економіки турецької республіки, в 21 зоні близько 50.000 компаній із сотень різних країн роблять різні товари й послуги для внутрішнього й світового ринків. Пільги, надавані цим компаніям, включають:

1. Привілейоване положення на внутрішньому ринку Туреччини для великих виробників.
2. Низькі собівартості земельних ділянок і робочої сили в зоні вільної торгівлі.
3. Безкоштовний переказ міжнародного виторгу й прибутку.
4. Звільнення від податку на прибуток і від держподатку.
5. Звільнення від ПДВ податку на прибуток.
6. Відсутність правових обмежень відносно зовнішньої торгівлі.
7. Користування будь-якою конвертованою валютою.
8. Відсутність вимоги мита на імпортовані товари.
9. Легкий доступ до турецьких портів.
10. Звільнення від податків на банківські операції.
11. Відсутність яких-небудь обмежень на якість продукції і на ціни товарів.
12. Необмежена участь іноземного капіталу в інвестиціях.
13. Надання готових, сучасних робочих місць із гарною інфраструктурою для виробництва й бізнесу.

14. Заборона на страйк і локаут.
15. Зняття обмежень на строки знаходження будь-якого продукту в зоні вільної торгівлі.
16. Надання пільг для всіх компаній, незалежно від їхньої приналежності [7].

На чолі заходів Міністерства науки, промисловості й технологій Туреччини по підтримці інвестицій і місцевого серійного виробництва, перебуває гранд Текноятирим для вітчизняних фірм. За даними Міністерства в рамках гранда Текноятирим фінансується програма інвестицій високотехнологічних продуктів. По цій програмі підтримуються інвестиції фізичних і юридичних осіб Туреччини, що займаються науково-дослідною діяльністю, а також впровадженням результатів цих робіт у вигляді патентів або у вигляді нових високотехнологічних продуктів. У рамках програми інвестицій високотехнологічних продуктів на сьогоднішній день Міністерство в 26 провінціях уклало 204 контракти по проектах. З них 35 проектів успішно завершені й фірмам для придбання верстатів і устаткування держава безоплатно заплатила 15.256.138.98TL.

Це ж міністерство надає значні фінанси вченим і аспірантам, які працюють над дисертаціями, що включають виробниче впровадження, і фірмам, що впроваджують ці нові винаходи й технології в місцеву промисловість. Цей грант називається SANTEZ, об'єм бюджету якого становить 500.000TL – 1.000.000TL. Крім цього, міністерство відразу й безоплатно надає молодим підприємцям 100.000 TL з умовою створення нової власної фірми з метою реалізації свого нового проекту в рамках програми Текногиришим. Аналогічні програми існують і в інших міністерствах Туреччини. Тут спостерігається своєрідне змагання між різними міністерствами [8].

У Туреччині найбільшу підтримку науково-дослідної діяльності, одержанню й реалізації патентів надає ТУБИТАК. Гранти ТУБИТАК згруповано у вигляді шести програм. З них гранти для вчених або гранти для компаній зібрані у двох програмах: академічні Національні Програми, що включають Міжнародні Програми, Програми для гостей-дослідників і інші програми, і промислові програми, що включають Національні Програми, Міжнародні Партнерські Програми й інші програми. Академічні Національні Програми зібрані в 11 грантах. Строки цих грантів міняються від 12 до 36 місяців, а бюджет від 30.000TL до 2.500.000TL. Академічні Міжнародні Програми включають три гранти. Академічні Програми для Гостей-Дослідників включають два гранти. У рамках цих грантів іноземним гостям дослідникам робляться повні медичні й інші страховки і їм платять високу зарплату. Промислові Національні Програми зібрані з 13 грантів. Строки цих грантів міняються від 12 до 36 місяців, а бюджет від 500.000TL до 5.000.000TL. Промислові міжнародні партнерські програми зібрані в 2 гранти. Крім усього цього, фірмам, що займаються науково-дослідною діяльністю, надаються значно більші податкові та інші знижки [9].

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ТУРЕЧЧИНІ

Можна вважати, що фундаментальні дослідження в області теплових труб і термоелектрики в Туреччині починаються з 1992 року, коли родина одного турецького вченого Ахиски, що працює над цими питаннями, повертається на свою історичну батьківщину. Першою вершиною, досягнутою турецькими термоелектричними роботами, є обрання першого й поки єдиного турецького вченого член-кореспондентом міжнародної термоелектричної академії на XIII Форумі, який відбувся в Києві в 2009 році. Перші термоелектричні дослідження, які були представлені як термоелектричні проекти в щорічних міжліцейських

конкурсах проектів, організованих ТУБИТАК, мали великий успіх у Туреччині. Термоелектричні проекти 1992 – 2007 років без винятку постійно одержували 1-е або 2-е місце, і ці проекти представляли Туреччину на Наукових Симпозиумах, що відбулися, наприклад, у Сполучених Штатах і інших країнах світу. В 1993 році вперше в Туреччині був отриманий міжнародний патент на медичний прилад для термоелектричного охолодження мозку людини. Запатентована в цьому медичному приладі гнучка технологія термоелектричного модуля є важливою подією не тільки для Туреччини, але й для всього світу. Заснована в 1999 році в університеті Гази Анкара перша і єдина в Туреччині науково-дослідна лабораторія термоелектрики й теплових труб, підвищила якість науково-технічних досліджень в області термоелектрики й теплових труб на університетський рівень. У цій лабораторії до 2013 року були підготовлені десятки дисертацій, опубліковані сотні статей, були зроблені десятки проектів і патентів [10 – 48]. З 2013 року ця робота триває на фізичному факультеті університету Гази. Тут уперше в Туреччині для студентів були відкриті лекції: фізика термоелектрики 1 і 2, фізика теплообмінних систем 1 і 2, техніка підготовки патенту, а для аспірантів – такі лекції як теорія термоелектричного модуля й приладів, об'ємні й нанотермоелектричні матеріали. Тут знову була створена лабораторія термоелектрики й теплових труб (Thermoelectric & Heat Pipe Laboratory).



Рис. 1. Перший проект і патент в області термоелектрики, що одержав грант турецької держави. Медичний прилад Термогіпотерм для охолодження мозку людини.

За рахунок державного гранту Текногиришим в 2010 році в Туреччині була створена перша й поки єдина термоелектрична фірма TES Ltd. Таким чином, у Туреччині були закладені основи нових галузей промисловості в області термоелектрики й теплових труб. На жаль, таких великих і всебічних досліджень, проведених університетом Гази й фірми TES Ltd., за їхніми межами в Туреччині проводиться дуже мало. Однак з початком державних інвестицій в області напівпровідникових і термоелектричних технологій з кожним днем спостерігається значне збільшення числа вчених, що працюють у цих областях у Туреччині, росте також число проектів, опублікованих статей і отриманих патентів. Розширюється також географія досліджень. Сьогодні, крім університету Гази, термоелектрикою займаються в університеті Токат, у Хититьському університеті Чорума, в Істанбульському технічному університеті, в університеті Сакарья, в Університеті Ердоганом Ризи, в Університеті Памуккале Денизли й в інших університетах країни. Тут реалізовані й виконуються ряд університетських і науково-дослідних проектів, фінансованих ТУБИТАК.

Першим проектом в області термоелектрики, що одержав грант турецької держави, був проект TTGV138 «Одержання термоелектричного матеріалу й використання його в створенні медичного приладу Термогіпотерм для охолодження мозку людини». Тривалість проекту – 1993 – 1995 року, його бюджет був 600.000 \$. Хоча грант і був виграний, але фінансування не було виділено. Незважаючи на це, прилад Термогіпотерм був виготовлений і на прилад був

отриманий європейський патент.

Перший міжнародний проект між університетами Гази й Івано-Франківська за назвою ‘New Semiconductor Materials On The Base Of Lead Telluride For Thermoelectric Energy Transformers, 01.05.2010 – 01.05.2012’, виграв грант ТУБИТАК. Другий міжнародний турецько-український проект – це натовський проект із бюджетом 239.000 EUR ‘Thermoelectric Materials and Devices for Increasing of Energy Saving and Security, SPS964536, 12.02.2013 – 30.06.2016’.

 **NATO**
OTAN

This project is supported by: The NATO Science for Peace and Security Programme

Назва: Термоелектричні матеріали та пристрої для енергозощадження та підвищення безпеки
Thermoelectric Materials and Devices for Energy Saving and Security Increase
Тривалість: 24 місяці
Виконавці проекту:

 **країна NATO** - Gazi University (Ankara, **Turkey**);
 **країна – партнер NATO** – Vasyl Stefanyk Precarpathian National University (Ivano-Frankivsk, **Ukraine**)

Бюджет проекту			
За організаціями		За категоріями (Україна)	
Туреччина	€ 80 000	Обладнання	€ 96 800 (60.9%)
Україна	€ 159 000	Тренінги/Стипендії	€ 24 400 (15.3%)
		Впровадження	€ 37 800 (23.8%)
Загальний внесок NATO			€ 239 000
Співфінансування (не NATO)		€ 80 000	

Рис. 2. Турецько-український проект NATO / SPS964536.

Другий великий грант Турецької Республіки, виділений на забезпечення розвитку високих термоелектричних технологій і технологій теплових труб і продукцій – це грант Міністерства Промисловості Текногиришим на проект «Термоелектрична сонячна панель» на суму 75.000TL. Таким чином, в 2010 році в Туреччині була створена й почала працювати перша й поки єдина термоелектрична фірма TES Ltd.



Рис. 3. Термоелектрична сонячна панель фірми TES Ltd., створена в 2010 році грантом Турецької Республіки.

Зі створенням фірми TES Ltd. почався новий етап розвитку високих термоелектричних технологій і технологій теплових труб. З початку роботи фірми всі проекти були фінансовані й фінансуються з боку Держави й TES Ltd.



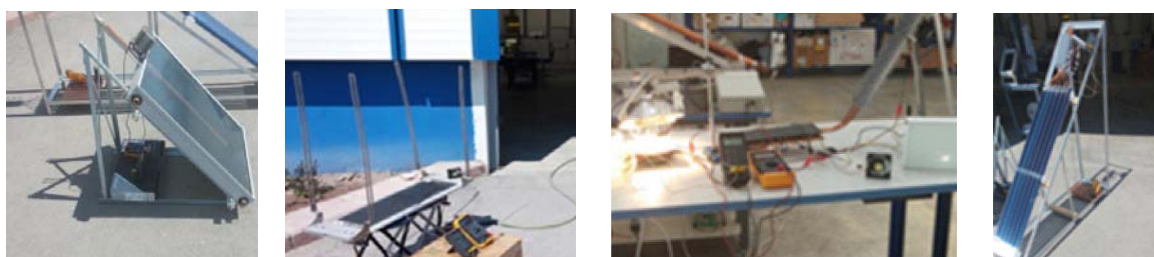
Рис. 4. Фірма TES Ltd., створена в 2010 році грантом Турецької Республіки.

Першим проектом, фінансованим Міністерством Промисловості й фірмою TES Ltd., був проект САНТЕЗ «Виробництво й впровадження термоелектричного генератора з комп'ютерним керуванням» з бюджетом 94.160TL, 2011 – 2012 рр. Після успішного завершення проекту, цей проект тепер уже в рамках гранту Текноятирим бюджетом 1.000.000TL на 2015 – 2018 роки триває.



*Рис. 5. Проекти Сантез і Текноятирим, фінансовані
Міністерством Промисловості Туреччини й фірмою TES Ltd.*

Першим проектом, фінансованим ТУВИТАК і фірмою TES Ltd., був проект «Розробка термоелектричної сонячної панелі, термоелектричного матеріалу й модулів» з бюджетом 880.000TL, 2013 – 2015 рр.



*Рис. 6. Спільний проект ТУВИТАК і фірми TES Ltd. «Розробка термоелектричної
сонячної панелі, термоелектричного матеріалу й модулів».*

Другим проектом, фінансованим ТУВИТАК і фірмою TES Ltd., був проект «Термоелектричний мінібар з тепловою трубою» з бюджетом 236.000 TL, 2015 – 2016 рр.



Рис. 7. Спільний проект ТУВИТАК і фірми TES Ltd. «Термоелектричний мінібар з тепловою трубою».

Другим проектом, фінансованим Міністерством Промисловості (KOSGEB) і фірмою TES Ltd., був проект «Настільний термоелектричний льодогенератор» з бюджетом 150.000 TL, 2014 – 2015 рр. За результатами проекту в 2017 році на льодогенератор був отриманий патент, витрати якого були оплачені ТУВИТАК у рамках гранту для одержання патенту.



Рис. 8. Спільний проект Міністерства Промисловості (KOSGEB) і фірми TES Ltd. «Настільний термоелектричний льодогенератор».

Крім згаданих вище проектів, в університеті Гази й на фірмі TES Ltd. тривають дослідження й роботи над багатьма проектами: «Термоелектричний казан», «Термоелектричний сонячний насос», «Термоелектричний утилізатор відпрацьованого тепла», «Транспортний термоелектричний рідинний охолоджувач», «Термоелектричний охолоджувач CPU з тепловою трубою», «TEPAS прилад для тестування холодильних модулів» і «TEGPAS прилад для тестування генераторних модулів».

Висновки

Туреччина з її тисячолітньою державністю, потужної економікою, що швидко розвивається, з її молодим і динамічним населенням, з інвестиціями у всіх областях діяльності й, особливо, у науку, промисловість і створення нових технологій, та з розташуванням її на перехресті Європи й Азії (що дає країні важливу геостратегічну

перевагу), є потужною державою. Усіма державними установами й організаціями виявляється матеріальна й моральна підтримка розвитку науки, культури, промисловості, місцевого виробництва, двостороннього й багатобічного співробітництва, які забезпечили показники, що виводять Туреччину на одне з перших місць у світі. Така ситуація спостерігається як у всіх областях, так і для термоелектричних технологій і технологій теплових труб. Це положення підтверджується ростом в останні роки підтримки в цих областях. Для вчених і фірм із урахуванням цих реальностей, інвестиції в галузі з новими технологіями, такими як термоелектричні технології й технології теплових труб, участь у різних спільних наукових грантах, будуть правильними й економічно вигідними вирішеннями. Обрання в Міжнародну Термоелектричну Академію вченого з Туреччини й наявність термоелектричної фірми, є великою перевагою для співробітництва між членами Термоелектричної академії й Туреччиною.

Ця робота підтримана грантами TÜBİTAK 1511/1120014 і NATO SFP/984536.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://tr.wikipedia.org>
2. <http://www.tuik.gov.tr>
3. "Turkey". International Monetary Fund. 7 Mayıs 2016 tarihinde kaynağından arşivlendi. Erişim tarihi: 2 Kasım 2014.
4. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18616>
5. CIA. 4 Mart 2016 tarihinde kaynağından arşivlendi. Erişim tarihi: 28 Mayıs 2014.
6. "2015 Human Development Report". 15 Aralık 2015. 17 Haziran 2016 tarihinde kaynağından arşivlendi. Erişim tarihi: 15 Aralık 2015.
7. www.ekonomi.gov.tr
8. <http://www.sanayi.gov.tr>
9. <http://www.tubitak.gov.tr>
10. TES Ltd., Masaüstü Termoelektrik Buz Makinesi (2017), Patent No: 2014/14588
11. Omer G., Yavuz A.H., and Ahıska R., Heat Pipes Thermoelectric Solar Collectors for Energy applications, *International Journal of Hydrogen Energy*, 2017, Accept
12. Ahıska R., Organizmayı sıcaklıkla etkilemek için termoelektrik tıp cihazı (1993), Patent No: 26708.
13. Serkan Dişlitaş, Raşit Ahıska, Üç ayrı ölçüme dayalı parabol algoritması ile termoelektrik modülün I_{max} V_{max} ve E_{max} parametrelerinin belirlenmesi, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*. 2016. **31**(4). P. 1063 – 1172.
14. Ahıska R., The Thermoelectric Solar Panels, *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*. 2016. **3**(1). P. 9 – 14.
15. Ahıska Raşit, Mamur Hayati, Development and Application of a New Power Analysis System for Testing of Geothermal Thermoelectric Generators, *International Journal of Green Energy*. 2016. **13**(7). P. 672 – 681.
16. Ahıska Raşit, Phase Content and Thermoelectric Properties of Optimized Thermoelectric Structures Based on the Ag Pb Sb Te System, *Journal of Electronic Materials*. 2016. **45**(3). P. 1576 – 1583.
17. Yavuz Abdullah Hakan, Ahıska Raşit, Load and No Load Tests of the Thermoelectric Brain

- Cooler Designed for Brain Hypothermia, *Proc. of The Fifth Intl. Conf. On Advances in Applied Science and Environmental Technology – ASET* 2016. 1(15).
18. Mamur Hayati, Ahıska Raşıit, Application of a DC DC Boost Converter with Maximum Power Point Tracking for Low Power Thermoelectric Generators, *Energy Conversion and Management*. 2015. **97**. P. 265 – 272.
 19. Mamur Hayati, Ahıska Raşıit, A Review of Thermoelectric Generators in Renewable Energy, *International Journal of Renewable Energy Research* 2014. **4**(1). P. 128 – 136.
 20. Ahıska Raşıit, Freik Dmytro, Parashchuk Taras, and Gorichok Igor. Quantum Chemical Calculations of the Polymorphic Phase Transition Temperatures of ZnS, ZnSe and ZnTe Crystals, *Turkish Journal of Physics*. 2014. **38**(1) P. 125 – 129.
 21. Ahıska Raşıit, Mamur Hayati. Design and Implementation of a New Portable Thermoelectric Generator for Low Geothermal Temperatures. *IET Renewable Power Generation*. 2013. **7**(6). P. 700 – 706.
 22. Ahıska Raşıit, Mamur Hayati. A Test System and Supervisory Control and Data Acquisition Application with Programmable Logic Controller for Thermoelectric Generators, *Energy Conversion and Management*. 2012. **64** P. 15 – 22.
 23. Ahıska Raşıit, Dişlitaş Serkan and Günay Günay Ömer. A New Method and Computer Controlled System for Measuring the Time Constant of Real Thermoelectric Modules, *Energy Conversion and Management*. 2012. **53**(1) P. 314 – 321.
 24. Ahıska Raşıit, Serkan Dişlitaş Serkan, Computer Controlled Test System for Measuring the Parameters of the Real Thermoelectric Module, *Energy Conversion and Management*. 2011. **52**(1). P. 27 – 36.
 25. Demirhan Ayşe, Kaymaz Ahmet Memduh, Ahıska Raşıit and Güler İnan, A Survey on Application of Quantitative Methods on Analysis of Brain Parameters Changing with Temperature, *Journal of Medical Systems*. 2010. **34**(6). P. 1059 – 1071.
 26. Ahıska Raşıit, Ahıska Kenan, New Method for Investigation of Parameters of Real Thermoelectric Modules, *Energy Conversion and Management*. 2010. **51**(2). P. 338 – 345.
 27. Ahıska Raşıit, Ahıska Kenan and Ahıska Günay. Analysis of a New Method for Measurement of Parameters of Real Thermoelectric Module Employed in Medical Cooler for Renal Hypothermia, *Instrumentation Science & Technology*. 2009. **37**(1). P. 102 – 123.
 28. Abdullah Hakan Yavuz, Raşıit Ahıska, and Mahmut Hekim, Modeling of a Thermoelectric Brain Cooler by Adaptive Neuro Fuzzy Inference System, *Instrumentation Science & Technology*. 2008. **11**. P. 636 – 655.
 29. Ahıska Raşıit, Hakan Abdullah and Kaymaz Mehmet Kaymaz. Control of a Thermoelectric Brain Cooler by Adaptive Neuro Fuzzy Inference System, *Instrumentation Science & Technology*. 2008. **36**(6). P. 636 – 655.
 30. Ahıska Raşıit. New Method for Investigation of Dynamic Parameters of Thermoelectric Modules, *Turk J Elec Engin*. 2007. **15**(1). P. 51 – 65.
 31. Kapidere Metin, Ahıska Raşıit and İnan Güler İnan (2005). A New Microcontroller Based Human Brain Hypothermia System, *Journal of Medical Systems*. 2005. **29**(5). P. 501 – 512.
 32. Güler Nihal Fatma, Ahıska Raşıit. Design and Testing of a Microprocessor Controlled Portable Thermoelectric Medical Cooling Kit. *Applied Thermal Engineering* 2002. **22**(11). P. 1271 – 1276.
 33. Horichok Ihor, Ahıska Raşıit, Freik Dmytro, Nykyruy Luybomyr, Mudry Stepan, Matkivskiy

- Ostap and Semko Taras. Phase Content and Thermoelectric Properties of Optimized Thermoelectric Structures Based on the *Ag, Pb, Sb, Te* System, *Journal of Electronic Materials* 2000. 1 – 7.
34. Nykyruy Lubomir, Freik Dmytro, Ahıska Raşı́t, Matkivskiy Oleg, Lishchynskiy Igor and Hryhoruk Igor. Composite Thermoelectric Materials on the Base of *PbTe* with *Ag* and *ZnO* Nano-inclusions, *5th Polish Forum Smart Energy Conversion & Storage*. (2015).
35. Ahıska Raşı́t, Freik Dmytro, Lishchynskyy Ivan and Chavjak Igor, Growth Processes Structure and Thermoelectric Properties in *SnTe* Based Vapor Phase Nanocondensates. *34th Annual International Conference on Thermoelectrics (ICT 2015) and 13th European Conference on Thermoelectrics*. (ECT 2015).
36. Raşı́t Ahıska, Lubomir Nykyruy and Ahıska. Comparison of Thermoelectric and Fotovoltaic Solar Panels, *XVI International Forum on Thermoelectricity*. (2015).
37. Ahıska Raşı́t, Freik Dmytro, Chavjak Ivan, Nykyruy Lubomir and Mazur Misha. Doping Semiconductors on the Base of IV VI for Thermoelectric International Conference of Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems. *International Conference on the Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems ICPTTFN-XV*. (2015).
38. Ahıska Raşı́t, Nykyruy Lyubomyr, Chavjak Ivan and Freik Natalia. *The Influence of the Surface on the Thermoelectric Properties of SnTe Bi Thin Films. Science and Applications of Thin Films, Conference & Exhibition*. (2014).
39. Ahıska Raşı́t, Nykyruy Lyubomyr and Freik Dmytro. Quantum Size Oscillations of Thermoelectric Characteristics in IV VI Semiconductor Nanostructures, *Science and Applications of Thin Films, Conference & Exhibition. SATF* (2014).
40. Freik Dmytro, Nykyruy Lyubomyr, Ahıska Raşı́t and Mezhylovska Lyubov. Processes of Structure Formation and Thermoelectric Properties of the Semiconductor Systems *Pb Sn Sb Bi Te*, *XII International Conference on Nanostructured Materials. (NANO 2014)*.
41. Ahıska Raşı́t, Nykyruy Lyubomyr, Freik Dmytro, Mezhylovska Lyubov, Horichok Ihor, Khalavka Yuri and Ahıska Kenan. Thermoelectric Composites on the Base of *PbTe* with Nano-inclusions of Colloidal *Ag*, *International Conference on Thermoelectrics. ICT 2014*.
42. Nykyruy Lyubomyr, Freik Dmytro, Mezhylovska Lyubov, Ahıska Raşı́t and Potyak Volodymyr *Pb Sb Bi Te* Thin Film Condensates for Thermoelectric Application, *International Conference on Thermoelectrics. ICT 2014*.
43. Ahıska Raşı́t, Mamur Hayati and Uliş Metin. Modelling and Experimental Study of Thermoelectric Module as Generator, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*. 2011. **26**(4), P. 889 – 896.
44. Ahıska Raşı́t, Hayati Mamur and Uliş Metin. Termoelektrik Modülün Jeneratör Olarak Modellenmesi
Ve Deneysel Çalışması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 2011. **26**(4).
45. Ahıska Raşı́t, Fidan Ugur, Serkan Dişlitaş. The Influence Of The Different Temperature Control Systems On The Thermoelectric Module Kit S Performance, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*. 2008. **23**(1). P. 441 – 447.
46. Ahıska Raşı́t, Ahıska Kenan, Esnek İki Fazlı Termoelektrik Cpu Soğutucusu, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 2007. **22**(2). P. 25 – 35.
47. Ahıska Raşı́t, Dişlitaş Serkan. Microcontroller Based Thermoelectric Generator Application, *GU Journal of Science*. 2006. **19**(2). P. 135 – 141.

48. Ahıska Raşit, Ciylan Bünyamin, Savaş Yılmaz and Güler İnan. Standart termoelektrik modülün Z parametresinin ölçülmesi için yeni yöntem ve yeni sistem, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 2004. **19**(4). P. 467 – 473.
49. Ahıska Raşit, Güler İnan and Savaş Yılmaz. Termoelektrik soğutucunun özelliklerinin araştırılması, *Politeknik Dergisi*. 1999. **2**(3). P. 89 – 94.

Надійшла до редакції 07.10.2016