Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi

Pamukkale University Journal of Engineering Sciences

Kabul Edilmiş Araştırma Makalesi (Düzenlenmemiş Sürüm)

Accepted Research Article (Uncorrected Version)

Makale Başlığı / Title	Dinamik test metodu ile bir güneş kollektörünün ısıl performansının belirlenmesi Determination of thermal performance of a solar collector by using dynamic test method
Yazarlar / Authors	Ahmet YILANCI[1], Öner ATALAY[2*], Günnur KOÇAR[3], Ahmet ERYAŞAR[4]
Referans No / Reference No	PAJES-04453
DOI	10.5505/pajes.2018.04453

Bu PDF dosyası yukarıda bilgileri verilen kabul edilmiş araştırma makalesini içermektedir. Sayfa düzeni, dizgileme ve son inceleme işlemleri henüz tamamlanmamış olduğundan, bu düzenlenmemiş sürüm bazı üretim ve dizgi hataları içerebilir.

This PDF file contains the accepted research article whose information given above. Since copyediting, typesetting and final review processes are not completed yet, this uncorrected version may include some production and typesetting errors.

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi

Pamukkale University Journal of Engineering Sciences

Dinamik test metodu ile bir güneş ... belirlenmesi

Determination of thermal performan... dynamic test method

Ahmet YILANCI[1], Öner ATALAY[2*], Günnur KOÇAR[3], Ahmet ERYAŞAR[4]

[1,3,4] Güneş Enerjisi Enstitüsü, Ege Üniversite...
ahmetyilanci@gmail.com, gkocar@gmail.com, ahmeter@gmail.com

[2]Teknoloji Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.
oatalay@pau.edu.tr

Geliş Tarihi/Received 02.05.2018, Kabul Tarihi/Accepted 20.12.2018
doi: 10.5505/pajes.2018.04453
Corresponding Author / Research Article

Öz

Güneş enerjisi bakımından zeng... örtülü, düzlemsel güneş kollek... temininde yaygın olarak kulla... üretim kolaylıkları ... ihtiyacını karşılamaktan uzak ... Bunu önlemek amacıyla, güneş ... testlerinin yapılması gerekmek... dinamik çalışma koşullarında ... (su), örtülü (cam) bir düzlems... dinamik çalışma koşulları altı... ısıl denklemi oluşturulmuştu... Deneyler dört farklı (25°C, 30°C, 45°C, 60°C) ve sabit kütlesel debi (0.037 kg/s) ... gerçekleştirilmiştir. Elde edi... kullanılarak Çoklu Lineer ... denklemdeki sabitler çözülmüştür. Deneysel çalışma ... benzer bir karakterizasyonun e...

Abstract

In Turkey at the location where solar energy is rich, liquid glazed type flat plate solar collectors have been widely used to obtain domestic hot water for many years. However, it is generally faced some produ... which do not fulfill the requirements of the final consumers and hav... low thermal efficiencies since this type of collectors are eas... manufactured. In order to prevent from this issue, it is needed to c... thermal performance tests of the solar collectors. The therm... performance tests are performed under the steady state and dynam... operating conditions. In this study, thermal performance of a liqu... based (water), glazed (glass) type solar collector is determined und... the dynamic operating conditions. For this purpose, thermal equation ... the collector is developed, and an experimental setup is install... Experiments are performed for four different inlet temperatures (25°C, 30°C, 45°C, 60°C) and constant mass flow rate (0.037 kg/s) at outdoo... conditions. Constants in the equation are solved by Multiple Regress... (MLR) method. Results of the experimental study and thermal equati... show that a fairly similar characterization is obtained.

Anahtar kelimeler: Güneş kolektörleri, ... matematiksel modelleme, dinamik test metodu.

Keywords: Solar collectors, thermal performance, efficiency, mathematical modeling, dynamic test method.

1 Giriş

... buhar üretimi vb.) ve elektrik enerjisi elde edilmesinde ... bir güneş ... üst örtü, ... kasadan ... zengin bir konuma sahiptir. ... toplam ...

... düzlemsel ... Genellikle düzlemsel ... Yenilenebilir ... piyasaya yeni ürünlerin ... pazara girebilmesi ve üretilen yeni bir ürünün ... karakterizasyonu ... dinamik test metodu olmak üzere iki ... metodlar ... Bu makalede ... bir sonraki bölümde ...

Kolektörlerin

3]. Fakat

görülmektedir [6]-[13]. Dinamik metodun yürürlükte olan ISO

Nayak ve Amer [12],[14]

matematiksel yön

[15],[16]

metodu ve dinamik metodunu birlikte kullanarak yüksek bir

[6].

sonuçlara gör

düzlemsel kollektör ve 4039 m² alana sahip parabolik oluklu

dönemleri

karakterizasyonu, deneyler ve matematiksel model ile elde

belirlenerek, kollektör

2. Düzlemsel

test metodu

olmak üzere ikiye EN 12975 ve

test metoduna ise ISO 9806 ve EN 12975

yer verilmektedir [19],[20].

Günümüzde Avrupa standardı olan EN 12975

standart ISO 9806

ISO 9806:2013

ASHRAE 93, EN

12975 gibi) dinamik metod sadece Avrupa standard

22]

şekilde özetlenebilir:

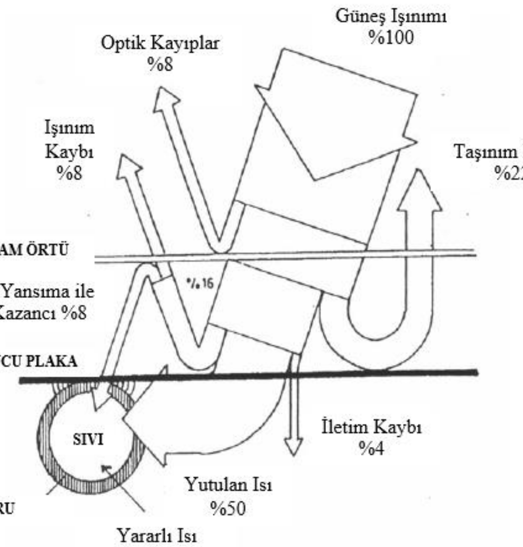
Tablo 1

Parametre	+ÁÒÁÒÌą		Dinamik	
	$Åø	Hassasiyeti	$Åø	Hassasiyeti
GÌÎÅĥ ąĥąÎąÍą (W/m²)	>700	±50	300<	-
$ÉÒÅËÔ ąĥąÎąÍ (%)	<20	-	-	-
$ÉÆÌÚ ąĥąÎąÍ (%)	<30	-	-	-
$ąĥ ÏÒÔÁÍ (°C)	-	±1	-	-
2ÌÚÇÁÒ ÈąÚą (m/s)	3±1	-	-	-
+ÏÌÌÅËÔĘÒ ÇÉ (°C)	-	±0.1	-	±1

4ÁÂÌÏ ρõÄÅ ÇĘÒÌÌÄÌøÌ ÇÉÂÉ ËÁÒÁÒÌą ÈÁÌ ÍÅÔÏÄÕÎÕÎ Äąĥ ÏÒÔÁÍÄÁ ÕÙÇÕÌÁÎÍÁÓąĥ ëÏË ËąÓąÕÌą ÂÉÒ ÚÁÍÁÎ ÇÅÒÅËÔÉÒÍÅËÔÅÄÉÒ. "Õ ÔÅÓÔÌÅÒÉÎ ÇÅÒÅËÔÉÒÄÉøÉ ÁëąË ÁÔÍÏÓÆÅÒ ĥÁÒÔÌÁÒąĥ ÙÌËÅÍÉÚÉÎ ÇÌÎÅĥÌÅÎÍÅ ÍÉËÔÁÒą ÖÅ ÒÌÚÇÁÒ ÈąÚą ÇÉÂÉ ÉËÌÉÍÓÅÌ ÆÁËÔÏÒÌÅÒ ÎÅÄÅÎÉÙÌÅ ÙąÌąÎ bir bölümünde elde edilememektedir. Bu nedenle genellikle bu ĥÁÒÔÌÁÒąÎ ËÏÎÔÒÏÌÌÌ ÏÌÄÕÇÕ ÌÁÂÏÒÁÔÕÁÒ ÏÒÔÁÍÌÁÒąÎÄÁ ÄÅÎÅÙÌÅÒ ÇÅÒëÅËÌÅĥÔÉÒÉÌÉÒ. +ÁÒÁÒÌą ÈÁÌ ÔÅÓÔ ÍÅÔÏÄÕ ÉÌÅ ÂÉÒÂÉÒÉÎÅ ÏÌÄÕËëÁ ÙÁËąÎ ÓÏÎÕë ÖÅÒÅÎ ÄÁÉÍÉ ÈÁÌ ÔÅÓÔ ÍÅÔÏÄÕ ÄÁÈÁ ËąÓÁ ÓÕÒÅÄÅ ÄÁÈÁ ÄÕÙÁÒÌą ÓÏÎÕëÌÁÒ ÖÅÒÍÅËÔÅÄÉÒ ÖÅ ÄÁÈÁ ÇÅÎÉĥ ÈÁÖÁ ĥÁÒÔÌÁÒąÎÄÁ ÄÅÎÅÍÅÌÅÒ ÙÁÐąÌÍÁÓąÎÁ ÏÌÁÎÁË ÓÁøÌÁÍÁËÔÁÄąÒ.

2.1)Óąl !ÎÁÌÉÚ

Kollektöre gelen ÇÌÎÅĥ ąĥąÎąÎąÎ bir ËąÓÍą ÓÁÙÄÁÍ ÏÒÔÌÄÅÎ ÙÁÎÓąÙÁÒÁË geri dönerken, ÂÉÒ ËąÓÍą ÓÕÕÔÕÌÕÒ ÖÅ ËąÓÍą ÙÁÓÁÍą ÇÅÒÅÇÉ geçerek yutucu plaka ile temas eder. Yutucu plaka ile temas olan malzemeden ąÓąÎąÎ ÂÉÒ ËąÓÍą ÓąÖąÙÁ geçer, bu geçen ąÓą ÙÁÒÁÒÌą ąÓąÄąÒ. ...ÆÁÒËÉÎ ÎÅÄÅÎÉÙÌÅ ąÓąÎąÎ ÂÉÒ ËąÓÍą ÔÁĥąÎąÍ ÖÅ ąĥąÎąÍ ÙÏÌÕÙÌÁ, ËÁÙÂÏÌÍÁËÔÁÄąÒ. kollektörün ÔÉÐÉÎÅ ÖÅ ÉĥÌÅÔÉÍ ĥÁÒÔÌÁÒąÎÁ ÇÏÒÅ ÄÅøÉĥÍÅËÔÅÄÉÒ. +ÏÌÌÅËÔĘÒ ÙÌÚÅÙÉÎÅ ÄÌĥÅÎ ÄÉÒÅËÔ ÖÅ ÄÉÆÚÕ ÇÌÎÅĥ ąĥąÎÌÁÒąÎąÎ ÂÉÒ ËąÓÍą ąÓąÙÁ ÄĘÎÌĥÍÅËÔÅ ÖÅ ËÁÌÁÎ ËąÓÍą ÉÓÅ ÇÉÂÉ ÙÁÙąÌąÍ ÇÏÓÔÅÒÉÌÍÅËÔÅÄÉÒ ÉÌÅ ÔÅÍÓÉÌ ÅÄÉÌÍÅËÔÅÄÉÒ. ÉÌÅ ÔÁÒÉÆ ÅÄÉÌÍÉĥÔÉÒ (ĩÅËÉÌ 1).



¤ÅËÉÌ 1. 'ÌÎÅĥ ËÏÌÌÅËÔĘÒÌÎÌÎ ĘÎ ËÁÙąĥÌÁÒą [23]

9ÕÔÕÃÕ ÐÌÁËÁ ÙÌÚÅÙ ÓąÃÁËÌąøą ÄÉÒÅËÔ ÏÌÁÒÁË ÙÁÒÁÒÌą ąÓą ÏÌÁÒÁË ÁÌąÎÍÁÓą ÄÕÒÕÍÕÎÄÁ, Kollektörden elde edilen yararlı ąÓą ĥÕ ĥÅËÉÌÄÅ ÉÆÁÄÅ ÅÄÉÌÅÂÉÌÉÒ. ÇÉÂÉ ÈÅÓÁÐÌÁÎÁÂÉÌÉÒ.

$$\dot{Q}_u = A_c [S - U_L (T_{pm} - T_a)] \tag{1}$$

Burada S (W/m²), ÇÌÎÅĥ ËÏÌÌÅËÔĘÒÌÎÌÎ ÙÕÔÕÌÁÎ ÁÌÁÎą ÔÁÒÁÆąÎÄÁÎ ÙÕÔÕÌÁÎ ÇÌÎÅĥ ąĥąÎąÍąÎą göstermektedir. U_L (W/m² K), ËÏÌÌÅËÔĘÒÌÎ ÔÏÐÌÁÍ ËÁÙąÐ ËÁÔÓÁÙąÓą, T_{pm} (°C), ortalama plaka ÓąÃÁËÌąøą ÖÅ T_a (°C) ÈÁÖÁ ÓąÃÁËÌąøąÄąÒ. ËÏÌÌÅËÔĘÒ ÙÕÔÕÃÕ ÐÌÁËÁ ÓąÃÁËÌąøą T_{pm} ÁÙÎą ÚÁÍÁÎÄÁ ÁÌąĥËÁÎ ÔÁÒÁÆąÎÄÁÎ ...

'ÌÎÅĥ ËÏÌÌÅËÔĘÒÌÎÌÎ ÁÎÌąË ÖÅÒÉÍÉ (η_i), ÙÁÒÁÒÌą ąÓąÎąÎ ÙÕÔÕÌÁÎ ÇÌÎÅĥ ąĥąÎąÍąÎÁ ÏÒÁÎąÄąÒ. ÙÌÚÅÙÉÎÅ ÙÕÔÕÌÁÎ ÏÒÁÎąÎÁ ÖÅ ÓÁÙąÓÁÌ ÖÅÒÉÍ ÙÁÎÓąÔąÌÁÎ ÏÒÁÎÌÁÒąÎ ÂÁøÌÁÎÔąÓą hesaplanabilir:

$$\eta_i = \frac{\dot{m} C_p (T_o - T_i)}{A_c G_T} \tag{2}$$

Burada ËÏÌÌÅËÔĘÒ ÙÌÚÅÙÉÎÅ ÔÁÒÁÆąÎÄÁÎ ÙÌÚÅÙÉÎÅ ÔÏÐÌÁÍ ĥÉÄÄÅÔÉ (G_T (W/m²)) ... ÇÌÎÅĥ ąĥąÎąÍą ... ÓÕÎÕÌÍÕĥ ÏÌÁÎ ... hesaplanabilir [24], [25].

$$\dot{Q}_u = A_c F_R [S - U_L (T_i - T_a)] \tag{3}$$

"ÕÒÁÄÁ ËÏÌÌÅËÔĘÒÄÅÎ $\dot{Q}_u$ (W), kollektörün ÙÁÒÁÒÌą efektif yüzey ÁÌÁÎą A_c (m²), ËÏÌÌÅËÔĘÒ ąÓą ËÁÚÁÎÍÁ ÆÁËÔĘÒÌ F_R, ... U_L (W/m² K), ... T_i (°C) ... ÏÌÁÒÁË ... ÁÌąÎÍąĥÔąÒ. ... ÄÉÆÚÕ ÇÌÎÅĥ ąĥąÎąÍÌÁÒą ... $(\tau\alpha)$ ... (24),[25]:

$$\eta_i = \frac{\dot{Q}_u}{A_c G_T} = F_R(\tau\alpha) - \frac{F_R U_L (T_i - T_a)}{G_T} \tag{4}$$

Enerjinin korunumu ve Denklem 4 'ÅÎÅÌ verim denklemi gözönüne ÁÌąÎÁÒÁË ÄÉÎÁÍÉË ËÉ ifade ĥÅËÌÉÎÄÅ ÙÁÚąÌÁÂÉÌÉÒ [11,12]:

$$\frac{\dot{Q}_u}{A_c} = F'(\tau\alpha)_{en} K_{\theta b}(\theta) G_b + F'(\tau\alpha)_{en} K_{\theta d} G_d - c_6 u G_T - c_1 (T_m - T_a) - c_2 (T_m - T_a)^2 - c_3 u (T_m - T_a) + c_4 (E_L - \sigma T_a^4) - c_5 \frac{dT_m}{dt} \tag{5}$$

Burada c_6 ÍÅÔÅÏÒÏÌÏÊÉË ÇÌÎÅĥ ËÏÌÌÅËÔĘÒ ... ÄÅÎËÌÅÍÌÅÒÉÎÄÅ ÂÅÌÉÒÌÅÎÅÎ ÓÁÂÉÔÌÅÒ ... ÔÏÐÌÁÍ ÇÌÎÅĥ ąĥąÎąÍąÎąÎ ÄÉÆÚÕ ËÁÓÍąÎą ... rüzgâr etkisi ÈąÚą ... kollektörlerinde c_6, c_3 ve c_4 sabitlerinin etkisi oldukça küçük ... [26], [27] ... sonuç olarak ... ÄÅÎËÌÅÍ ÁĥÁøąÄÁËÉ ĥÅËÌÉ ÁÌąÒ.

[illegible] (6)

[illegible]

[illegible] (7)

Burada [illegible]

[illegible] sabit [illegible] [26], [27] [illegible]

[illegible] Denklem 8 [illegible]

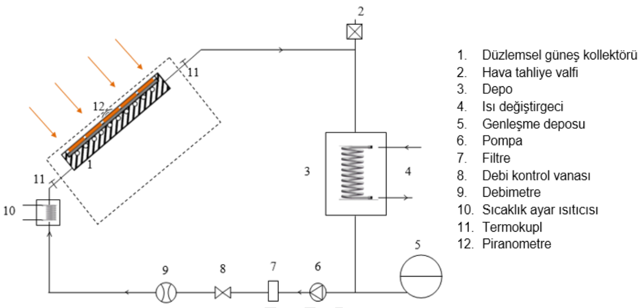
[illegible] (8)

Burada [illegible]

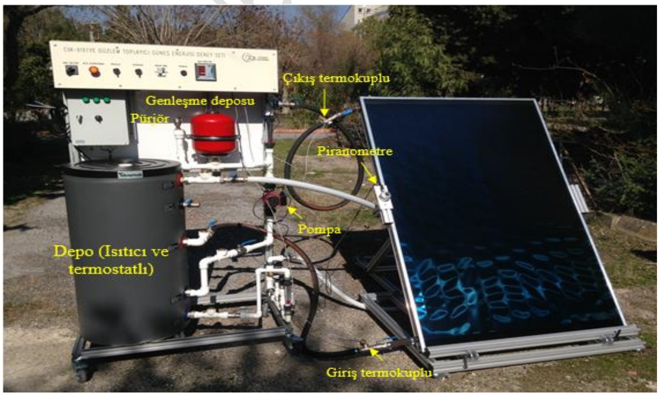
[illegible] etmektedir.

3 [illegible]

[illegible] 2'deki gibidir [illegible] 9806:2013 [illegible] bulunmaktadır.



[illegible] 2. [illegible]



[illegible]

[illegible] standartta belirtilen 0.02 kg/s/m² (133,2 lt/h) sabit kütlesel [illegible] (15°C, 30°C, 45°C ve 60°C) deneyler için gerekli olan sabit [illegible] Testler 12.06.2016 tarihinde [illegible]

[illegible] Suyun kütlesel debisi, [illegible] Kollektör yüzeyinde [illegible]

4 [illegible]

[illegible] 10 dakikal [illegible] 5 gün boyunca ölçümlerin [illegible] 16 Ekim 2016 tarihleri [illegible] seçilmesinde temel olarak dinamik test metodunun [illegible] W/m² [illegible] deneylerin gerçe[illegible] Suyun kollektöre [illegible]

[illegible]

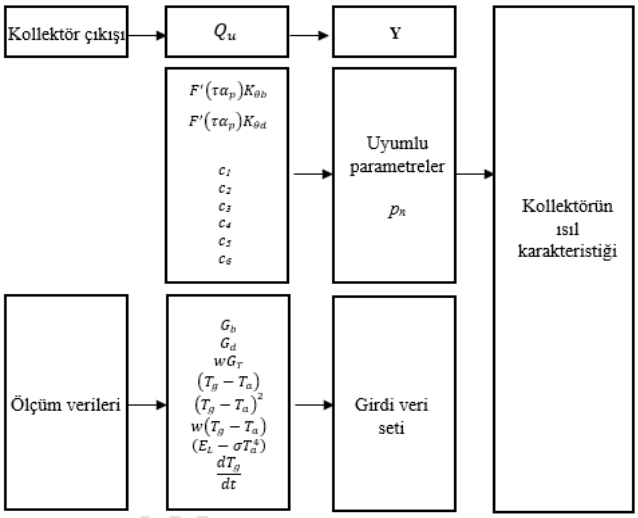
Tablo 2. [illegible]

[illegible]	[illegible]
Ta±3	25
(Ta + 60)/3	30
2 (Ta + 60)/3	45
60	60

[illegible]

(9)

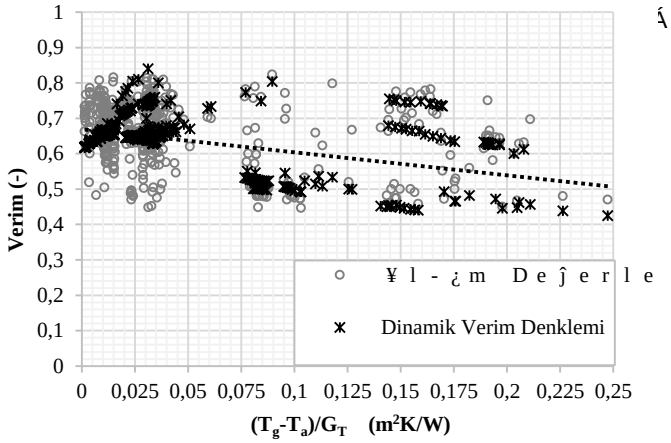
Denklem 9, [illegible] parametrelerle bu düzlemsel kollektörün per[illegible] ve daha iyi sonuç veren bir verim denklemi elde etmek [illegible] kanularak, [illegible] edilen [illegible] (0.037 kg/s) ile [illegible] gösterilmektedir. [illegible] etmek üzere matematiksel modelde sabitler Denklem 5'deki gibi ifade edilmektedir. [illegible] Çoklu Lineer Regresyon (ÇLR) yöntemi kullan[illegible]



[illegible] Microsoft Excel 2013 [illegible] (Tablo 3).

Tablo 3. Regresyon analizi ile elde edilen sabitler

c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6
[illegible]	[illegible]	[illegible]	$-c_1$	$-c_2$	$-c_5$
1.0573	-0.0002	-0.73053	4.3486	-0.1655	0



[illegible] Ölçümler ve dinamik verim denklemi ile elde edilen [illegible]

5 Sonuçlar

[illegible]

- [illegible]
- [illegible]
- [illegible]
- Dinamik test metodu ile meteorolojik verilerin [illegible]

- Dinamik test metodunun [illegible]
- Dinamik test metodunun [illegible]
- Dinamik test [illegible] kollektörlerin [illegible] incelenebilir.
- [illegible] incelenebilir ve birden fazla kollektör dizisi için [illegible] ilir.

6 Teşekkür

Makale [illegible] belirtilebilir.

7 Kaynaklar

[1] [illegible] Güneş ve Hidrojen [illegible] 21-23 Haziran, [illegible]

[2] Mauthner F, Weiss W, Spörk-Dür M, Solar Heat Worldwide, Markets and Contribution to the Energy Supply 2016, *IEA Solar Heating & Cooling Programme*, May 2016.

[3] Hottel, HC, Woertz, BB, Performance of flat-plate solar-heat collectors, *Transactions of ASME*, 91-104, 1942.

[4] NBS, Solar Collector Durability/Reliability Test Program Plan, U.S. Department of Commerce/National Bureau of Standards, 1974.

[5] ASHRAE, Methods of Testing to Determine the Thermal Performance of Solar Collectors, ASHRAE Standard 93-77, New York, 1977.

[6] Gicquel R, Behavior of plane solar collectors under transient conditions, *International Chemical Engineering*, 19, pp 51-65, 1979.

[7] De Ron AJ, Dynamic modelling and verification of a flat-plate solar collector. Solar Energy, 4, pp 117-126, 1980.

[8] Matter GR, Transient response of solar collectors, *Journal of Solar Energy Engineering – ASME*, 104, pp 165-172, 1982.

[9] Emery AF, Rogers BA, On a solar collector thermal performance test method for use in variable conditions, *Solar Energy*, 33, pp 117-123, 1984.

[10] [illegible], Multinode models and dynamic testing methods of solar collectors, *Solar & Wind Technology*, (7), 6, 655-661, 1990.

[11] Perers B, Dynamic method for solar collector array testing and evaluation with standard database and simulation programs, *Solar Energy*, 50(6), pp 517-526, 1993.

[12] Perers B, An improved dynamic solar collector test method for determination of non-linear optical and thermal characteristics with multiple regression, *Solar Energy*, 59(4-6), pp 163-178, 1997.

[13] Amer EH, Nayak JK, Sharma GK, A transient method for testing of flat-plate solar collectors, *Energy Conversion and Management*, 40, pp 19, 1998.

[14] Nayak JK, Amer EH, Experimental and theoretical evaluation of dynamic test procedures for solar flat-plate collectors, *Solar Energy*, 69(5), pp 377-401, 2000.

[15] Deng J, Xu Y, Yang X, A dynamic thermal performance model for flat-plate solar collectors based on the thermal inertia correction of the steady-state test method, *Renewable Energy*, 76, pp 679-686, 2015.

[16] Kong W, Perers B, Fan J, Furbo S, Bava F, A new Laplace transformation method for dynamic testing of solar collectors, *Renewable Energy*, 75, pp 448-458, 2015.

[17] Tian Z, Perers B, Furbo S, Fan J, Analysis and validation of a quasi-dynamic model for a solar collector field with flat plate collectors and parabolic trough collectors in series for district heating, Energy, 142, pp 130-138, 2018.

[18] [illegible] Tezi, 2015.

[19] ISO, ISO 9806, Solar energy -- Solar thermal collectors -- Test methods, [illegible]

[20] EN, EN 12975-2, Thermal solar systems and components. Solar collectors. Test methods, 2006.

[21] Fischer S, New Standards Solar Thermal Certification, *Sun & Wind Energy (The Magazine for Renewable Energies)*, Issue: 6, pp 52-55, 2013.

[22] Fischer S, Heidemann W, Muller-Steinhagen H, Perers B, Bergquist P, Hellstrom B, Collector test method under quasi-dynamic conditions according to the European Standard EN 12975-2, *Solar Energy*, 76, pp 117-123, 2004.

[23] Uyarel AY., Öz ES, *Güneş Enerjisi ve Uygulamaları*, Birsen [illegible]

[24] [illegible] *Kollektör yutucu yüzeyi optik özelliklerinin toplam ısı kayıp katsayısına* [illegible], Tübitak-[illegible], Kocaeli, 1998.

[25] [illegible] Tübitak-[illegible]

[26] Gaël SG, Ollas P, Optimization of the Quasi Dynamic Method for Solar Collector Testing, Master of Science Thesis in Sustainable Energy Systems (MPSES), Department of Energy and Environment, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, pp 94, 2012.

[27] Zambolin E, Theoretical and Experimental Study of Solar Thermal Collector Systems and Components, Scuola Di Dottorato Di Ricerca In Ingegneria Industriale, Indirizzo Fisica Tecnica, Doktora Tezi, pp 159, 2013.