



Рашиит Ахиска

Рашиит Ахиска¹, Гюнай Омер²

¹Кафедра физики, факультет естественных наук университет Газы, Анкара, 06500, Турция;

²Компания TES Ltd, Анкара, Турция



Гюнай Омер

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСТВО В ТУРЦИИ

В этой статье дана информация о Турции. Показан высокий потенциал Турции в области использования солнечной, геотермальной энергии и энергии ветра и промышленных отходов тепла. Рассмотрены вопросы льгот на инвестиции в промышленность, энергетику, опытно-конструкторскую работу, науку Турции и на новые отечественные производства. Сделан обзор сегодняшнего положения термоэлектрической науки и промышленности в Турции, рассмотрены перспективы международного сотрудничества для развития этих технологий в Турции.

Ключевые слова: Турция, инвестиции, термоэлектричество, сотрудничество.

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.

Введение

Турция (официальное название Турецкая Республика), большинство земель которой находится в Анатолии, а небольшая часть страны находится в Европе, имеет территорию общей площадью 783.562 квадратных километров. Турция находится на перекрестке Европы и Азии, что обеспечивает стране важное геостратегическое преимущество. После победы над оккупационными странами в войне за независимость (1919 – 1922), в 1923 году Мустафа Кемаль Ататюрк провозгласил Турецкую Республику. Турция – это демократическая, многокультурная, светская, унитарная, конституционная республика. Большая часть населения исповедует ислам. Турция, как член Совет Европы, НАТО, ОЭСР, ОБСЕ и группы G-20, интегрирована в западный мир. Турция с 1963 года является ассоциированным членом Европейского Экономического Сообщества, в 1995 году вступила в Таможенный Союз ЕС, и в 2005 году Европейский Союз начал переговоры о полноправном членстве Турции в ЕС. Страна также является членом Турецкого Совета, Международной Организации Тюркской Культуры, Организации Исламского Сотрудничества и Организации Экономического Сотрудничества. Сегодня Турция с 80 миллионным населением, с растущей экономикой и активностью

дипломатических инициатив является признанной мощной региональной державой. По показателям ВВП 718,221 миллиард долларов США (2015 г.), ППС (паритет покупательной способности) 1,543 триллионов долларов (2015 г.) и годовым ростом ВВП 4% Турция уже сейчас является 16-той мощной экономикой мира. Турция является крупнейшей мусульманской экономикой в мире. За Турцией следуют Индонезия и Саудовская Аравия [1].

Энергетический потенциал Турции по гидроэнергии составляет 216 млрд. кВт·ч, по геотермальной – 31 500 МВт, по солнечной – 500 МТНЭ (миллион тонн нефтяного эквивалента) в год, по ветровой – 400 млрд. кВт·ч, соответственно. Другими словами, по величине возобновляемых источников энергии Турция находится в одном из самых благополучных регионов мира. На сегодняшний день в общем объеме производства электроэнергии Турции гидроэнергетика с долей в 41% остается одним из наиболее широко используемых возобновляемых источников энергии. Как ожидается, к 2020 году будет использовано примерно 90% гидроэнергетического потенциала Турции. С другой стороны, сегодня из геотермальных ресурсов в Турции вырабатывается 20 МВт электроэнергии. Планируется, что в 2020 году эта величина возрастет до 1000 МВт. Другими словами, в 2020 году 1 миллион 250 тысяч домов будут отапливаться геотермальной энергией. По состоянию на конец 2002 года от энергии ветра было выработано 1.8 ГВт электричества. По планам к 2025 году 7% спроса на электроэнергию будет покрываться за счет энергии ветра.

Хотя Турция имеет большой потенциал с точки зрения использования возобновляемых источников энергии, их доля в общем объеме производства энергии является очень низкой. Тем не менее, среди возобновляемых источников энергии энергия биомассы имеет большое значение из-за её очень высокой доли в общем объеме производства энергии. В самом деле, общая потребность в энергии страны, составляющая 77 044 МТНЭ в год, и в 2010 году годовой спрос в энергии в 175 054 МТНЭ оказываются ниже, чем потенциал возобновляемых источников энергии.

Инфраструктуры возобновляемых источников энергии в Турции получили официальный статус в 2005 году, когда был издан Закон о возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), также в рамках гармонизации плана действий с ЕС был принят Закон о действиях в области национальной возобновляемой энергетики (LEAP), охватывающий период 2011 – 2020 гг. [2]. По плану, к 2023 году 22% электроэнергии в Турции будет вырабатываться на гидроэлектростанциях и 16% будут выработаны из других возобновляемых источников энергии. Согласно LEAP, транспортным сектором будет получено от возобновляемых источников 10% энергии. Согласно плану, энергия ветра возрастет от 3 ГВт до 20 ГВт, солнечная энергия будет увеличена до 5 ГВт. Турция в 2013 году по производству энергии из возобновляемых источников превысила средний показатель в мире. Если средний мировой показатель производимой энергии из возобновляемых источников энергии был всего 22%, то этот показатель в Турции достиг 29% [3]. К концу 2015 года 32.5% электроэнергии Турции было произведено возобновляемыми источниками энергии. В том же году общая сумма всей электроэнергии состояла из 25.8%, полученных от ГЭС, 4.4% из энергии ветра, 1.3% из геотермальной энергии, 0.6% из биогаза и других источников, 0.4% из солнечной энергии [4].

По данным из Атласа Ветров Турции (REPA) на высоте 50 метров районы Эгейского, Мраморного морей, а также Восточного Средиземноморья рассматриваются как места, имеющие высокий потенциал ветровой энергии. Для скоростей ветров более 7 м/с потенциал энергии ветра Турции установлен на уровне 47 849 МВт. Выработка ветряной электроэнергии и подключение в энергетическую сеть Турции начались в 1998 году. С 2005 года, особенно после принятия закона

о Возобновляемых Источниках Энергии, генерация электроэнергии постоянно возрастает и на сегодня уже достигнут уровень темпа мирового роста. В Турции на конец 2015 года объем производства энергии ветра составил 11 552 ГВт·ч. К концу 2015 года установленная мощность ветроэнергетических установок для эксплуатации составила 4 503 МВт [5].

По данным Атласа Потенциала Солнечной Энергии (GEPA), подготовленного Министерством Энергетики Турции, ежегодное время солнечного освещения 2 737 часов (ежедневно в среднем 7.5 часа), годовая сумма поступления солнечной энергии 1 527 кВт·ч/м² в год (ежедневно в среднем 4.2 кВт·ч/м²). Определено, что в 2012 году общая установленная площадь солнечных коллекторов составила приблизительно 18 640 000 квадратных метров. Годовой объем производства плоских солнечных коллекторов – 1 164 000 м², вакуумных трубчатых коллекторов – 57 600 м. 50% производимых плоских коллекторов и 100% вакуумных трубчатых коллекторов были реализованы на внутреннем рынке Турции. В 2012 году с помощью солнечных коллекторов было выработано примерно 768 000 ТНЭ (тонн нефтяного эквивалента) тепловой энергии. В этом же году из этой тепловой энергии на отопление жилищ ушло 500 000 ТНЭ, а на промышленное использование 268 000 ТНЭ. С созданием Нелицензированных солнечных электростанций к концу 2015 года производство электроэнергии достигло мощности порядка 248.8 МВт. По данным Министерства энергетики в 2023 году лицензированные солнечные электростанции достигнут мощности около 3000 МВт. Сегодня Турция по потенциалу и по прямому использованию геотермальной энергии занимает 2-е место в Европе и 5-е место в мире. По данным 2005 года потенциал производства геотермальной энергии Турции, с годовым использованием 24 839.9 ТЛ (турецких лир) в год или с фактором мощности в 0.5 для 6900.5 ГВт·ч/год составил 1495 МВт [6].

Инвестиции в Турции

Турция по объему и масштабам инвестиций, в первую очередь, в области научно-технологических и инновационных внедрений, а также инвестиций в промышленность, сельское хозяйство, оборону, науку и культуру и в другие области, является одной из ведущих стран мира. Для привлечения в Турцию международных и отечественных инвесторов Государство и Правительство страны подготовили правовую инфраструктуру и привели в готовность государственный и частный секторы страны. Инвестиционная стратегия Турции – это обеспечение полной технологической, экономической и политической независимости за счет развития местного производства и создание новых отраслей промышленности. В Турции инвестиции поддерживаются различными способами. Среди них на первый план выходит создание Свободных Экономических Зон (СЭЗ). Согласно последних данных Министерства Экономики Турецкой Республики, в 21 зоне около 50 тысяч компаний из сотен разных стран производят различные товары и услуги для внутреннего и мирового рынков. Льготы, предоставляемые этим компаниям, включают:

1. Привилегированное положение на внутреннем рынке Турции для крупных производителей.
2. Низкие себестоимости земельных участков и рабочей силы в зоне свободной торговли.
3. Бесплатный перевод международной выручки и прибыли.
4. Освобождение от налога на прибыль и от госналога.
5. Освобождение от НДС для налога на прибыль.
6. Отсутствие правовых ограничений в отношении внешней торговли.

7. Использование любой конвертируемой валюты.
8. Отсутствие пошлин на импортные товары.
9. Легкий доступ к турецким портам.
10. Освобождение от налогов на банковские операции.
11. Отсутствие каких-либо ограничений на качество продукции и на цены товаров.
12. Неограниченное участие иностранного капитала в инвестициях.
13. Предоставление подготовленных, современных рабочих мест с хорошей инфраструктурой для производства и бизнеса.
14. Запрет на забастовку и локаут.
15. Снятие ограничений на сроки нахождения любого продукта в зоне свободной торговли.
16. Предоставление льгот для всех компаний, независимо от их принадлежности [7].

Во главу угла по поддержке инвестиций и местного серийного производства Министерством науки, промышленности и технологий Турции положен грант «Текноятырым» для отечественных фирм. По данным Министерства в рамках указанного гранта «Текноятырым» финансируется Программа инвестиций высокотехнологических продуктов. Эта программа поддерживает инвестиции физических и юридических лиц Турции, занимающихся научно-исследовательской деятельностью, а также внедрением результатов этих работ в виде патентов или в виде новых высокотехнологических продуктов. В рамках Программы инвестиций высокотехнологических продуктов на сегодняшний день Министерство в 26 провинциях заключило 204 контракта по проектам. Из них 35 проектов успешно завершены и фирмам для приобретения станков и оборудования государство безвозмездно заплатило 15 256 138 98 TL.

Министерство также предоставляет очень большие финансы ученым и аспирантам, работающими над диссертациями, включающими производственное внедрение, и фирмам, внедряющим эти новые изобретения и технологии в местную промышленность. Этот грант называется SANTEZ, объем бюджета которого составляет 500 000 TL – 1 000 000 TL. Кроме того, Министерство сразу и безвозмездно предоставляет молодым предпринимателям 100 000 TL с условием создания новой собственной фирмы с целью реализации своего нового проекта в рамках программы «Текногиришим». Аналогичные программы реализуют и другие министерства Турции. Здесь наблюдается своеобразное соревнование между различными министерствами [8].

В Турции наибольшую поддержку научно-исследовательской деятельности, получению и реализации патентов предоставляет ТУБИТАК. Гранты ТУБИТАК сгруппированы в виде шести программ. Из них гранты для ученых или гранты для компаний собраны в двух программах: академические, включающие национальные программы, международные программы, программы для гостей-исследователей и другие программы, и промышленные программы, включающие национальные программы, международные партнерские программы и другие программы. Академические национальные программы собраны в 11 грантах. Сроки этих грантов составляют 12 – 36 месяцев, а бюджет от 30 000 TL до 2 500 000 TL. Академические международные программы включают три гранта. Академические программы для гостей-исследователей включают два гранта. В рамках этих грантов иностранным гостям-исследователям делаются полные медицинские и другие страховки; им платят высокую зарплату. Промышленные национальные программы собраны в 13 грантов. Сроки этих грантов от 12 до 36 месяцев, а бюджет от 500 000 TL до 5 000 000 TL. Промышленные Международные Партнерские Программы собраны в 2 гранта. Помимо всего этого, фирмам, занимающимся

научно-исследовательской деятельностью, предоставляются очень большие налоговые и прочие скидки [9].

Термоэлектрические исследования в Турции

Можно считать, что фундаментальные исследования в области тепловых труб и термоэлектричества в Турции начинаются с 1992 года, когда семья турецкого ученого Ахиска, работающая над этими вопросами, возвращается на свою историческую родину. Первой вершиной, достигнутой турецкими термоэлектрическими работами, является избрание первого и пока единственного турецкого ученого член-корреспондентом Международной термоэлектрической академии на XIII Форуме, который состоялся в Киеве в 2009 году. Первые термоэлектрические исследования, которые были представлены как термоэлектрические проекты в ежегодных междулицейских конкурсах проектов, организованных ТУБИТАК, имели большой успех в Турции. Термоэлектрические проекты 1992 – 2007 годов без исключения постоянно получали 1-е или 2-ое места, и эти проекты представляли Турцию на научных фестивалях, состоявшихся, например, в Соединенных Штатах и других странах мира. В 1993 году впервые в Турции был получен международный патент на медицинский прибор для термоэлектрического охлаждения мозга человека. Запатентованная в этом медицинском приборе гибкая технология термоэлектрического модуля является важным событием не только для Турции, но и для всего мира. Основанная в 1999 году в Университете Гази Анкара первая и единственная в Турции научно-исследовательская лаборатория термоэлектричества и тепловых труб, повысила качество научно-технических исследований в области термоэлектричества и тепловых труб на университетский уровень. В этой лаборатории до 2013 года были подготовлены десятки диссертаций, опубликованы сотни статей, были сделаны десятки проектов и патентов [10 – 48]. С 2013 года эта работа продолжается на физическом факультете Университета Гази. Здесь впервые в Турции для студентов разработаны лекции «Физика термоэлектричества 1 и 2», «Физика теплообменных систем 1 и 2», «Техника подготовки патента», а для аспирантов – такие лекции как «Теория термоэлектрического модуля и приборов», «Объемные и нано термоэлектрические материалы». Здесь снова была создана Лаборатория термоэлектричества и тепловых труб (Thermoelectric & Heat Pipe Laboratory). В рамках государственного гранта «Текногиришим» в 2010 году в Турции была создана первая и пока единственная термоэлектрическая фирма TES Ltd. Таким образом, в Турции были заложены основы новых отраслей промышленности в области термоэлектричества и тепловых труб. К сожалению, таких обширных и всесторонних исследований, проводимых Университетом Гази и фирмой TES Ltd., за их пределами в Турции проводится очень мало. Однако с началом государственных инвестиций в области полупроводниковых и термоэлектрических технологий с каждым днем наблюдается значительное увеличение числа ученых, работающих в этих областях в Турции, растет также число проектов, опубликованных статей и полученных патентов. Расширяется также география исследований. Сегодня, помимо Университета Гази, термоэлектричеством занимаются в Университете Токат, в Хититском университете Чорума, в Истанбульском техническом университете, в Университете Сакарья, в Университете Эрдоганом Ризе, в Университете Памуккале Денизли и в других университетах страны. Здесь реализованы и выполняются ряд университетских и научно-исследовательских проектов, финансируемых ТУБИТАК.

Первым проектом в области термоэлектричества, получившим грант турецкого

государства, был проект TTGV138 «Получение термоэлектрического материала и использование его в создании медицинского прибора Термогипотерм для охлаждения мозга человека». Длительность проекта – 1993 ÷ 1995 год, а его бюджет – 600.000 \$. Хотя грант и был выигран, но финансирование не было выделено. Несмотря на это, прибор Термогипотерм был изготовлен и на прибор был получен европейский патент.



Рис. 1. Первый проект и патент в области термоэлектричества, получивший грант турецкого государства. Медицинский прибор «Термогипотерм» для охлаждения мозга человека.

Первый международный проект между университетами Гази и Ивано-Франковска под названием «New semiconductor materials on the base of lead telluride for thermoelectric energy transformers», 01.05.2010 – 01.05.2012, выиграл грант ТУБИТАК. Второй международный турецко-украинский проект – натовский проект с бюджетом 239.000 EUR «Thermoelectric Materials and Devices for Increasing of Energy Saving and Security», SPS964536, 12.02.2013 – 30.06.2016.

Thermoelectric Materials and Devices for Energy Saving and Security Increase

Brief details

Project title: Thermoelectric Materials and Devices for Energy Saving and Security Increase

Duration: 24 month

Institutions:

 **NATO country** - Gazi University / TES Ltd (Ankara, Turkey);
 **NATO partner country** – Vasyl Stefanyk Precarpathian National University (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

Budget:

NATO Funding Envelope Requested (ceiling)			
	By Year	By Category	
Year 1	€ 121 200	Equipment	€ 144 400 (60.4%)
Year 2	€ 117 800	Training/Stipends	€ 24 400 (10.2%)
		Implementation	€ 70 200 (29.3%)
NATO Total Funding		€ 239 000	
Non-NATO Funding		€ 80 000	

(31)

Рис. 2. Турецко-украинский проект НАТО / SPS964536.

Второй большой грант Турецкой Республики, выделенный на обеспечение развития высоких термоэлектрических технологий и технологий тепловых труб и продуктов - это грант Министерства промышленности «Текногиришим» на проект «Термоэлектрическая солнечная панель» на сумму 75 000 TL. Таким образом, в 2010 году в Турции была создана и начала работать первая и пока единственная термоэлектрическая фирма TES Ltd.



Рис 3. Термоэлектрическая солнечная панель фирмы TES Ltd., созданная в 2010 году за счет гранта Турецкой Республики.

С созданием фирмы TES Ltd. начался новый этап развития высоких термоэлектрических технологий и технологий тепловых труб. С начала работы фирмы все проекты были финансированы и финансируются со стороны государства и TES Ltd.



Рис. 4. Фирма TES Ltd., созданная в 2010 году грантом Турецкой Республики.

Первым проектом, финансируемым Министерством Промышленности и фирмой TES Ltd., был проект САНТЕЗ «Производство и внедрение термоэлектрического генератора с компьютерным управлением» с бюджетом 94 160 TL, 2011 – 2012 гг. После успешного завершения проекта, этот проект теперь уже в рамках гранта «Текноятырым» с бюджетом 1 000 000 TL на 2015 – 2018 годы продолжается.



Рис. 5. Проекты «Сантез» и «Текноятырым», финансируемые Министерством промышленности Турции и фирмой TES Ltd.

Первым проектом, финансируемым ТУВИТАК и фирмой TES Ltd., был проект «Разработка термоэлектрической солнечной панели, термоэлектрического материала и модулей» с бюджетом 880 000 TL, 2013 – 2015 гг.



Рис. 6. Совместный проект ТУВИТАК и фирмы TES Ltd. «Разработка термоэлектрической солнечной панели, термоэлектрического материала и модулей».

Вторым проектом, финансируемым ТУВИТАК и фирмой TES Ltd., был проект «Термоэлектрический минибар с тепловой трубой» с бюджетом 236 000 TL, 2015 – 2016 гг.



Рис. 7. Совместный проект ТУВИТАК и фирмы TES Ltd. «Термоэлектрический минибар с тепловой трубой».

Вторым проектом, финансируемым Министерством промышленности (KOSGEB) и фирмой TES Ltd., был проект «Настольный термоэлектрический льдогенератор» с бюджетом 150 000 TL, 2014 – 2015 гг. По результатам проекта в 2017 году на льдогенератор был получен патент, расходы которого были оплачены ТУВИТАК в рамках гранта для получения патента.



Рис. 8. Совместный проект Министерства промышленности (KOSGEB) и фирмы TES Ltd. «Настольный термоэлектрический льдогенератор».

Помимо упомянутых выше проектов, в Университете Гази и на фирме TES Ltd. продолжают исследования и работы над многими проектами: «Термоэлектрический котел», «Термоэлектрический солнечный насос», «Термоэлектрический утилизатор отработанного тепла», «Транспортный термоэлектрический жидкостный охладитель», «Термоэлектрический охладитель CPU с тепловой трубой», «TEPAS прибор для тестирования холодильных модулей» и «TEGPAS прибор для тестирования генераторных модулей».

Заключение

Турция с ее тысячелетней государственностью, мощной и быстро развивающейся экономикой, с ее молодым и динамичным населением, с инвестициями во всех областях

деятельности и, особенно, в науку, промышленность и создание новых технологий, а также с её расположением на перекрестке Европы и Азии (что дает стране важное геостратегическое преимущество), является мощной державой. Всеми государственными учреждениями и организациями оказывается материальная и моральная поддержка развитию науки, культуры, промышленности, местного производства, двустороннего и многостороннего сотрудничества, что обеспечило показатели, выводящие Турцию на одно из первых мест в мире. Такая ситуация наблюдается как во всех областях, так и в области термоэлектрических технологий и технологий тепловых труб. Это положение подтверждается ростом в последние годы поддержки в этих областях. Для ученых и фирм с учетом этих реальностей, инвестиции в отрасли с новыми технологиями, такими как термоэлектрические технологии и технологии тепловых труб, участие в различных совместных научных грантах, будут правильными и экономически выгодными решениями. Избрание в Международную термоэлектрическую академию ученого из Турции и наличие термоэлектрической фирмы, являются большим преимуществом для сотрудничества между членами Термоэлектрической академии и Турцией.

Эта работа поддержана грантами TÜBİTAK 1511/1120014 и NATO SFP/984536.

Литература

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. G. Omer, A.H. Yavuz, and R. Ahıska, Heat Pipes Thermoelectric Solar Collectors for Energy applications, *International Journal of Hydrogen Energy*, 2017, Accept
12. R. Ahıska, Organizmayı sıcaklıkla etkilemek için termoelektrik tıp cihazı (1993), Patent No: 26708.
13. Serkan Dişlitaş, Raşit Ahıska, Üç ayırık 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* **31**(4), 1063 – 1172 (2016).
14. R. Ahıska, The Thermoelectric Solar Panels, *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University* **3**(1), 9-14 (2016).
15. Raşit Ahıska, Hayati Mamur, Development and Application of a New Power Analysis System for Testing of Geothermal Thermoelectric Generators, *International Journal of Green Energy* **13**(7), 672 – 681 (2016).
16. Raşit Ahıska, Phase Content and Thermoelectric Properties of Optimized Thermoelectric Structures Based on the Ag Pb Sb Te System, *Journal of Electronic Materials* **45**(3), 1576 – 1583 (2016).

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

- Matkivskiy, and Taras Semko, Phase Content and Thermoelectric Properties of Optimized Thermoelectric Structures Based on the *Ag Pb Sb Te* System, *Journal of Electronic Materials* 1-7 (2000).
34. Lubomir Nykyruy, Dmytro Freik, Raşit Ahıska, Oleg Matkivskiy, Igor Lishchynskiy, and Igor 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. Raşit Ahıska, Dmytro Freik, Ivan Lishchynskyy, and Igor Chavjak, 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. Raşit Ahıska, Lubomir Nykyruy, and Feride Ahıska, Comparison of Thermoelectric and Fotovoltaic Solar Panels, *XVI International Forum on Thermoelectricity* (2015).
 37. Raşit Ahıska, Dmytro Freik, Ivan Chavjak, Lubomir Nykyruy, and Misha Mazur, 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. Raşit Ahıska, Lyubomyr Nykyruy, Ivan Chavjak, and Natalia Freik, *The Influence of the Surface on the Thermoelectric Properties of SnTe Bi Thin Films, Science and Applications of Thin Films, Conference & Exhibition* (2014).
 39. Raşit Ahıska, Lyubomyr Nykyruy, and Dmytro Freik, Quantum Size Oscillations of Thermoelectric Characteristics in IV VI Semiconductor Nanostructures, *Science and Applications of Thin Films, Conference & Exhibition, SATF 2014*.
 40. Dmytro Freik, Lyubomyr Nykyruy, Raşit Ahıska, and Lyubov Mezhylovska, 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. Raşit Ahıska, Lyubomyr Nykyruy, Dmytro Freik, Lyubov Mezhylovska, Ihor Horichok, Yuri Khalavka, and Kenan Ahıska, Thermoelectric Composites on the Base of *PbTe* with Nano-inclusions of Colloidal *Ag*, *International Conference on Thermoelectrics – ICT 2014*.
 42. Lyubomyr Nykyruy, Dmytro Freik, Lyubov Mezhylovska, Raşit Ahıska, and Volodymyr Potyak, *Pb Sb Bi Te*, Thin Film Condensates for Thermoelectric Application, *International Conference on Thermoelectrics – ICT 2014*.
 43. Raşit Ahıska. Hayati Mamur, and Metin Uliş, Modelling and Experimental Study of Thermoelectric Module as Generator, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* **26**(4), 889 – 896 (2011).
 44. Raşit Ahıska, Mamur Hayati, and Metin Uliş, Termoelektrik Modülün Jeneratör Olarak Modellenmesi Ve Deneysel Çalışması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* **26**(4) (2011).
 45. Raşit Ahıska, Ugur Fidan, Serkan DişlitaşSerkan (2008). 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* **23**(1), 441 – 447 (2008).
 46. Raşit Ahıska, Kenan Ahıska, Esnek İki Fazlı Termoelektrik Cpu Soğutucusu, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* **22**(2), 25 – 35 (2007).
 47. Raşit Ahıska, Serkan Dişlitaş, Microcontroller Based Thermoelectric Generator Application, *GU Journal of Science* **19**(2), 135 – 141 (2006).
 48. Raşit Ahıska, Bünyamin Ciylan, Yılmaz Savaş, and İnan Güler, Standart termoelektrik

modü-lün Z parametresinin ölçülmesi için yeni yöntem ve yeni sistem, *Gazi Üniversitesi Mühendis-lik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* **19**(4), 467 – 473 (2004).

49. Raşit Ahıska, İnan Güler, and Yılmaz Savaş, Termoelektrik soğutucunun özelliklerinin araştırılması, *Politeknik Dergisi* **2**(3), 89 – 94 (1999).

Поступила в редакцию 07.10.2016