

DÜMAD WOJMUR

Dünya Multidisipliner Araştırmalar Dergisi - World Journal of Multidisipliner Research

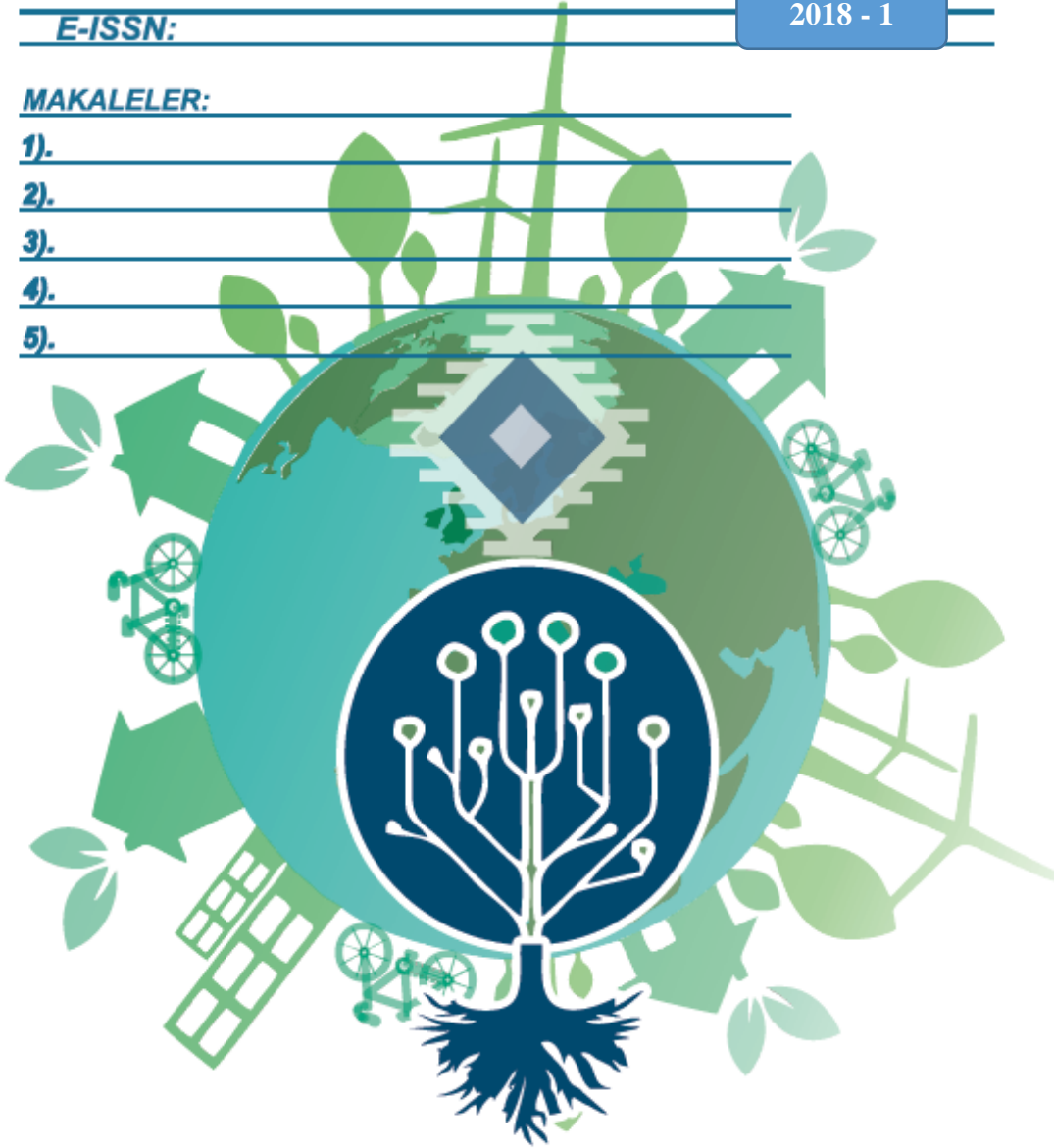


2018 - 1

E-ISSN:

MAKALELER:

- 1).
- 2).
- 3).
- 4).
- 5).





WOJMUR / DÜMAD

**WORLD JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH
DÜNYA MULTİDİSİPLİNER ARAŞTIRMALAR DERGİSİ**

YIL-SAYI / YEAR-VOLUME

2018-1

E-ISSN

AMAÇ-KAPSAM-YAZIM KURALLARI

- Amaç ve Kapsam
- Yazım Kuralları

MAKALELER

1. FOTOVOLTAİK SİSTEMLERİN MAKSİMUM GÜÇ NOKTASINDA ÇALIŞTIRILMASI

Ercan KÖSE

2. MERSİN İLİ (KENT MERKEZİ) KIYISAL ALANINDAN AVLANAN HAS KEFAL (*MUGİL CEPHALUS L.*) BALIKLARINDA *MYXOBOLUS İCHKEULENSIS* BAHİRİ AND MARQUEZ, 1996 PARAZİTİNİN BELİRLENMESİ

Cafer Erkin KOYUNCU - Serhat TAŞKIN

3. AQUIFER THERMAL ENERGY STORAGE IN MERSIN COASTAL AQUIFER: A PRE-FEASIBILITY STUDY

Nihan AYDIN ERTUĞRUL - Zübeyde HATİPOĞLU BAĞCI - Özgür Lütfi ERTUĞRUL

4. $Li_5Ca_{2-x}Ga_xLa_2Zr_2O_{12}$ KATI PİL ELEKTROLİTİNİN ELEKTRONİK VE KRİSTAL YAPI ÇALIŞMASI

Osman Murat ÖZKENDİR

5. AKDENİZ BÖLGESİ İÇİN KÜRESEL ISINMA SENARYOLARI VE BİTKİLER ÜZERİNDEKİ OLASI ETKİLERİ

Sertan ÇEVİK - Aysin GÜZEL DEĞER



E-POSTA



TWITTER ADI



TELEFON



LINKEDIN URL'Sİ



Dergi Yöneticisi ve Baş Editör:

Prof. Dr. D. Ali ARSLAN

Kapak Tasarımı: Prof. Dr. D. Ali ARSLAN

Mizanpaj-Ofset Hazırlık: Prof. Dr. D. Ali ARSLAN

© D. Ali ARSLAN

İletişim:

Tel: 0532 270 81 45 / 0553 666 06 06

E – Posta: cimderaslan@hotmail.com

Not: Makalelerin her türlü idari, akademik ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir.



Amaç ve Kapsam

DÜMAD Dünya Multidisipliner Araştırmalar Dergisi (WOJMUR World Journal of Multidisipliner Research) yılda iki kez (Temmuz – Ocak) yayımlanan uluslararası multidisipliner bir hakemli dergidir. Dergi çokdisiplinli bir akademik dergi niteliğine sahip olup, sosyal ve beşeri bilimler alanında, nitelikli araştırma ve derleme makalelerini bilim dünyası ile buluşturmayı hedefler.

“Bilgi insanlığın ortak malıdır” ilkesinden yola çıkan dergimiz, Açık Erişimli bir dergidir. Bu bağlamda, dünya genelinde, toplum ve insan bilimlerinin her alanında araştırma yapan bilim insanlarına, araştırmalarını insanlığın faydasına sunabilecekleri nitelikli bir akademik platform olabilme idealiyle yola çıkmıştır. Dergiye gönderilen her makale, yayımlanmadan önce çift-kör hakemlik sürecinden geçer.

Aims and Scope

WOJMUR World Journal of Multidisciplinary Research is an international multidisciplinary peer-reviewed journal published twice a year (July-January). The journal is a multi-disciplinary academic journal and aims to bring together quality research and compilation articles in the social and human sciences to the world of science.

Our journal is an Open Access journal and based on the principle of "Knowledge is the common heritage of humanity". It has set out with the ideal of becoming a qualified academic platform for researchers worldwide who can conduct research in all areas of society and the human sciences, to the benefit of humanity. Every article submitted to the Journal, passes through the double-blind peer review process prior to publication.



ULUSLARARASI EDİTÖRLER KURULU

AD-SOYAD	ÜLKE
D. Ali ARLAN	Türkiye
Mehmet KARATAŞ	Türkiye
Galib SAYILOV	Azerbaycan
Prof. Dr. Seyfeddin RZASOY	Azerbaycan
Zümrüd MANSİMOVA	Azerbaycan
Aynur KHUZHAKHMETOV	Bashkortostan –Başkurdistan
Rif AXMADİEV	Bashkortostan –Başkurdistan
Eldar HACIYEV NABİYEVIÇ	Dagestan-Dağıstan
Ali TOPÇUK	Germany
Necat KEVSEROĞLU	Irak
Hüseyin BEYOĞLU	Irak
Bekezhan A. AKHAN	Kazakistan
Muhtar MIROV	Kazakistan
Roza Zh. KURMANKULOVA	Kazakistan
Anara A. KARAGULOVA	Kazakistan
Eshiev ASYLBEK	Kirghizstan
Selim BEZERAJ	Kosovo
Moslem SARBAST	Macaristan
Svetlana Petrovna ANZOROVA	Russia
Redzeb Skrijelj	Serbia
Radık GALİULLİN	Tataristan
Kakajan Janbekov	Türkmenistan
Rahimmammet KÜRENOV	Türkmenistan



Fotovoltaik Sistemlerin Maksimum Güç Noktasında Çalıştırılması

Dr. Öğr. Üyesi Ercan KÖSE¹

Özet

Fotovoltaik (PV) panellerin maksimum güç (Maximum Power Point Tracking-MPPT) izleme noktasında çalıştırılması, enerji verimliliği açısından son derece önemlidir. MPPT'yi gerçekleştirmek için; bir yandan güneş takibi yapılırken, diğer yandan da fotovoltaik (PV) panellerin ürettiği elektriksel güç yüke maksimum oranda aktarılmalıdır. Bu noktayı yakalamak için öncelikle, PV panellerinin güneşi ışınları en iyi performans sağlayacak şekilde adaptif olarak takip edip yüksek miktarda enerji üretmesini sağlamak gerekir.

Söz konusu takip için güçlü kontrol yöntemleri ve çok sayıda optimizasyon algoritma tekniği kullanılmaktadır. Girdi olarak PV modülün açık devre gerilimi, kısa devre akımı, ışınım şiddeti, rüzgar hızı, hava kirliliği ve modül sıcaklığı gibi bir çok faktör kullanılabilir. MPTT'nin amacı, fotovoltaik panellerden elde edilen gücün, maksimum olarak bataryalara veya elektrik şebekesine aktarılmasını sağlamaktır.

Bu çalışmada, literatürde yer alan maksimum güç izleme noktası için yapılan çalışmalarda öne çıkan kritik noktalar tespit edilmiştir. Bu noktaların enerji üretim verimliliğine olan etkileri tartışılmıştır. Ayrıca, maksimum güç noktasında elektrik üretimi ile ilgili örnek bir hesaplama yapılarak enerji üretim verimliliği açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Maksimum güç izleme noktasında (MPPT), fotovoltaik (PV) paneller, elektrik üretimi, enerji verimliliği, optimizasyon algoritmaları.

¹ Tarsus Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği bölümü öğretim üyesi. Mühendis.
Adres: Tarsus Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği bölümü, Takbaş Mevkii,
33480-Tarsus-Mersin / TÜRKİYE,
Tel: (0324) 6274804/ 88021, Faks: (0324) 6274805,
E-posta: ekose@tarsus.edu.tr ve ercankos@gmail.com

Operating the Photovoltaic Systems at Maximum Power Point

Abstract

Operating the photovoltaic (PV) panels at maximum power point tracking is extremely important for energy efficiency. In order to perform MPPT; While one hand does the sun tracking, on the other hand, the electrical power generation of photovoltaic (PV) panels must be transferred in the maximum ratio to the load. To capture this point, PV panels must follow the sun in the best possible way.

Strong control methods and numerous optimization algorithms are used for this follow-up. Many factors such as open circuit voltage, short circuit current, radiation intensity, wind speed, air pollution and module temperature can be used as input. The objective of MPTT is to ensure that the power from photovoltaic panels is maximum transferred at ratio to batteries or to the electricity grid.

In this study, the critical points of the study for the maximum power monitoring point in the literature have been identified. The effects of these points on energy production efficiency are discussed. In addition, a sample calculation was made at the maximum power point in terms of energy production efficiency.

Key Words:

Maximum power monitoring point (MPPT), photovoltaic (PV) panels, electricity generation, energy efficiency, optimization algorithms.

GİRİŞ

Fotovoltaik hücre sel güneş pilleri, ışımaya bağı güneş enerjisini doğrudan DC elektriksel enerjiye dönüştürülebi len yarı iletken bir yapıya sahip sistemlerdir. Söz konusu bu enerji dönüşümünü etkileyen doğrusal olmayan de ğişimler gösteren sıcaklık, ışım a miktarı, güneşlenme açısı, rüzgâr hızı, nem, hava kirlili ği gibi birçok faktör bulunmaktadır. Sürekli de ğişen bu faktörlerin etkisine bağı olarak, güneş pillerinin çıkış güçlerinde sürekli de ğişmesi kaçınılmazdır. Bu de ğişimler sırasında maksimum çıkış gücü noktalarını yakalamak araştırmacılar için son derece önemli bir problem haline gelmiştir. Çünkü sistem maksimum çıkış noktalarında çalıştırılması, enerji verimlili ğini önemli ölçüde etkilemektedir. Enerji verimlili ği açısından, maksimum çıkış gücünü yakalamakla ilgili bazı önemli çalışmaları şöyle sıralayabiliriz. Baradi ve arkadaşları, düzgün olmayan ışım a koşulları altında PV sistemleri için de ğişimler karşısında çok hızlı cevap verebi len bir MPPT algoritması geliştirip bunu deneysel olarak başarıyla uygulamışlardır (Bradai ve arkadaşları, 2017). Sedaghati ve arkadaşları, maksimum güç noktasını izlemek için yapay sinir ağı (YSA) kullanmışlardır. De ğişen koşullar, YSA tabanlı bu sistem tarafında yakalanarak dc-dc boost kısıcımın çalışmasının kontrolüne bağı olarak maksimum güç üretimi yapılmaya çalışılmıştır (Sedaghati ve arkadaşları, 2012). Önemli bir başka çalışmada Kulaksız ve Aydo ğdu, gerilim temeline dayalı bulanık denetleyici kullanarak maksimum güç noktası izleme (MPPT) algoritmasını uygulamışlardır (Kulaksız ve Aydo ğdu, 2012). Ramli ve arkadaşları normal ve kısmi gölgeleme koşulları için PV sisteminin maksimum güç noktası izleme (MPPT) yöntemlerini tartışmışlardır (Ramli ve arkadaşları, 2017). Mano Raj ve Jeyakumar, I-V özelliklerinin güç düzlemi analizine dayanan PV modülleri için yeni bir MPPT tekni ği geliştirmişlerdir. PV modülünün karakteristik dirençlerinin etkileri incelenerek I-V özelliklerinde güç bölgesi belirlendi (Mano Raj ve Jeyakumar, 2014). Ighneiwa ve Yousuf yaptıkları çalışmada, araştırmacıların çoğunun MPPT için, güç ve güçteki de ğişim veya voltaj ve voltajdaki de ğişim gibi en çok iki parametreyi kontrol eden geleneksel tekniklerin uygulandı ğını belirtmiş ve kendileri ise özellikle sıcaklığın dâhil edildi ği daha fazla parametrenin kullanıldı ğı akıllı kontrol tekniklerini olasılık teorisine dayalı olarak kullanmışlardır (Ighneiwa ve Yousuf, 2018). Kamarzamana ve Tan geleneksel MPPT metotlarının gerçek MPP izleme kabiliyetlerinin de ğişen çevresel koşullara, karmaşık tasarımlara ve maliyetlerine göre istatistiksel karşılaştırmalı analizlerini gerçekleştirmişlerdir (Kamarzamana ve Tan, 2014).

MPPT veya Maksimum Güç Noktası Takibi, belirli koşullar altında PV modülünden maksimum güç elde etmek için kullanılan şarj kontrol cihazlarına dâhil edilen bir algoritmadır.

PV modülünün maksimum güç üretebileceği voltaj maksimum veya tepe güç noktası olarak adlandırılır. Maksimum güç, güneş radyasyonu, ortam sıcaklığı ve güneş pili sıcaklığı gibi birçok faktörle bağlı olarak değişir. Son yirmi yıl içerisinde çok sayıda MPPT yöntemi önerilmiştir. Bu yöntemlerin aynı amaçlar için tasarlanmasına rağmen, karmaşıklık, yakınsama hızı, kararlı durum salınımları, maliyet, etkililik ve esneklik açısından belirgin farklılıklar gösterir (Islam ve arkadaşları, 2018). MPPT, modülleri güneşe daha doğrudan yönlendirmek için fiziksel olarak hareket eden mekanik bir izleme sistemi değildir. MPPT, modüllerin elektriksel çalışma noktasını değiştiren tam bir elektronik sistem olarak düşünülebilir. MPPT mekanik bir izleme sistemi ile birlikte kullanılabilir, ancak iki sistem tamamen farklıdır (Chafle ve Vaidya, 2013). Genel olarak kabul edilen en temel MPPT denetleyicileri bile, standart bir PWM regülatörüne oranla %10-15'lik bir ek şarj kapasitesi sağlar (<https://www.morningstarcorp.com>).

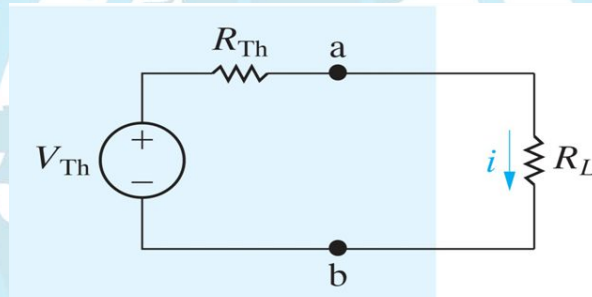
FV sistemlerin maksimum güç noktasında tutulabilmesi için ürettiği akım, gerilim bilgisi, güneş ışınım şiddeti, sıcaklık gibi çevresel şartlara bağımlı olarak kullanılan algoritmalar doğrudan ve dolaylı arama yöntemleri olarak belirtilmektedir (Salas ve arkadaşları, 2006). MPPT için kullanılan metotlar, yapay zekâ algoritmaları, hibrid algoritmalar diğer yöntemler olarak sıralanabilir. Yapay zekâ algoritmaları, yapay sinir ağları, bulanık mantık (fuzzy Logic), adaptif neuro-fuzzy (ANFIS) ve genetik algoritma (GA), parçacık sürü optimizasyonu (PSO) gibi diğer sezgisel algoritmalar. Değişimler karşısında hızlı cevap verebilen, pahalı olmayan ve kolay uygulanabilen algoritmalarıdır. Hibrid algoritmalar, değiştir-gözetle, artan iletkenlik, tepe tırmanma algoritmaları olarak bilenen metotların geliştirilmiş halleridir. Diğer algoritmalar ise, ışık şiddetinin değişimine göre kullanılan ve kontrol sistemlerinin yoğun kullanıldığı yapılardır (Hussaini ve Güngör, 2017).

Bu çalışmada, maksimum güç izleme noktası için öne çıkan kritik noktaların neler olabileceği incelenmiştir. Daha sonra, bu noktaların enerji üretim verimliliğine olan etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, örnek bir MPPT uygulamasıyla verimlilik sonuçlarının nasıl değişebileceği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

MATERİYAL METOT

Maksimum Güç Transferi

Yüke aktarılabilecek maksimum gücü bulmak için, maksimum güç aktarma teoremine dayanan ve Şekil 1’de gösterilen Thevenin eşdeğer devresi kullanılır. Şekil 1’deki a ve b noktalarının sol tarafı, bir gerilim kaynağını göstermektedir. Burada, V_{Th} üretilen gerilim ve R_{Th} ise kaynağın eşdeğer iç direncini göstermektedir. Devrede R_L yük direncinin ayarlanabildiğini düşünelim. Bu devrede R_L yükü değiştikçe, kaynaktan yüke aktarılan güç miktarı da değişecektir. Şekil 2’deki R_L değişim eğrisinde de gözüktüğü gibi, maksimum güç aktarımı $R_L = R_{Th}$ olduğunda sağlanacaktır (<https://en.wikipedia.org>).



Kaynak: https://en.wikipedia.org/wiki/Maximum_power_transfer_theorem

Şekil 1. Thevenin eşdeğer devresi

R_L yükü üzerinden geçen akım I ana kol akımıdır. Bu akım Ohm yasasına göre hesaplanırsa,

$$I = \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L} \quad (1)$$

R_L yükü üzerindeki güç ise,

$$P_L = V_L \cdot I = I \cdot R_L \cdot I = I^2 \cdot R_L \quad (2)$$

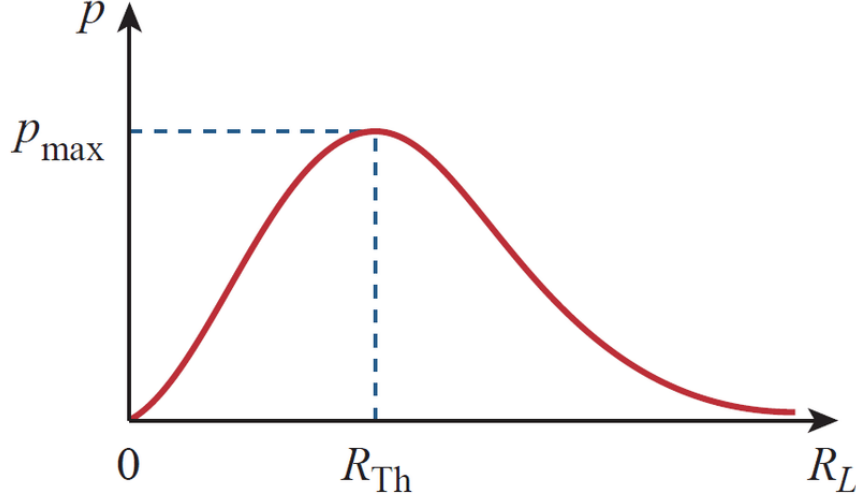
Yük üzerine düşen gücün maksimum olabilmesi için, $\left(\frac{\partial P}{\partial R_L}\right) = 0$ olması gerekir. Bu

duruma göre P_L hesaplanırsa,

$$P_L = I^2 \cdot R_L = \left(\frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L}\right)^2 \cdot R_L = \frac{V_{Th}^2 R_L}{(R_{Th} + R_L)^2} \quad (3)$$

$$\frac{\partial P_L}{\partial R_L} = \frac{(R_{Th} + R_L)^2 \cdot V_{Th}^2 - V_{Th}^2 \cdot R_L \cdot (R_{Th} + R_L)}{\left((R_{Th} + R_L)^2\right)^2} = 0 \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} (R_{Th} + R_L)^2 \cdot V_{Th}^2 &= V_{Th}^2 \cdot R_L \cdot (R_{Th} + R_L) \\ (R_{Th} + R_L) &= 2R_L \\ R_{Th} &= R_L \end{aligned} \right\} \quad (5)$$



Şekil 2. R_L değişimine bağlı çıkış gücü miktarının değişimi (Alexander ve Sadiku, 2009)

Yukarıdaki hesaplamalara göre, yüke aktarılan maksimum gücü farklı bir forma dönüştürürsek,

$$P_{Lmax} = I^2 \cdot R_L = \frac{V_{Th}^2 R_{Th}}{(R_{Th} + R_{Th})^2} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}} \quad (6)$$

Olarak elde edilir.

$$P_{Lmax} = I^2 \cdot R_L = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}} = \frac{I \cdot V_{Th}}{4} = \left(\frac{V_{oc}}{2}\right) \left(\frac{I_{sc}}{2}\right) \quad (7)$$

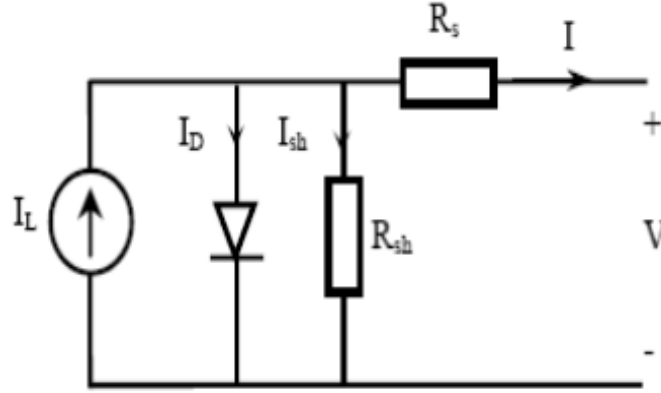
Güneş pillerinde MPPT'yi elde etmek için, yukarıda açıklanan maksimum güç transfer teoremi kullanılması uygun bir yaklaşım olacaktır.

Bir güneş pilinin temel p-n yarı iletken yapısı

Bir güneş pili temel olarak bir p-n yarı iletken bileşendir. Işığa maruz kaldığında, bir DC akımı üretilir. Üretilen akım güneş ışınlanması ile doğrusal olarak değişir. PV hücrenin standart eşdeğer devresi Şekil 3'de gösterilmiştir (Chafle ve Vaidya, 2013).

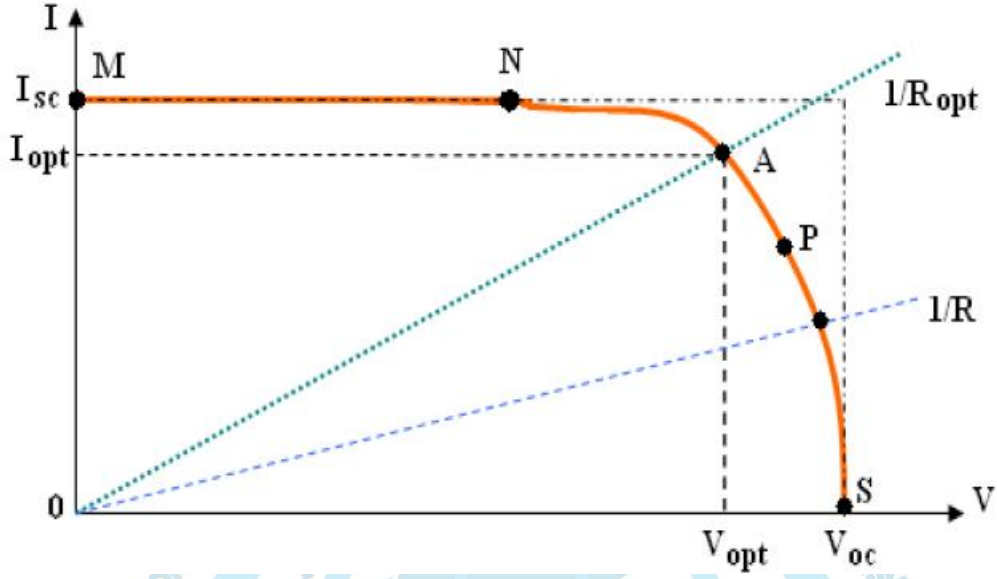
$$I = I_L - I_o \left(e^{\frac{q(V+IR_s)}{kT}} - 1 \right) - \frac{V + IR_s}{R_{sh}} \quad (8)$$

Burada; I hücre çıkış akımı, I_L ışıkla üretilen akım, I_0 diyot saturasyon akımı, q elektron yükü, k Boltzmann Sabiti, V hücre çıkış gerilimi, R_s hücre seri ve R_{sh} hücre paralel direncini göstermektedir.



Şekil 3. PV hücresinin standart eşdeğer devresi (Chafle ve Vaidya, 2013)

Ayrıca, I_{sc} güneş pilinin kısa devre akımı ve V_{oc} ise güneş pilinin açık devre gerilimini göstermektedir. Bu tanımlamalar doğrultusunda tipik bir güneş pilinin I-V akım gerilim grafiği Şekil 4’de verilmiştir. Bu grafik sabit T sıcaklığı ve G gibi belirli bir ışık şiddeti için elde edilmiştir. Sadece resistiv bir R_L yükü için değişim doğrusaldır. R_L yükü çok küçük bir değere sahipse güneş pili, M-N aralığındaki ve kısa devre akımına (I_{sc}) çok yakın bir akım değerinde çalışacaktır. Fakat R_L yükü çok büyük bir değere sahipse P-S aralığında ve (V_{oc}) açık devre gerilimine yakın bir değerde çalışacaktır (Şahin ve Okumuş, 2013; Onat ve Ersöz, 2009). PV güneş panelinin önemli bir özelliği, mevcut maksimum gücün, sadece Maksimum Güç Noktası (MPP) olarak adlandırılan, bilinen bir yerel voltaj ve akım tarafından verilen tek bir çalışma noktasında sağlanmış olmasıdır. Ama bu noktanın konumu sabit değil. Güneş (ışınım) seviyesinden, sıcaklık ve yükten ve ortamdan (rüzgâr, yağmur vb.) Alınan birim alandaki güce göre hareket eder. Bu noktayı izlemek ve stabilize etmek çok önemlidir (Onat ve Ersöz, 2009; Duman ve arkadaşları, 2014).



Şekil 4. Güneş pilinin I-V akım gerilim çalışma grafiği (Şahin ve Okumuş, 2013)

Şekil 4'deki I-V akım gerilim çalışma grafiğinde, güce aktarılan maksimum noktayı optimum akım ve gerilim (I_{opt} , V_{opt}) değerlerinin çakıştığı A noktası ile gösterilmiştir. Yüke aktarılan maksimum güç ise Eşitlik (9)'daki gibi ifade edilebilir.

$$P_{L(max)} = V_{opt} \cdot I_{opt} \quad (9)$$

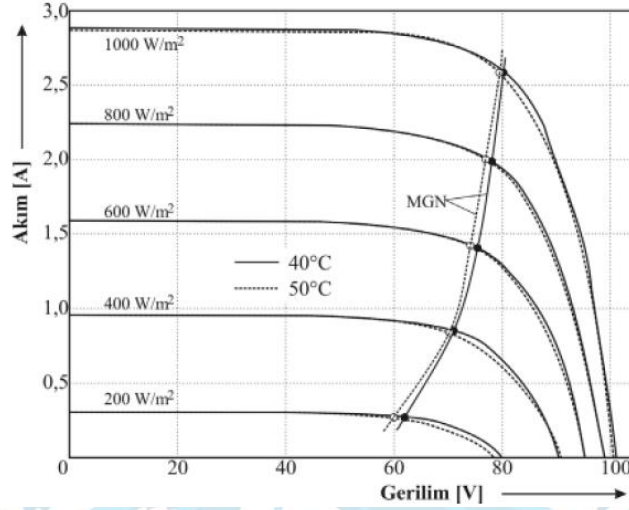
Ayrıca, G aydınlatma şiddeti ve A_H güneş pili hücresi alanı olmak üzere, yüke aktarılan güç ve emilen ışık şiddeti gücüne oranına bağlı olarak elde edilen güneş pilinin verimi Eşitlik (10)'daki gibi hesaplanabilir.

$$\eta = \frac{P_{L(max)}}{P_{in}} = \frac{V_{opt} \cdot I_{opt}}{G \cdot A_H} \quad (10)$$

Maksimum güç noktasının çeşitli kriterlere göre değişiminin analizi

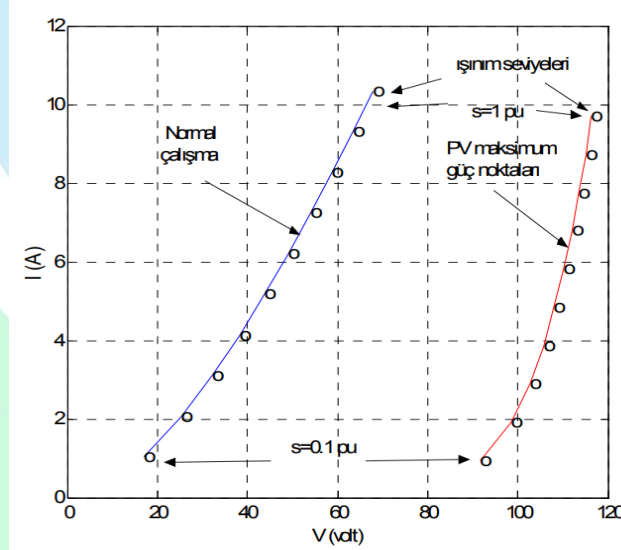
Maksimum güç noktası: sıcaklık, ışık şiddeti, güneşlenme açısı, rüzgâr hızı, hava kirliliği gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Maksimum güç noktasının, ışınlım şiddeti miktarı ve sıcaklığa bağlı değişimi Şekil 5'de verilmiştir. Güneş pili üzerine gelen ışınlımın maksimum olabilmesi için, söz konusu güneş pilinin iki ekseninde güneşi izlemesi gerekir (Fıratoğlu ve Yeşilata, 2003).

Şekil 5'de verilmiş olan grafiğe göre değişimler ayrıntılı olarak incelenirse; maksimum güç noktası **ışınlım miktarıyla** önemli ölçüde değişirken, **sıcaklık değişimine** bağlı değişimi çok az olmuştur.



Şekil 5. Maksimum güç noktasının, ışınım şiddeti miktarı ve sıcaklığa bağlı değişimi (Onat ve Ersöz, 2009)

Şekil 6’da MPPT’nin kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlar sırasıyla kırmızı ve mavi çizgilerle gösterilmiştir. Burada ışınım şiddeti s pu (per-unite), baz değere bağlı bir oran olarak ifade edilmiştir.



Şekil 6. MPPT’nin kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlar için I-V değişim grafiği (Atlam ve Kuyumcu, 2003)

Şekil 6’da aynı ışınım şiddetine sahip turuncu olarak verilmiş olan iki nokta için yaklaşık çıkış gücünü hesaplayalım.

MPPT’nin kullanılmadığı durumda, $V=60$ volt ve $I=8,2$ amper, $P_{max}=60*8,2=492$ Watt,

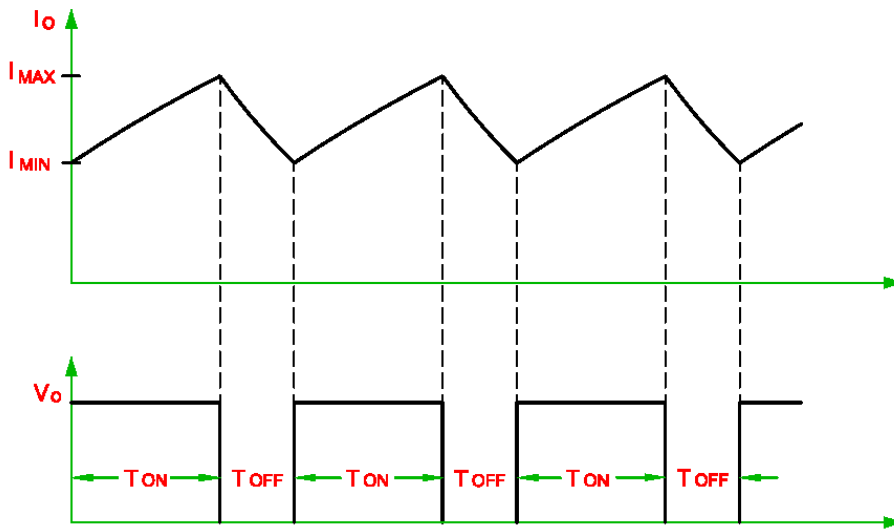
MPPT'nin kullanılı durumda, $V=115$ volt ve $I=8,2$ amper, $P_{max}=115*8,2=943$ Watt elde edilir. Aradaki güç farkı ise $943-492=451$ Watt olarak çok yüksek bir değere sahiptir.

Maksimum Güç İzleme Noktası Temel Yapısı

MPPT maksimum güç aktarma teorisine dayanan bir yük eşleştirme problemidir. Söz konusu bu yük eşleştirmeyi yapabilmek için DC-AC veya DC-DC dönüştürücüye ihtiyaç vardır. Bununla ilgili donanımsal MPPT yapısı Şekil 8'de verilmiştir. Ayrıca, MPPT sistem algoritmasının gerçekleştirilmesi için yaygın olarak kullanılan iki temel yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar aktif ve pasif yöntemler olarak ifade edilmektedir.

Pasif yöntemler ışınım seviyesi, panel sıcaklığı, kısa-devre akımı, açık-devre gerilimi gibi bazı parametrelerin doğrudan veya matematiksel eşitliklerden faydalanarak tahmin edilmesine dayanmaktadır. Aktif yöntemlerde ise fotovoltaik modüllerin karakteristik özelliklerinin dikkate alınmadığı, modülden bağımsız olarak dönüştürücü devresinin çıkış akımı, gerilimi veya gücü gibi parametrelerin sürekli takip edilmesiyle MPPT işlemi gerçekleştirilir (Altın ve Yıldırımoglu, 2011).

MPPT sistemi için en önemli elemanlardan birisi DC-DC kıyıcı (dönüştürücü), periyodik olarak açılıp kapatılan bir çeşit elektronik bir çeşit yarı iletken DC şalter olarak düşünülebilir.

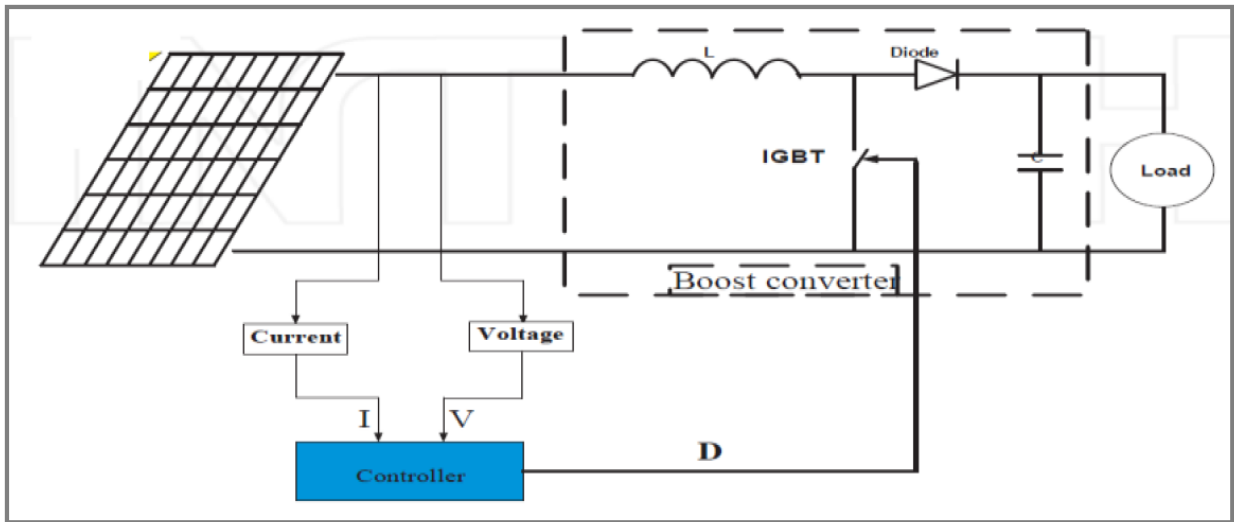


Kaynak:<http://www.myelectrical2015.com/2017/03/methods-of-chopper-output-voltage-11.html>

Şekil 7. Kıyıcının ON-OFF akım kontrolü

MPPT sistemi için, kıyıcı yoluyla maksimum ve minimum akım geçirilirken şalterin ON-OFF (Açık-Kapalı) durumu hesaplanır. Çıkış akımı I_{max} durumunda kıyıcı OFF, I_{min} yapıldığı zaman ise kıyıcı ON yapılır. Kıyıcı akım çıkışı ON-OFF kontrol ile gerçekleştirilmiş olur. Bu durum Şekil 7’de verilmiştir. Eğer maksimum ve minimum akım arasındaki fark çok küçükse çıkış dalga formunda bir dalgalanma olur. Eğer sistem yüksek kıyıcı frekanslarına çalıştırılırsa, yarı iletken kayıpları yüksek olur.

Örnek bir MPPT izleme sistemi içeren PV yapısı Şekil 8’de gösterilmiştir. Burada akım-gerilim ölçümüne dayalı üretilen anahtarlama döngüsü (D) değiştirilerek DC-DC gerilim yükseltici (boost converter) devresi çıkışında üretilen gerilim kontrol edilmektedir. Çıkış gerilim kontrolü için IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor-İzole edilmiş kapılı, iki kutuplu transistor) yarıiletken anahtarlama sistemi kullanılmaktadır.

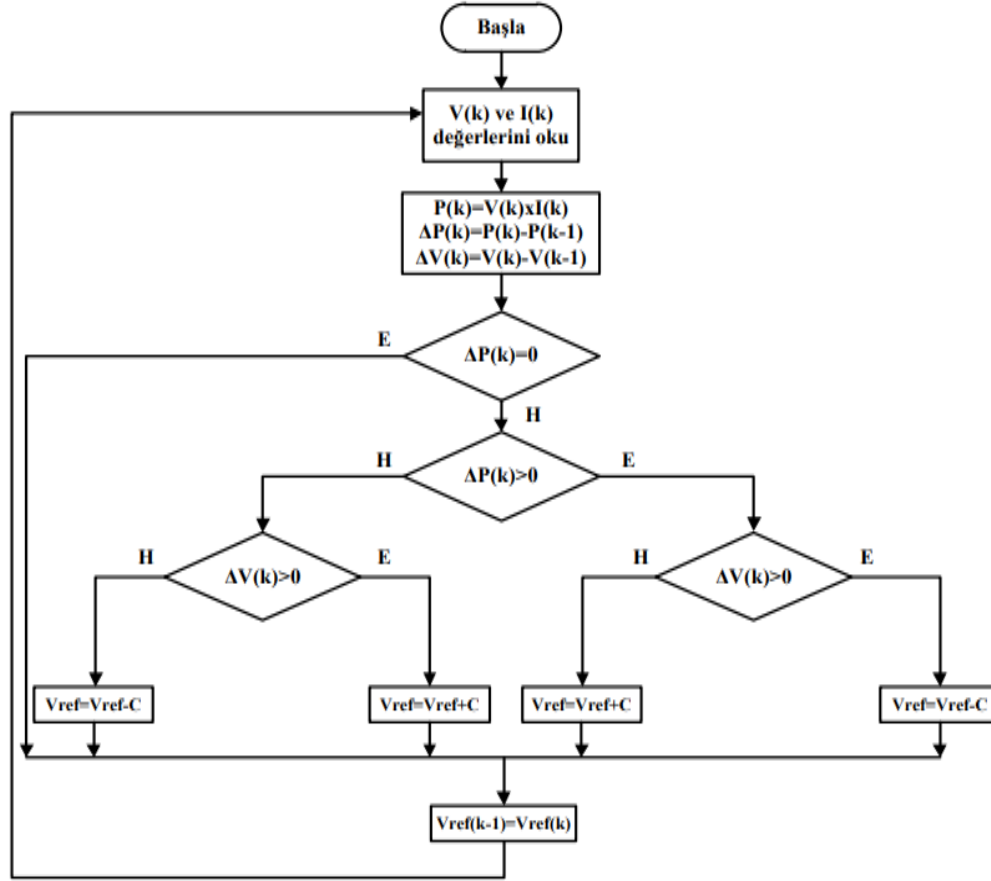


Şekil 8. MPPT izleme sistemi donanımsal yapısı (Ighneiwa ve Yousuf, 2018)

Şekil 8’de gösterilmiş olan MPPT izleme sistemi ile örnek bir algoritma aşağıda verilmiştir. Anlık ışımaya bağlı olarak DC-DC çeviricinin anahtarlama frekansını belirlemek için, PV’nin açık devre gerilimi V_{OC} ve kısa devre akımı I_{SC} ’ye dayalı bir algoritmayla maksimum güç noktası sürekli hesaplanır. Bu noktadaki gücü yüke aktarmak için anahtarlama frekansına bağlı olarak DC-DC çevirici çalıştırılır. Bununla ilgili örnek bir algoritma aşağıda verilmiştir.

Bu algoritmanın temeli genellikle Değiştir-Gözetle (Pertubate ve Observe-P&O) metodu gibi geleneksel metotlarla yapılır. Bu, PV modül akımını ve voltajını ölçen iteratif bir

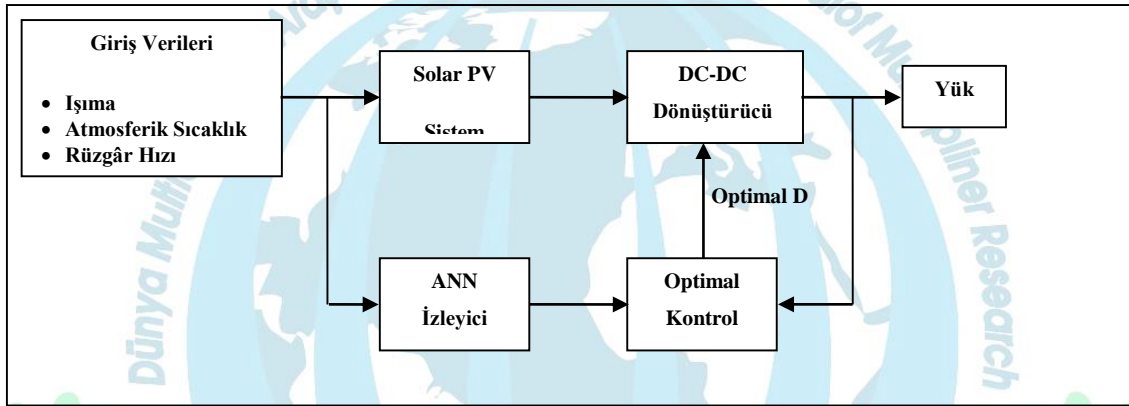
yöntemdir. MPP izleyici, güneş paneli voltajını, akımını veya PV çıkış gücü ile önceki pertürbasyon döngüsününkiyle karşılaştırılan çalışma çevrimini periyodik olarak artırarak veya azaltarak çalışır.



Şekil 9. Değiştir-Gözetle algoritması program akış diyagramı (Duman ve arkadaşları, 2014)

Eğer belirli bir pertürbasyon PV'nin çıkış gücünü arttırırsa (veya azalır), ardışık pertürbasyon aynı (veya zıt) yönde üretilir. Şekil 10'da, çalışma noktası MPPT'nin (A noktası) solunda ise, MPP'ye ulaşılana kadar görev döngüsü azaltılmalıdır. Çalışma noktası MPP'nin sağında ise (B noktası), MPP'ye ulaşmak için görev döngüsü arttırılır (C noktası) (Chafle ve Vaidya, 2013).

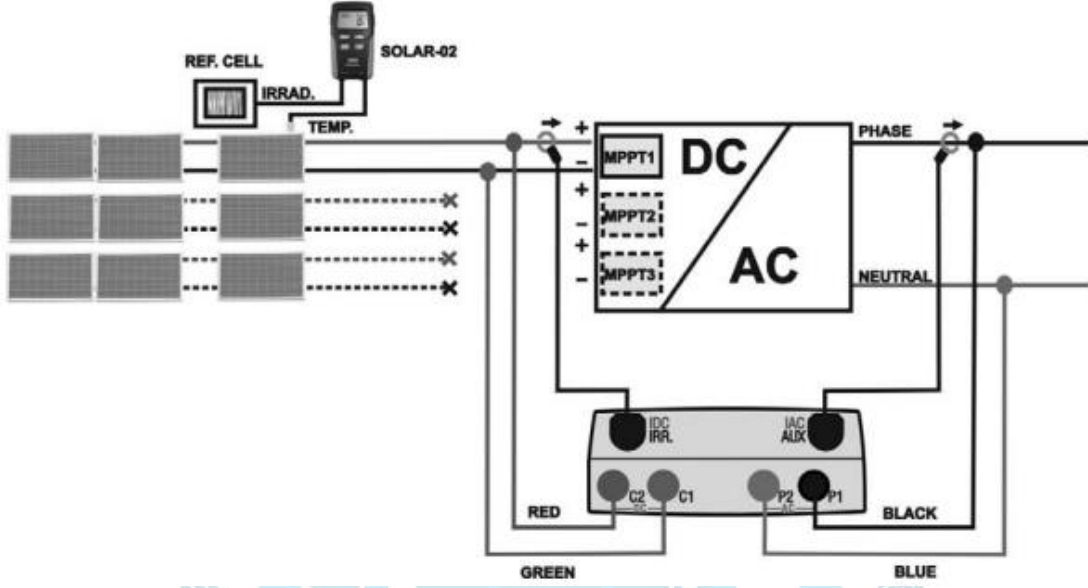
Bir DC-DC dönüştürücü ve bir kontrolör içeren birim bazen maksimum güç noktası izleyici (MPPT) olarak adlandırılır. MPPT için literatürde kullanılan akıllı algoritmalar, bulanık mantık, yapay sinir ağları, genetik programlama, destek vektör makineleri gibi örneklerle sıralanabilir. ANN (yapay sinir ağı) temelli kontrol yapısı Şekil 12’de verilmiştir. Burada ışınma miktarı, atmosferik sıcaklık ve rüzgâr hızı giriş verileri olarak alınmıştır. ANN bu verilerden yararlanarak optimal kontrol birimi üzerinden kıyıcının optimum ON-OFF üretmesini sağlamaktadır. Bunun sonucunda yüke maksimum gücün aktarımı gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır.



Şekil 11. MPPT'nin yapay sinir ağına dayalı kontrol yapısı (Rai ve arkadaşları, 2011)

MPPT İÇİN ÖNE ÇIKAN KRİTİK NOKTALAR

- Fotovoltaik panellerin ürettiği güç, sürekli değişen güç açısına, ışınma miktarına ve atmosferik koşullara bağlıdır.
- MPPT fotovoltaik panellerde üretilen gücün maksimum noktasında yüke aktarılmasını sağlayan bir sistemdir.
- Fotovoltaik modüller tarafından sağlanan gücü sağlayan bir şarj besleyiciye doğru güç aktarımının maksimize edildiği tek bir nokta vardır.
- MPPT içerisinde birden çok alt MPPT bulunabilir (<https://www.ht-instruments.com>). Bunların her biri kendi fotovoltaik alanını yönetir. Bunu Şekil 12'deki DC-AC dönüştürücü içerisinde rahatlıkla görebiliriz.



Kaynak: <https://www.ht-instruments.com/en/products/solar-i-ve/download/manual/>

Şekil 12. Alt MPPT içeren PV sistem grafiksel gösterim şeması

- PV sisteminin kaotik davranışlarıdır, yani parametrelerde küçük değişiklikler, çıktıda büyük bir değişikliğe yol açabilir, bu da az miktarda mevcut kaynaktan büyük miktarda enerji elde edilmesi anlamına gelebilir.
- MPPT solar şarj regülatörü, sistemin çıkışı yüksek verimliliğe sahipken, sistemin karmaşıklığını azaltır.
- Maksimum güç noktası izleme (MPPT), "şönt denetleyici" ve "darbe genişlik modülasyonu (PWM)" teknolojilerine kıyasla daha verimli bir DC-DC dönüştürücü teknolojisidir.

GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Maksimum güç noktası izleme (MPPT), PV sisteminin değişen koşullar altında PV panelinin en yüksek güç noktasında çalışmasını sağlamak için fotovoltaik (PV) dönüştürücülerde (invertörlerde) uygulanan bir algoritmadır. Maksimum Güç Noktası İzleyici (MPPT), PV dizisinin elektrik güç kaynağı kapasitesi ile elektrik yüküne eşit açığı azaltır. Ayrıca burada kullanılan akıllı algoritmalar, değişen hava profiline dayalı olarak verim ve adaptasyon açısından daha iyi bir performans göstermiştir.

Çalışmada incelenen MPPT içeren ve içermeyen sistemlerin sonuçlarına göre, güç aktarımları arasında çok önemli farklar olabileceği anlaşılmaktadır. Ayrıca, PV panellerin enerji üretiminin atmosferdeki ve güneş ışınmasındaki değişimlerden dolayı sürekli olarak etkilenebileceği ortaya çıkmıştır.

MPPT'nin enerji verimliliğini önemli derecede etkilenmesine bağı olarak, kurulacak güneş enerji santrallerinde (GES) MPPT'li sistemlerin yer alması hayati derecede öneme sahiptir. Genel olarak kabul edilmektedir ki, en temel MPPT denetleyicileri bile standart bir PWM regülatörüne kıyasla % 10-15'lik bir ek şarj kapasitesi sağlar.



KAYNAKÇA

Alexander, C.K. and Sadiku, M.N. O. (2009). *Fundamentals of Electric Circuits*, 4th'ed., Published by McGraw-Hill, 149–150.

Altın, N. ve Yıldırımoglu, T. (2011). Labview/Matlab Tabanlı Maksimum Güç Noktasını Takip Edebilen Fotovoltaik Sistem Simülatörü, *Politeknik Dergisi*, 14–4, 271–280.

Atlam, Ö. ve Kuyumcu, F.E. (2003).Fotovoltaik Pompa Sisteminde maksimum güç noktası izlenmesi, *Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi*, 107–109, İstanbul 2003.

Bradai, R., Boukenoui, R., Kheldoun, A., Salhi, H., Ghanes, M., Barbot, J-P., Mellit, A. (2017). Experimental assessment of new fast MPPT algorithm for PV systems under non-uniform irradiance conditions, *Applied Energy*, 199–1, 416–429.

Chafle, S.R. and Vaidya, U.B. (2013). Incremental Conductance MPPT Technique FOR PV System, International Journal of Advanced Research in Electrical, *Electronics and Instrumentation Engineering*, 2–6, 2719–2726.

Duman, S., Altaş, İ.H., Yörükeren, N., Alboyacı, B. (2014). Fotovoltaik Enerji Sistemleri için Maksimum Güç Noktası Takip Algoritmalarının Karşılaştırılması, June 2014, *2nd International Symposium On Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES 2014)*, Karabük 2014.

Fıratoğlu, Z.A. ve Bülent Yeşilata, B. (2003). *Maksimum Güç Noktası İzleyicili Fotovoltaik Sistemlerin Optimum Dizayn ve Çalışma Koşullarının Araştırılması*, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 5–1, 147–158.

Hussaini, M. and Güngör, O. (2017). Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi ve Bulanık Mantık Tabanlı MPPT Tasarımı ve Kıyaslanması, *EMO Bilimsel Dergi*, 7–14, 13–20.

Ighneiwa, I. and Yousuf, A.A. (2018). Using Intelligent Control to Improve PV Systems Efficiency, *Applied Physics*, 1–10, <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1802/1802.03463.pdf>.

Islam, H., Mekhilef, S., Shad, N.B.M., Soon, T.K., Seyedmahmousian, M., Horan, B., Stojcevski, A. (2018). Performance Evaluation of Maximum Power Point Tracking Approaches and Photovoltaic Systems, *Energies*, 11–365, 1–24.

Kamarzamana, N.A. and Tan, C.W. (2014). A comprehensive review of maximum power point tracking algorithms, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 585–598.

Kulaksız, A.A. and Aydoğdu, Ö. (2012). ANN-Based MPPT of PV Systems Using Fuzzy Controller, *International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications*, Trabzon, Turkey.

Mano Raj, J.S.C. and Jeyakumar, A.E. (2014). A Novel Maximum Power Point Tracking Technique for Photovoltaic Module Based on Power Plane Analysis of – Characteristics, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 61–9, 4734–4745.

Onat, N. ve Ersöz, S. (2009). Fotovoltaik Sistemlerde Maksimum Güç Noktası İzleyici Algoritmalarının Karşılaştırılması, V. *Yenilenebilir Enerji Kaynaklar Sempozyumu*, 50–57. 19–20 Haziran 2009, Diyarbakır, Türkiye.

Rai, A.K., Kaushika, N.D., Singh, B., Agarwal, N. (2011). Simulation Model of ANN Based Maximum Power Point Tracking Controller for Solar PV System, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 95, 773–778.

Ramli, M.A.M., Twaha, S., Ishaque, K., Al-Turki, Y.A. (2017). A review on maximum power point tracking for photovoltaic systems with and without shading conditions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 144–159.

Salas, V., Olías, E., Barrado, A., Lázaro, A. (2006). Review of the maximum power point tracking algorithms for stand-alone photovoltaic systems, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 90, 1555–1578.

Sedaghati, F., Nahavandi, A., Badamchizadeh, M.A., Ghaemi, S., Fallah, M.A. (2012). PV Maximum Power-Point Tracking by Using Artificial Neural Network, *Mathematical Problems in Engineering*, Article ID 506709, 10 pages.

Selman, N.H. and Mahmood, J.R. (2016). Comparison Between Perturb & Observe, Incremental Conductance and Fuzzy Logic MPPT Techniques at Different Weather Conditions, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 5–7, 12556–12569.

Şahin, M. E. ve Okumuş, H. İ. (2013). Güneş Pili Modülünün Matlab/Simulink ile Modellenmesi ve Simülasyonu, *EMO Bilimsel Dergi*, 3–5, 17–25.

<https://www.morningstarcorp.com/whitepapers/traditional-pwm-vs-morningstars-trakstar-mppt-technology/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Maximum_power_transfer_theorem

http://www.myelectrical2015.com/2017/03/methods-of-chopper-output-voltage_11.html

<https://www.ht-instruments.com/en/products/solar-i-ve/download/manual/>





Mersin İli (Kent Merkezi) Kıyısız Alanından Avlanan Has Kefal (*Mugil cephalus* L.)' Balıklarında *Myxobolus ichkeulensis* Bahri and Marquez, 1996 Parazitinin Belirlenmesi

Cafer Erkin KOYUNCU²

Serhat TAŞKIN³

Özet

Bu çalışma kapsamında, Eylül 2012 ile Şubat 2013 tarihleri arasında, Mersin ili (Kent merkezi) kıyısız alanından avlanan toplam 210 adet Has kefal (*Mugil cephalus* L.) balığı ektoparaziter yönden incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda Has kefal (*Mugil cephalus* L.) balıklarında *Myxobolus ichkeulensis* Bahri and Marquez, 1996(Myxozoma) tür parazitin tespiti yapılmıştır. Ayrıca bu araştırma boyunca belirlenen.

Anahtar Kelimeler: Mersin ili, Has Kefal (*Mugil cephalus* L.), *Myxobolus ichkeulensis*, Myxozoma

² Mersin University, Department of Aquaculture (Programme of Fish Disease), Faculty of Fisheries, **E-posta:** ekoyuncu@mersin.edu.tr

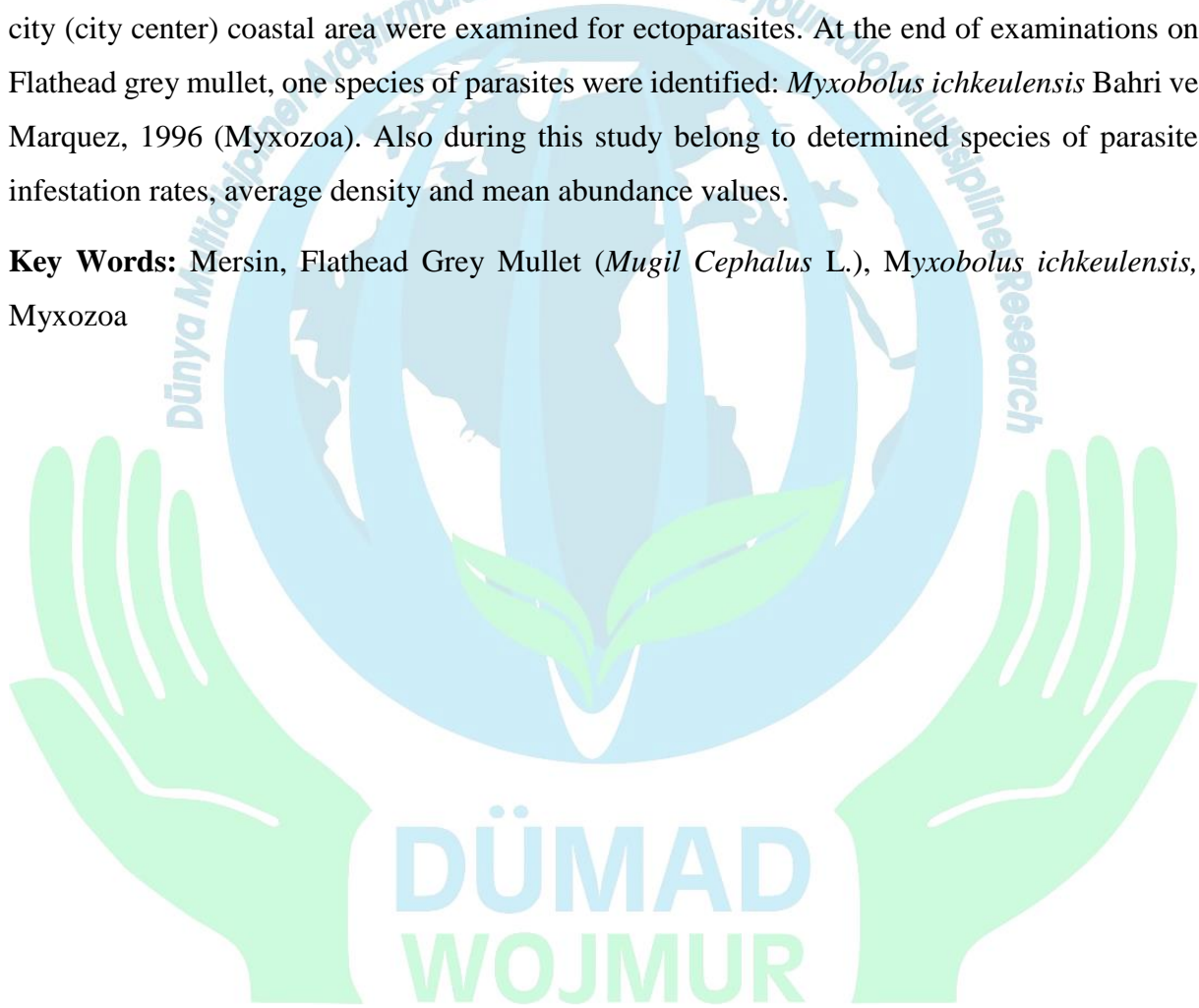
³ Mersin University, **E-posta:** ekoyuncu@mersin.edu.tr

Determination of *Myxobolus Ichkeulensis* Bahri and Marquez, 1996 on Flathead Grey Mullet (*Mugil Cephalus* L.) Fished in Coastal Area of Mersin City (City Center)

Abstract

In this study that have been carried out between September 2012 and January 2013, on total of 210 specimens Flathead grey mullet (*Mugil cephalus* L, 1758) which fished in Mersin city (city center) coastal area were examined for ectoparasites. At the end of examinations on Flathead grey mullet, one species of parasites were identified: *Myxobolus ichkeulensis* Bahri ve Marquez, 1996 (Myxozoa). Also during this study belong to determined species of parasite infestation rates, average density and mean abundance values.

Key Words: Mersin, Flathead Grey Mullet (*Mugil Cephalus* L.), *Myxobolus ichkeulensis*, Myxozoa



GİRİŞ

Mersin ili, uzun bir kıyı şeridine sahip olması ve ekonomik değeri yüksek balık türleri içermesi nedeniyle avlanma faaliyetlerinin yürütüldüğü önemli bir balıkçılık merkezidir [1], [2]. Mersin (Çamlıbel-Viraşehir) kıyı şeridi kefal türlerinin ve buna bağılı olarak kıyı balıkçılık faaliyetlerinin yoğun olarak yürütüldüğü bir alandır. Has kefal (*Mugil cephalus*) dünyanın çok farklı bölgelerinde oldukça değişik habitatlara uyum sağlamış ekonomik değeri olan bir türdür.

Dünya su ürünleri üretimi (su bitkileri hariç), 2011 yılında, 90,4 milyon ton avcılıkla, 63,6 milyon tonu ise yetiştiricilikle olmak üzere toplam 154 milyon tona ulaşmıştır. Avcılık ve yetiştiricilik yolları ile yapılan bu üretimin yıllık değeri 217,5 milyar dolardır. En büyük 10 üretici ülke, avcılık ve yetiştiricilik yolları ile toplam dünya üretiminin %87,6'sını gerçekleştirmektedir. Çin su ürünleri üretiminde dünyada lider konumdadır [3]. Üç tarafı denizlerle çevrili bir yarımada konumunda olan Türkiye'nin 8.333 km'lik kıyı şeridi ve 177.714 km uzunluğunda nehirleri bulunmaktadır. Ayrıca her geçen yıl artan 342.377 hektarlık baraj gölleri mevcuttur. Deniz ve iç su kaynaklarımızın toplam yüzey alanı 25 milyon hektardır; bu rakam Türkiye'deki toplam tarım alanlarına yakındır. Bu nedenle balıkçılık kaynaklarının etkin kullanımını büyük önem taşımaktadır [3].

Balıkçılık ve Su Ürünleri genel müdürlüğü'nün Ağustos 2013 yılı verilerine göre; 2012 yılında Türkiye'nin toplam su ürünleri üretimi avcılık ile elde edilen 432.442 ton, yetiştiricilik çalışmalarında elde edilen ise 212.410 tondur [4].

Avcılıktan elde edilen Kefal miktarı son 10 yıl içerisinde 12.000 tondan 4.010 tona kadar düşmüştür [4]. Kefal popülasyonundaki bu dramatik düşüşün başlıca nedenlerinin aşırı avcılık, kirlilik, habitatların bozulması ve hastalık etmenlerinin olduğu düşünülmektedir. Son yıllarda ekonomik değeri yüksek olan bu balık türünün bazı ülkelerde (Cezayir, Mısır, vb.) yetiştiricilik çalışmalarına başlanmıştır. Bütün bu nedenlerden, doğal ve yetiştiricilik uygulamalarında karşılaşılabilecek hastalık problemlerinin çözüm yollarının aranması önem kazanmaktadır. Değişik coğrafik bölgelerde balıklarda rastlanılan parazitler üzerine yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, Türkiye'nin özellikle Mersin sahilinde yaşayan balıklardaki ektoparazitler üzerine yapılmış çalışmalar çok az sayıdadır.

Tüm bu nedenlerden dolayı bu türün hem doğal ortamda yaşayan bireylerinin sağlık problemlerinin hem de yetiştiricilik ortamında yaşayan bireylerinin hastalık etkenlerinin araştırılması ve izlenmesine ihtiyaç vardır. Bu çalışma ile Mersin ili (Kent merkezi) kıyısal

alanından yapılan avcılıkla elde edilen Has kefal (*Mugil cephalus*)' in parazit faunasının tespiti ve enfestasyon oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

1. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma incelenen balıklar Eylül 2012 ile Şubat 2013 tarihleri arasında Mersin sahilinden (Çamlıbel- Viranşehir) temin edilmiştir. Çalışma sırasında ağırlıkları ortalama 235 ± 83 gr ve boyları ortalama $28,70 \pm 4,03$ cm olan 210 adet Has kefal Ektoparazitolojik olarak incelenmiştir. İnceleme amacıyla yapılan örnekleme işlemi, Doğudan Batıya doğru Çamlıbel-Viranşehir sahilleri arasında yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Balık örneklemelerinin yapıldığı bölgenin haritası

Yakalanan balıklar soğuk zincir altına alınarak kısa sürede Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Laboratuvarı'na getirilmiştir. [5], Disseksiyon işlemine geçilmeden önce balıklar soğuk taşıma kapların' dan çıkarılmış total boy (cm) ve ağırlıkları (gr) ölçülüp kaydedilmiştir. Makroskobik inceleme sonucu enfeste olan balıklar belirlenmiştir. Enfeste olduğu tespit edilen balıkların solungaç kemerinde bulunan kistlerin (solungaç kemerleri dıştan içeri doğru numaralandırılarak) hangi solungaç kemerinde kaç adet bulunduğu kayıt altına alınmıştır. Balıklardan elde edilen Myxobolus kistleri bistüri yardımıyla solungaç dokudan ayrılarak lam üzerine alınmıştır. Daha sonra alınan kistler üzerine steri tuzlu su damlatılmıştır. Tuzlu su içerisinde bistüri yardımıyla kistler parçalanarak sporların serbest kalması sağlanmıştır. Daha sonra lamel ile kapatılarak hazırlanan preparat Faz kontrast (Nikon

Eclipse 80i) mikroskopunda 100'lük büyütmede incelenmiştir. Sporların ölçümü için teşhis anahtarlarından yararlanılmış ve ölçüm değerleri mikrometre (μm) olarak ifade edilmiştir. [6], [7]. [8]. [9] [10].

2. BULGULAR

Bu araştırma süresince, Mersin ili (Kent merkezi) kıyısal alanından yakalanan 210 adet Has kefal (*Mugil cephalus* L.) balığı üzerinde ektoparazit taraması yapılmıştır. Araştırma sonucunda balıkların solungaçlarında *Myxobolus ichkeulensis* (Bahri ve Marquez, 1996) bulunmuştur. İncelenen balık ve *Myxobolus ichkeulensis* **parazitinin** sayısı ile ilgili veriler ise Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. *Myxobolus ichkeulensis* 'in çalışma verileri

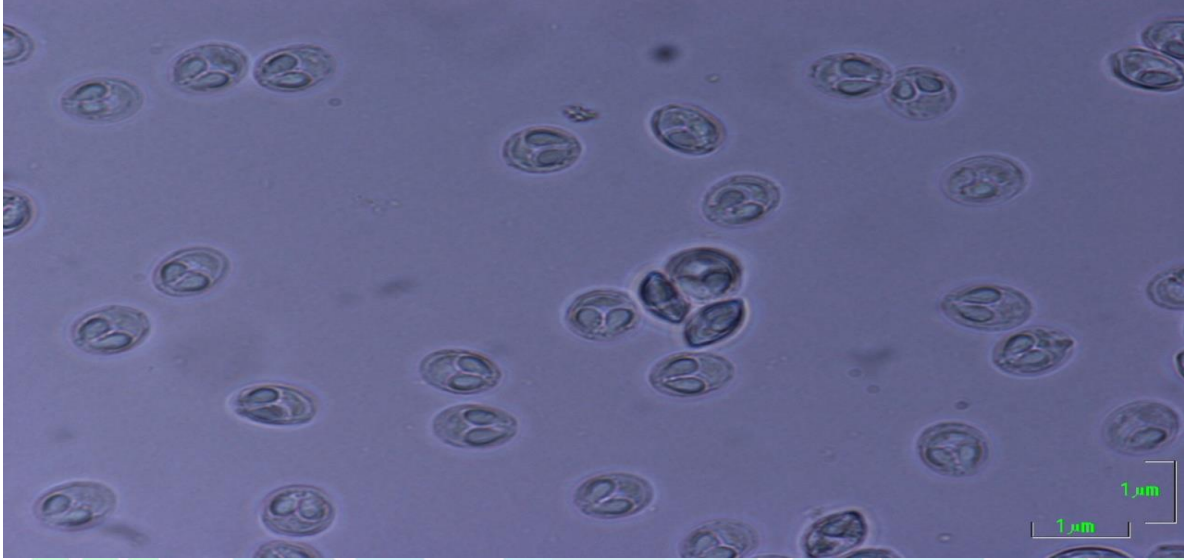
İncelenen Balık sayısı (adet)	210
Parazitli balık sayısı (adet)	2
Kist sayısı (adet)	6
Yerleşim Yeri	Solungaç
Enfestasyon oranı (%)	1

Myxobolus ichkeulensis türüne ise Ocak ayında 2 adet balıkta rastlanmış ve 6 adet parazit kisti tespit edilmiştir. *M. ichkeulensis* enfestasyon oranı ise % 5 olarak belirlenmiştir.

M. ichkeulensis' in, Has kefallerin solungaç kemerlerinde beyaz-gri renkte kistler oluşturduğu gözlenmiştir. Örneklemeler esnasında elde edilen kistlerin uzunluk ve genişlikleri ile bu kistlerden elde edilen sporların morfometrik ölçümleri daha önce materyal ve yöntem bölümünde belirtilen teknikler kullanılarak yapılmıştır. Solungaç kemeri üzerine yerleşen kistlerin uzunluklarının $2,32 \pm 1,23\text{mm}$ genişliklerinin ise $1,63 \pm 0,61\text{mm}$ arasında değişen çaplarda dairesel veya elipsoit yapıda olduğu gözlemlenmiştir.

İncelemeler esnasında elde edilen farklı kistlerden taze preparatlar hazırlanarak spor yapılarının fotoğrafları çekilmiştir. Hazırlanan preparatlardan toplamda 30 adet sporun morfometrik ölçümleri alınmıştır. Bu ölçümler neticesinde *M. ichkeulensis*'in sporlarının

boyutlarının yaklaşık olarak; spor uzunluğu $13,14 \pm 0,54\mu\text{m}$, spor genişliği $12,23 \pm 0,39\mu\text{m}$, olarak ölçülmüştür. Polar kapsül sayısının 2 adet olduğu belirlenmiştir. Polar kapsül uzunluğu ortalama $6,25 \pm 0,25 \mu\text{m}$ ve polar kapsül genişliği ise $4,12 \pm 0,22 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür. Polar filament dönüş sayısı 7-8 adet, girinti sayısı ise 8-11 adet olarak belirlenmiştir. Ayrıca parazitin sporoplazmasında iofilik vakoulun bulunmadığı belirlenmiştir. (Şekil 2).



Şekil 2. Taze Hazırlanmış Preparatlardaki *M. ichkeulensis*'in Görünümü(x100) (Orijinal)

3. SONUÇLAR

Bu çalışma, Mersin ili (Kent merkezi) kıyıs alandan avlanan Has kefal (*Mugil cephalus*, L.)' in ektoparazit faunasının belirlenmesi üzerine gerçekleştirilen ilk çalışmadır. Daha önce yurtdışında ve Türkiye' de bu konuda çalışmalar yürütülmüş olup, doğal ve yetiştiriciliği yapılan kefal balıklarında birçok protozoa ve metazoa parazitler bulunmuştur [11], [12], [13].

Yapılan bu çalışmada ise Mersin ili (Kent merkezi) kıyıs alandan avlanan 210 adet Has kefal balığının incelemesi yapılarak Ocak ayı içerisinde 2 adet balıkta 6 adet *Myxobolus ichkeulensis* kisti tespit edilmiştir ve enfestasyon yüzdesi % 1 olarak belirlenmiştir.

Eylül 2012 ile Şubat 2013 tarihleri arasında Mersin ili (Kent merkezi) kıyıs alından avlanan Has kefal (*Mugil cephalus* L.)'in ektoparazitlerinin belirlenmesiyle ilgili yapılan bu

araştırma sonucunda Myxozoa phylumuna ait *Myxobolus* genusundan *Myxobolus ichkeulensis* (Bahri ve Marquez, 1996), tespit edilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışma; ticari değeri olan balıklardaki ektoparazitlerin varlığının bilinmesi, balıkçılık faaliyetleri, dolayısıyla balık popülasyonlarının sağlığı ve sürdürülebilirliği yönünden önemli olduğu kadar, yetiştiricilik çalışmaları gibi konulara ışık tutması açısından önem taşımaktadır.



KAYNAKLAR

1. Doğan, K., (a). *Ülkemizin akuakültür potansiyeli ve pazar durumu*. Deniz ve Balıkçılık, (2), 1,(2003).
2. Doğan, K., (b). *Ülkemizin akuakültür potansiyeli ve pazar durumu*. Deniz ve Balıkçılık, (3), 2, 2003.
3. Baka. Su ürünleri sektör raporu, Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı, Isparta, 5-9,2012.
4. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü (BgsM) “Su Ürünleri İstatistikleri Ağustos 2013”<http://www.tarim.gov.tr/BSGM/Sayfalar/AnasayfaDetay.aspx?rid=16> (02.12.2013).
5. Andrews, C. *Fish Diseases*, Yorksire Water Authority,Skeldergate,York, 1984.
6. Maillou-Bellon, P.A., Marques, A., & Gracia-Royo, M.P., *Myxosporean Infection of Grey Mullet in the Ebro Delta: Identification and Ultrastructure of Myxobolus ichkeulensis Bahri and Marques, 1996 Infecting the Gills of Mugil cephalus L.*, Acta Protozoologica, (2011),.50:p.65-69.
7. Lom, J., Dykova, I., *Myxozoa Genera: Definition and Notes on Taxonomy, Life-Cycle Terminology and Pathogenic Species*, Flia Parasitol, , (2006),.53: p.1-36
8. Bahri, S., Marques, A., *Myxosporean Parasites of the Genus Myxobolus from Mugil cephalus in Ichkeul Lagoon, Tunisia: Description of Two New Species*, Dis. Aquat. Org. (1996), 27:p. 115-122,
9. Lom, J., Arthur, R., *A Guideline for Preparation of Species Descriptions in Myxosporea* J. Fish Dis. (1989), 12:p.151-156,
10. Demirkale, İ., *Doğu Akdeniz (Türkiye) Sahillerinden Yakalanan Has Kefal(Mugil cephalus linnaeus, 1758)'lerde Karşılaşılan Myxobolus ichkeulensis, Bahri ve Marquez, 1996 (Myxosporea)'in Biyolojisi Üzerine Çalışmalar*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, (2013). p.36-37,
11. Özak, A.A., Demirkale, İ., Cengizler, İ., *Two New Records of Myxobolus Bütschli, 1882 (Myxozoa, Myxosporea, Myxobolidae) Species from Turkey*, Turk J Zool. (2012). 36(2) :p.191-199.

12. Lom, J., Dykova, I.A., *Myxosporidia (Phylum Myxozoa). In Protozoan Parasites of Fishes, Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, (1992), 26,p. 159-235.
13. Altunel F.N., *Kefal Balıklarında Parazitizm. I. Ulusal Deniz ve Tatlı su Araştırmaları Kongresi*, Urla. Ege Üniv. Fen Fak. Dergisi, Seri B, , (1983), (1),p.364-378.





Aquifer Thermal Energy Storage in Mersin Coastal Aquifer: A Pre-Feasibility Study

Nihan AYDIN ERTUĞRUL⁴

Zübeyde HATİPOĞLU BAĞCI⁵

Özgür Lütü ERTUĞRUL⁶

Abstract

With the increasing awareness on environmental issues regarding the increasing greenhouse gas emissions, global warming and exploitation of earth's resources due to the fossil fuel consumption, techniques on the utilization of renewable sources such as geothermal, solar and wind energy gained importance in recent years. Especially in the European Countries, there is an increasing amount of research on the utilization of heat potential available in shallow soils and aquifers in the recent decade. In this direction, Aquifer Thermal Energy Storage Systems (ATES), one of the accepted underground thermal energy storage techniques, was considered as an alternative for sustainable energy supply. Application and use of ATES technique may lead to reduction in fossil fuel consumption by providing sustainable air conditioning in our buildings in association with seasonal underground heat storage. Within the scope of this study, the potential application of ATES technique in Mersin Coastal Aquifer located in the Mersin Province towards fulfilling air conditioning needs of the buildings around the region was investigated. For this purpose, results of previous numerical modeling and thermal performance studies on ATES technique were considered to evaluate the application potential of the mentioned technique.

Keywords:

Aquifer Thermal Energy Storage, Mersin Coastal Aquifer, Thermal Performance.

⁴ Nihan AYDIN ERTUĞRUL, M. Sc., Mersin University, nihanertugrul@mersin.edu.tr

⁵ Zübeyde HATİPOĞLU BAĞCI, Assoc. Prof. Dr., Mersin University, zubeyde@mersin.edu.tr

⁶ Özgür Lütü ERTUĞRUL, Assoc. Prof. Dr., Mersin University, ertugrul@mersin.edu.tr

Mersin Kıyı Akiferinde Termal Enerji Depolama: Ön Değerlendirme Çalışması

Özet

Fosil yakıtların tüketimine bağlı olarak artan sera gazları salınımı, küresel ısınma ve yerkürenin kaynaklarının aşırı tüketimi gibi çevresel konularda bilinçlenmenin artmasıyla birlikte son yıllarda jeotermal enerji, güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıma alınabilmesi amacıyla geliştirilen teknikler giderek daha fazla önem kazanmıştır. Sığ zemin ve akiferlerin ısı potansiyelinden faydalanmaya yönelik olarak başta Avrupa ülkelerinde olmak üzere son on yılda artan düzeyde araştırmalar yapılmaktadır. Bu doğrultuda, yeraltında termal enerji depolama yöntemlerinden biri olarak kabul edilen Akifer Termal Enerji Depolama Sistemleri (ATES), yenilenebilir enerji tedarikinde sürdürülebilir bir alternatif oluşturmaktadır. ATES tekniğinin uygulama ve kullanımı, mevsimsel ısı depolaması ile binalarımızda sürdürülebilir bir iklimlendirme sağlayarak fosil enerji tüketimini azaltmaya katkıda bulunabilmektedir. Bu çalışma kapsamında Mersin ili sınırları içindeki Mersin Kıyı akiferinde, ATES tekniği kullanımının bölgedeki binalarda iklimlendirme ihtiyaçlarını karşılamak üzere uygulanabilirliği araştırılmaktadır. Bu amaçla, ATES tekniği ile ilgili daha önce yapılan sayısal modelleme ve termal performans çalışmaları değerlendirilerek bahsedilen tekniğin kullanım potansiyeli irdelenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Akifer Termal Enerji Depolama, Mersin Kıyı Akiferi, Termal Performans.

INTRODUCTION

Seasonal storage of low-temperature thermal energy in aquifers, also known as aquifer thermal energy storage (ATES), has proven to be an economical and commercially viable, energy-efficient technology [1-6]. Numerous successful ATES projects are currently in operation in Europe, Asia, and North America, primarily for larger applications such as institutional or commercial buildings [7-12].

ATES, in its simplest form, involves heating or cooling groundwater using low-grade thermal energy, such as solar heat or cold outside air temperatures, and injecting it into a suitable aquifer for storage during periods of low energy demand. During periods of high energy demand, this water is extracted through warm wells, used for heating and then injected back through cold wells. In summer, cold water is extracted from an aquifer through cold wells, heated and injected back into the same or another aquifer through warm wells. In winter, the process is reversed and warm water is extracted through warm wells, used for heating and then injected back through cold wells. A schematic representation of an ATES doublet working principle is illustrated in Fig. 1.

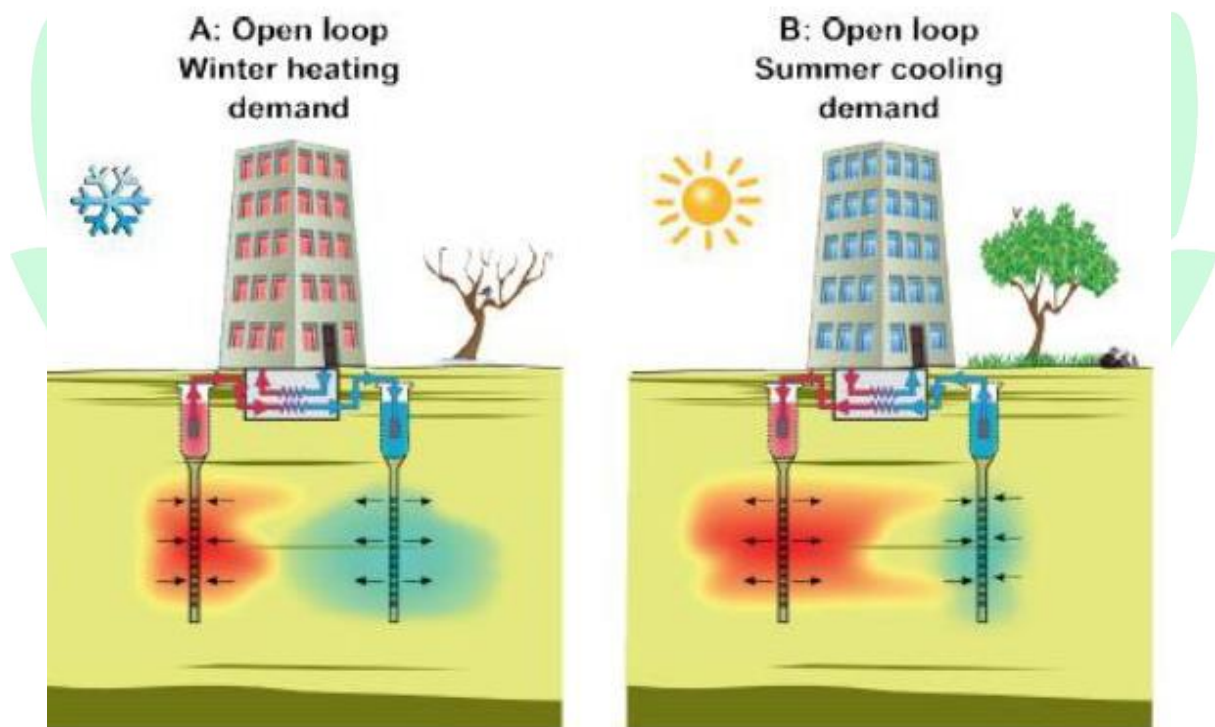


Figure 1. ATES doublet working principle [13].

Currently, ATES systems are mostly constructed and utilised in Netherland, Sweden, France, Canada, Germany, the US and so on with Netherland as the technological leader [14-

16]. It is expected that between 3500 and 18000 systems will be in operation by 2020 in Netherlands [17, 18]. ATEs systems have been used for heating and cooling of offices, hospitals, universities, greenhouses, factories and so on [19-21]. Some projects related to ATEs technique were summarized by Hesaraki et al. and Xu et al. [22, 20].

1. THERMAL PERFORMANCE OF ATEs SYSTEM

Any ATEs desing is a quite complex procedure and has to follow a certain pattern to be efficient. Andersson [23] provided a general design and construction procedure for an ATEs system. Though the technical issues are general, in most countries the use of ground water for energy purposes will be restricted and will be an issue for application according to different kind of actions. Typical design steps are listed as follows:

1. feasibility study to specify the technical and economical feasibility and environmental impact compared to more than one reference system,
2. the first permit applications to local authorities,
3. definition of hydrogeological conditions by site investigations and measurements of loads and temperatures, etc on the user side,
4. evaluation of results and modeling for technical, legal, and environmental purposes,
5. final design for tender documents,
6. final permit application for court procedures.

Thermal performance of the underground aquifer decides the efficiency of ATEs systems. Many studies on ATEs systems are focused on the underground part which is the medium for the thermal energy storage and some indicators to determine the system performance are proposed. The most commonly used thermal performance indicators in literatures include thermal recovery ratio, exergy efficiency, energy balance ratio, etc. which are summarized in Table 1. Thermal recovery ratio (thermal efficiency, η) makes clear performance of underground part of the ATEs system from the view of energy and is a primary indicator previously [14, 24, 25]. It can be classified as thermal recovery ratio of heat and thermal recovery ratio of cold. However, the thermal recovery ratio indicator may be misleading due to just taking energy quantity as the base. Therefore, exergy efficiency (ϵ) assessment using

the second-law of thermodynamics is taken into account [27, 28]. If thermal recovery ratio is less than 1, the left heat or cold will be accumulated in the aquifer with the increasing of operation time. When the ATES system is used both for heating and cooling, the cold accumulation may reduce the efficiency and suitability of the system. Thermal balance should be reached in both heating and cooling system of an ATES project to make sure that the system has an acceptable long term efficiency [29]. The closer to zero the thermal balance ratio, the more efficient the system is.



Table 1. Indicators for ATES system thermal performance indicator definition and equations [33].

Indicator	Definition	Equation or representative parameter	Reference
Thermal recovery ratio/thermal efficiency	The ratio of energy extracted from the subsurface to energy injected into the subsurface. Usually the natural aquifer temperature is taken as the calculation base.	$\eta = \frac{E_{extracted}}{E_{injected}} = \frac{\int_{extraction} c_{extracted} \cdot m_{extracted} \cdot (T_{extracted} - T_{natural}) \cdot dt}{\int_{injection} c_{injected} \cdot m_{injected} \cdot (T_{injected} - T_{natural}) \cdot dt}$	[14, 24-26, 30-32]
Exergy efficiency	The ratio between exergy that is extracted from the subsurface and that is stored within the subsurface.	$\epsilon = \frac{Ex_{extracted}}{Ex_{injected}}$	[26, 32]
Energy balance ratio	The ratio of the difference between the energy that are extracted in cooling and heating mode to the total extracted energy over a certain period of time.	$\psi = \frac{E_{cooling}^{extracted} - E_{heating}^{extracted}}{E_{cooling}^{extracted} + E_{heating}^{extracted}}$	[25, 31]

2. THE APPLICATION POTENTIAL OF ATES TECHNIQUE IN MERSIN COASTAL AQUIFER

In the region between Mersin and Tarsus cities, located along the Mediterranean Sea coast in southern Turkey, a hydrogeological study has been performed by Hatipoğlu et al.

(2009) [34] to characterize the existing groundwater system. For this purpose, hydrochemical and environmental isotopic data were integrated with available geological and hydrogeological information to develop a conceptual model of the system. In the study it is revealed that the aquifer system is supplied by the deep flow of karstic groundwater fed from the Taurus Mountains. In addition, it is concluded as a result of the numerical modeling of the study area that the direction of the groundwater flow is observed to be from the Taurus mountain to the sea level as illustrated in Figure 2. The calibrated model revealed the hydraulic conductivity as 45 m/day for coastal aquifer.

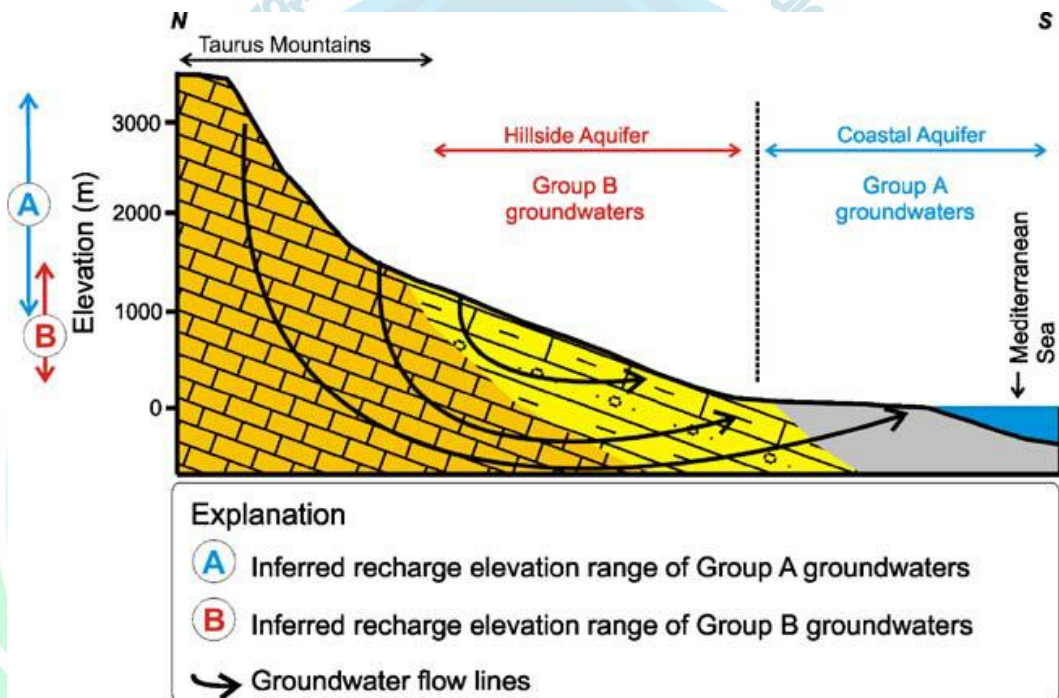


Figure 2. The conceptual model of regional groundwater flow system for hillside and coastal aquifer of Mersin [34].

In a research study [35], data on the location, permitted yearly storage volume, pump capacity and screen length of 331 ATEs systems in The Netherlands (15% of total number of systems) were obtained from provincial databases that keep combined records for ATEs characteristics (Provinces of Gelderland, Noord-Brabant, Noord-Holland, Utrecht and Drenthe). For a geographically representative subset of 204 ATEs systems it was possible to extract available aquifer thickness and derive estimates on the ambient groundwater flow as listed in Table 2. When the hydrogeological parameters of Mersin Coastal Aquifer is compared with Table 2, it can be deduced that hydraulic conductivity parameter remain in the acceptable

limits. In another study related with Mersin Coastal Aquifer [36], variable values of aquifer thickness remain in the range of the Table 2 indicating that the aforementioned aquifer is convenient for the application of ATES technique.

Table 2. Ranges in geohydrological characteristics of the 204 ATES systems [35]

Available aquifer thickness range (m)	Hydraulic conductivity range (m/day)	Groundwater flow range (m/y)
30-180	5-45	3-100

CONCLUSION

Aquifer thermal energy storage (ATES) systems use natural water in a saturated and permeable underground layer as the storage medium. The transfer of thermal energy is carried out by extracting groundwater from the aquifer and by reinjecting it at a modified temperature into a separate well nearby. In this study a brief summary of the efficiency and thermal performance of ATES systems and an evaluation of ATES characteristics from practice were used to assess the pre-feasibility of an ATES system in Mersin Coastal Aquifer. Storage in aquifers has a quite long history and has achieved broad acceptance for heating and cooling in the energy market in many countries, though the application of ATES is quite different among the various countries. Any ATES project involves a quite complex procedure and has to follow a general procedure for design and construction of ATES system. The potential application of ATES technique in Mersin Coastal Aquifer located in the Mersin Province is evaluated to be acceptable towards fulfilling air conditioning needs of the buildings around the region.

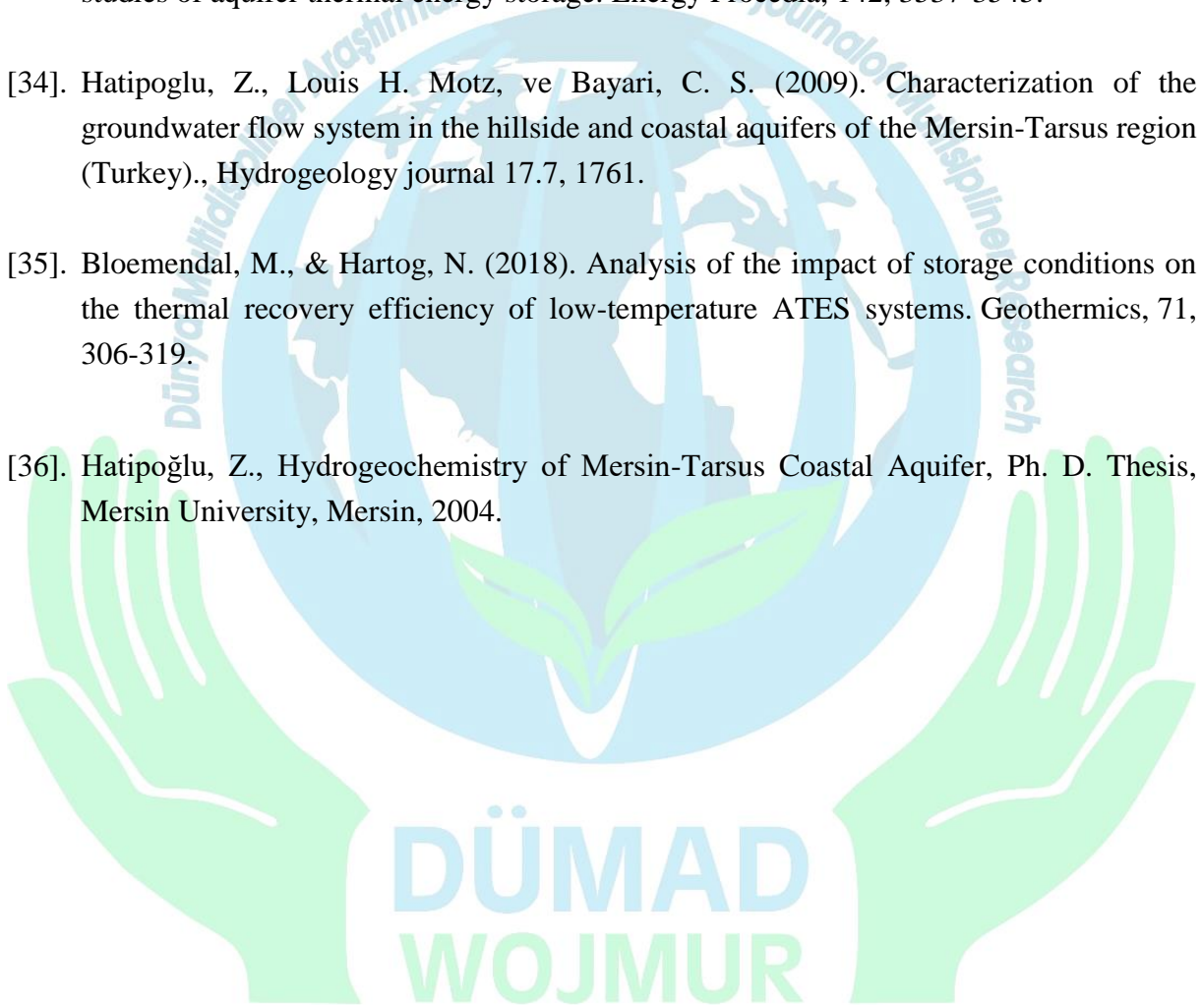
REFERENCES

- [1].Hall, S. J. and Raymond, J. R. (1992). In Proceedings of the Intersociety Energy Conversion Engineering Conference: “Geohydrologic characterization for aquifer thermal energy storage”, San Diego, Calif., 3–4 August 1992. Edited by E.A. Jeanne. Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pa. pp. 75–81.
- [2].Vail, W. L. and Jenne, E. V. (1994) In Proceedings of the International Symposium on Aquifer Thermal Energy Storage: “Optimizing the design and operation of ATES systems”, Tuscaloosa, Ala., 14–15 November 1994. University of Alabama, Tuscaloosa, Ala. pp. 9–14.
- [3].IF Technology (1995). Underground thermal energy storage: state of the art 1994. IF Technology, Anhen, the Netherlands.
- [4].Sanner, B. (2003). Integrated use of geothermal and other renewable energy sources – heat pumps, solar thermal, combined heat and power. In Course notes of The United Nations University Geothermal Training Programme, Reyjavik, Iceland, September 2003. The United Nations University, Tokyo. pp. 79–98.
- [5].Bridger, D. W. and Allen, D. M. (2005). Designing aquifer thermal energy storage systems. ASHRAE Journal, 47(9): Pg.32–37.
- [6].IEA-ECES (2009). Underground thermal energy storage [online]. International Energy Agency – Energy Conservation through Energy Storage. Available from www.iea-ec.es.org/energy-storage/storage-techniques/underground-thermalenergy-storage.html.
- [7].Yan, Q. S. and Woo, T. F. (1981). The development and application of aquifer storage in China. STES Newsletter, III: 4–5.
- [8].Midkiff, K. C. and Brett, C. E. (1994). In Proceedings of the International Symposium on Aquifer Thermal Energy Storage: “Long-term experience with an ATES-based air conditioning system”, Tuscaloosa, Ala., 14–15 November 1994. University of Alabama, Tuscaloosa, Ala. pp. 29–40.
- [9].Paksoy, H.O., Andersson, O., Abaci, S., Evliya, H. and Turgut, B. 2000. Heating and cooling of a hospital using solar energy coupled with seasonal thermal energy storage in an aquifer. Renewable Energy, 19(1–2): 117–122.

- [10]. Bartels, J. and Kabus, F. (2003). In Proceedings of Futurestock: “Seasonal aquifer solarheat storage at Rostock-Brinckmanshoe – first operational experience and aquifer simulation”. 9th International Conference on Thermal Energy Storage, Warsaw, Poland, 1–4 September 2003. Institute of Heat Engineering, Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland. pp. 53–58.
- [11]. Eggen, G. and Vangsnes, G. (2005). In Proceedings of the 8th IEA Heat Pump Conference: “Heat pump for district cooling and heating at Oslo Airport, Gardermoen”, Las Vegas, Nev., 30 May – 2 June 2005. IEA Heat Pump Programme, Paris.
- [12]. Seibt, O. and Kabus, F. (2006). In Proceedings of ECOSTOCK 2006: “Aquifer thermal energy storage – projects implemented in Germany”. Conference on Energy Storage Technology, Pomona, N. J. , 31 May – 2 June 2006.
- [13]. Phernambucq, I. H., Contaminant spreading in areas with a high density of Seasonal Aquifer Thermal Energy Storage (SATES) Systems, M. Sc. Thesis, University Utrecht, 2015.
- [14]. Sommer, W., Valstar, J. and Leusbrock, I., (2015). Optimization and spatial pattern of large-scale aquifer thermal energy storage. *Applied Energy*, 137: 322-337.
- [15]. Possemiers, M., Huysmans, M. and Batelaan, O., (2014). Influence of aquifer thermal energy storage on groundwater quality: A review illustrated by seven case studies from Belgium. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2: 20-34.
- [16]. Bloemendal, M., Olsthoorn, T., and Boons, F., (2014). How to achieve optimal and sustainable use of the subsurface for aquifer thermal energy storage. *Energy Policy*. 66: 104-114.
- [17]. Bonte. M., (2013). Impacts of shallow geothermal energy on groundwater quality - a hydrochemical and geomicrobial study of the effects of ground source heat pumps and aquifer thermal energy storage. Department of Earth Sciences. PhD, 175.
- [18]. Benno Drijver Niels Hartog, Inez Dinkla and Matthijs Bonte, (2013). Field assessment of the impacts of aquifer thermal energy storage (ATES) systems on chemical and microbial groundwater composition. In European Geothermal Congress. Palazzo dei Congressi-Pisa, Italy.
- [19]. Zhou, X., Gao, Q., and Chen, X., (2015). Developmental status and challenges of GWHP and ATES in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 42: 973-985.

- [20]. Xu, J., Wang, R. Z. and Li, Y (2014). A review of available technologies for seasonal thermal energy storage. *Solar Energy*, 103: 610-638.
- [21]. K. S. Lee (2010). A review on concepts, applications, and models of aquifer thermal energy storage systems. *Energies*. 3(6): 1320-1334.
- [22]. Hesaraki, A., Holmberg, S. and Haghghat, F., (2015). Seasonal thermal energy storage with heat pumps and low temperatures in building projects—a comparative review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 43: 1199-1213.
- [23]. Andersson, O., (2007). Aquifer thermal energy storage. In *Thermal Energy Storage for Sustainable Energy Consumption*, Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 155-176.
- [24]. Bakr, M., Oostrom, N., Sommer, W., (2013). Efficiency of and interference among multiple aquifer thermal energy storage systems; a Dutch case study. *Renewable Energy*, 60: 53-62.
- [25]. W. Sommer, J. Valstar, P. Van Gaans, et al. (2013). The impact of aquifer heterogeneity on the performance of aquifer thermal energy storage. *Water Resources Research*. 49(12): 8128-8138.
- [26]. Rosen, M. A., (1999). Second-law analysis of aquifer thermal energy storage systems. *Energy*, 24(2): 167-182.
- [27]. Dincer, I. (2002). Thermal energy storage systems as a key technology in energy conservation. *International Journal of Energy Research*, 26(7): 567-588.
- [28]. Rosen, M. A., I. Dincer, I. (2003). Exergy methods for assessing and comparing thermal storage systems. *International Journal of Energy Research*, 27(4): 415-430.
- [29]. Ferguson, G., Woodbury, A. D., (2006). Observed thermal pollution and post-development simulations of low-temperature geothermal systems in Winnipeg, Canada. *Hydrogeology Journal*. 14(7): 1206-1215.
- [30]. Ghaebi, H., Bahadori, M. N. and Saidi, M. H. (2014). Performance analysis and parametric study of thermal energy storage in an aquifer coupled with a heat pump and solar collectors, for a residential complex in Tehran, Iran. *Applied Thermal Engineering*. 62(1): 156-170.

- [31]. Sommer, W. T., Doornenbal, P. J. and Drijver, B. C. et al. (2014). Thermal performance and heat transport in aquifer thermal energy storage. *Hydrogeology Journal*. 22(1): 263-279.
- [32]. AlZahrani, A. A., Dincer, I. (2016). Performance assessment of an aquifer thermal energy storage system for heating and cooling applications. *Journal of Energy Resources Technology, Transactions of the ASME*. 138(1).
- [33]. Gao, L., Zhao, J., An, Q., Wang, J. and Liu, X. (2017). A review on system performance studies of aquifer thermal energy storage. *Energy Procedia*, 142, 3537-3545.
- [34]. Hatipoğlu, Z., Louis H. Motz, ve Bayari, C. S. (2009). Characterization of the groundwater flow system in the hillside and coastal aquifers of the Mersin-Tarsus region (Turkey)., *Hydrogeology journal* 17.7, 1761.
- [35]. Bloemendal, M., & Hartog, N. (2018). Analysis of the impact of storage conditions on the thermal recovery efficiency of low-temperature ATES systems. *Geothermics*, 71, 306-319.
- [36]. Hatipoğlu, Z., *Hydrogeochemistry of Mersin-Tarsus Coastal Aquifer*, Ph. D. Thesis, Mersin University, Mersin, 2004.





Li₅Ca_{2-x}Ga_xLa₂Zr₂O₁₂ Katı Pil Elektrolitinin Elektronik ve Kristal Yapı Çalışması

Osman Murat ÖZKENDİR⁷

Özet

Elektromanyetik cihaz teknolojilerindeki büyük ilerleme, daha iyi performansa sahip mobil enerji depolama cihazlarında yüksek bir talebe neden olmaktadır. Mobil enerji depolama cihazlarının teknolojik önemi nedeniyle, ülkeler Lityum iyon piller gibi cihazların depolama kapasitesini geliştirmek için her türlü çabayı ve çalışmalarını desteklemektedir. Bu teknoloji ile ilgili çalışmalarda ana hedef, yüksek performans ve yüksek dayanıklılık ile taşınabilir enerji kaynaklarının eksikliğini gidermektir. Bu çalışmada, galyum dopinginin Li₅Ca_{2-x}Ga_xLa₂Zr₂O₁₂ katı hal elektrolitlerinin performansları üzerindeki etkisi elektronik ve kristal özellikleri üzerinde incelenmiştir. Li-ion akülerinin diğer enerji kaynakları arasında en önemli avantajı, taşınabilir boyutu ile yüksek enerji depolama kapasitesine sahip olmasıdır. Ga-ikame edilmiş Li₅Ca_{2-x}Ga_xLa₂Zr₂O₁₂ (x; 0.00, 0.05, 0.10, 0.15 ve 0.20) (LCLZO) örneklerinin kristal ve elektronik yapı özellikleri, alınan x-ışını kırınımı modelleri (XRD) ve x-ışını absorpsiyonu ince yapı spektroskopisi yöntemleri ile incelenmiştir. İkame olmayan ana malzemenin kristal yapısı "I41 / acd" uzay grubu ile tetragonal geometride belirlenmiştir. Numune için kafes parametreleri; a: 14.680 Å ve c: 18.680 Å. Bununla birlikte, LCLZO örneğindeki XRD desenlerindeki karakteristik tetragonal pikler, Ga ile ikame edilmiş örneklerde kaybolmuş olup ve yeni pikler, Ga atomları ile oluşturulan farklı bir kristal yapısını vurgulamıştır; "Li₅GaO₄".

Anahtar Sözcükler:

Kristal Yapı; Elektronik Yapı; Li-ion Piller; Oksitler

⁷Tarsus Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri bölümü öğretim üyesi.
Adres: Tarsus Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Bölümü, Takbaş Mevkii,
33400-Tarsus, Mersin / TÜRKİYE,
Tel: (0324) 6274804/ 88012, Faks: (0324) 6274804, GSM: 05327420699,
E-posta: ozkendir@gmail.comve ozkendir@tarsus.edu.tr

**Electronic And Crystal Structure Study of the $\text{Li}_5\text{Ca}_{2-x}\text{Ga}_x\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_{12}$
Solid Battery Cathode**

Abstract

Huge progress in electromagnetic devices causes a high demand in mobile energy storage devices with better performances. Due to the technological importance of the mobile energy storage devices, countries support every effort and studies to improve the storage capacity of the devices such as Lithium ion batteries. Main target in the studies on this technology addresses lack of portable energy sources with high performance and high durability. In this study, influence of gallium doping in the $\text{Li}_5\text{Ca}_2\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ solid state electrolytes' performances are probed on their electronic and crystal properties. Most important advantage of the Li-ion batteries among other energy sources has a high energy storage capability with its portable size. Crystal and electronic structure properties of the Ga substituted $\text{Li}_5\text{Ca}_{1-x}\text{Ga}_x\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (x ; 0.00, 0.05, 0.10, 0.15 and 0.20) (LCLZO) samples were studied with the taken x-ray diffraction patterns and x-ray absorption fine structure spectroscopy methods. The crystal structure of the parent sample without substitution is determined in tetragonal geometry with "I41/acd" space group. The lattice parameters for the sample are; a: 14.680Å and c: 18.680Å. However, the characteristic tetragonal peaks in LCLZO sample vanished in Ga substituted samples and new peaks appeared emphasizing a different crystal structure formed with the Ga atoms; "Li5GaO4".

Key Words:

Crystal Structure; Electronic Structure; Li-ion Battery; Oxides

GİRİŞ VE YÖNTEM

Lityum iyon pillerinin (LİP) sahip olduğu üstün enerji depolama özellikleri nedeniyle, özellikle taşınabilirliğin gerekli olduğu teknolojide yüksek bir talebe sahiptir. Katıhal pilleri, sıvı elektrolitli pillere kıyasla daha güçlü, güvenli ve verimli enerji depolama özelliklerinden dolayı en çok istenen depolanabilir pil türüdür. Lityum iyon pillerinin katı elektrolit içerenlerinin üstünlüğünün nedeni yanma riskinin olmaması ve sızıntı olasılığının yok denecek kadar az olmasıdır [Wagner, 2016-a]. Lityum iyon piller üzerine yürütülen bilimsel çalışmaların ana hedeflerini; yüksek performanslı katod üretebilmenin yanında katıhal pillerinin performanslarını, iyi kimyasal kararlılık, yüksek iyonik iletkenlik ve düşük arayüz direnci gibi daha iyi özelliklere sahip bir yapı olarak geliştirmesi olarak sıralayabiliriz. Üçten fazla lityum iyonuna sahip olan Li içeren oksit materyallerin en çok istenen katı hal elektrolit materyalleri olduğu bildirilmiştir [Wagner, 2016-a]. $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZO) kimyasal kararlılık ve yüksek iyonik iletkenliğe sahip bir granat tipi olarak rapor edilen en popüler katı hal elektrolit materyalden biridir [Chen, 2014]. Katı elektrolit malzemesi olan LLZO materyalleri iki farklı geometride kristalleşir [Wu, 2014]. "I41 / acd" uzay grubundaki LLZO malzemelerinin tetragonal formu olup ve oda sıcaklıklarında (RT) düşük iyonik iletkenlik gösterir ($\sim 10^{-6} \text{ S.cm}^{-1}$). Bununla birlikte, LLZO malzemelerinin kübik formu, yüksek Li iyonik iletkenliği, termal ve kimyasal kararlılığı ile rapor edilir ve bu da onu katı hal elektroliti olarak ümit verici bir malzeme haline getirir [Wagner, 2016-b]. LLZO malzemelerin kübik formundaki iyonik iletkenlik, vakum konsantrasyonlarına, Li iyonlarının koordinasyon numaralarına, lityum oksijen bağlarının mukavemet ve uzunluğuna, numunenin mikroyapılarına ve mobil yük taşıyıcıların miktarına bağlı olarak ifade edilir. Kübik LLZO'nun, oda sıcaklığında Al^{3+} , Ga^{3+} ve Fe^{3+} katyonlarının dopingi ile stabilize edilebilen kübik polimorf yapı ile de stabil olmadığı bildirilmiştir [Wagner, 2016-b]. 2011 yılında, LLZO yapısının kübik geometri ile stabilizasyon süreci ilk olarak Al^{3+} iyonları tarafından incelenmiştir. Ga^{3+} iyonları kullanılarak tamamlayıcı bir çalışma yapılmış ve kübik LLZO'nun başarılı stabilizasyonu da bildirilmiştir [Rettenwander, 2014].

1. MATERYAL VE METOD

Yapılan çalışma iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada LLZO içinde Li koordinasyonlarına Ca^{2+} ikame edilmiş ve kalsiyum iyonu için iki adet Li iyonu eksiltirilmiştir. Daha sonra Ca^{2+} koordinasyonlarına daha geniş iyonik duruma sahip Ga^{3+} iyonu ikamesi yapılmıştır.

$\text{Li}_5\text{Ca}_{2-x}\text{Ga}_x\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (x ; 0.00, 0.05, 0.10, 0.15 ve 0.20) genel formülüne sahip Ca ve Ga ile ikame edilmiş LLZO numuneleri, Li_2O , La_2O_3 , ZrO_2 , CaCO_3 , Ga_2O_3 tozunun stokiometrik oranlarından sol-jel yöntemi ile sentezlenmiştir. Bileşikler (yüksek saflıkta Sigma-Aldrich > % 99.99). Reaktif tozları karıştırılmış ve 2 saat boyunca 1000 rpm'de manyetik bir karıştırıcıda karıştırılmıştır. Karışım seyreltilmiş HNO_3 içinde çözündürülmüş ve oda sıcaklığında 1 saat karıştırılmıştır. 1 saat karıştırıldıktan sonra çözelti, jel formu elde edilene kadar 110 °C'de karıştırmaya devam edilmiştir. Bu aşamadan sonra, jelin stabilize edilmesi için etilen glikol ilave edilip ve saf kahverengimsi bir toz oluşana kadar 150 °C'de havada kurutulmuştur. Kurutulmuş tozlar bir havanda öğütülmüş ve fırında 450 °C'ye kadar sinterlenmiş ve 6 saat boyunca 5 °C/min oranında karıştırılmıştır. Birinci tavlama işleminden sonra tozlar havan içinde öğütülmüş ve 12 saat süreyle 1000 °C'ye kadar fırın içinde ikinci kez tavlansmıştır. İşlemler sonucu beyaz ince $\text{Li}_5\text{Ca}_{1-x}\text{Ga}_x\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ tozları elde edilmiştir. XRD kırınım desenleri, hazırlanan katı hal elektrolit materyallerinin kristal yapıları Bruker D8 Advance x-ışını difraktometresi ile $\text{Cu K}\alpha$ (= 1.54059 Å) ışını kullanılarak alındı.

Toz kırınım modeli analizi, toplanan XAFS spektrumlarından özüt edilen EXAFS (Genişletilmiş X-ışını Absorpsiyon İnce Yapı) verilerinin analizi ile de desteklenmiştir. Sert röntgen bölgesinde XAFS tekniği, elektronik ve kristal yapı çalışması için yararlı araçlar sağlayabilir. Ölçümler, Tayland Nakhon Ratschasi'madaki Siam Foton Laboratuvarı (SPL) Synchrotron Radyasyon tesisindeki Beamline-BL8: XAS'da LCLZO örneklerinin Ca K-kenarı için gerçekleştirilmiştir [Wagner, 2016-b]. BLX ışını, x-ışını absorpsiyon spektroskopisi tekniği için çalışır. Işın çizgisi, bir bükme mıknatısından yüksek bir akı ışığı sağlar ve 1.25 keV ila 10 keV arasında bir enerji aralığına sahiptir. Ölçümler, iletim modunda oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.

LCLZO örneklerinin elektronik yapı özellikleri ile ilgili tamamlayıcı bir çalışma olarak, X-ışını absorpsiyon spektroskopisi (XAS) ile ELETTRA synchrotron radyasyon tesisinde (Trieste, İtalya) elementler (La ve O) yumuşak x ışınları. Oda sıcaklığında ve ultra yüksek vakum (UHV) (~ 10⁻¹⁰ Torr) koşullarında TEY (Toplam Elektron Verim) modunda BACH ışın hattında La M_{5,4}-kenar ve O K-kenar absorpsiyon spektroskopisi ölçümleri yapıldı. BACH ışın hattı, 35 eV ile 1650 eV arasındaki aşırı UV-yumuşak röntgen foton enerjisi aralığında ışık sağlar. Işık, deneysel süreçler (doğrusal yatay ve dikey, dairesel ve eliptik) için seçilebilir polarizasyona sahiptir [Zangrando, 2004].

2. BULGULAR VE TARTIŞMA

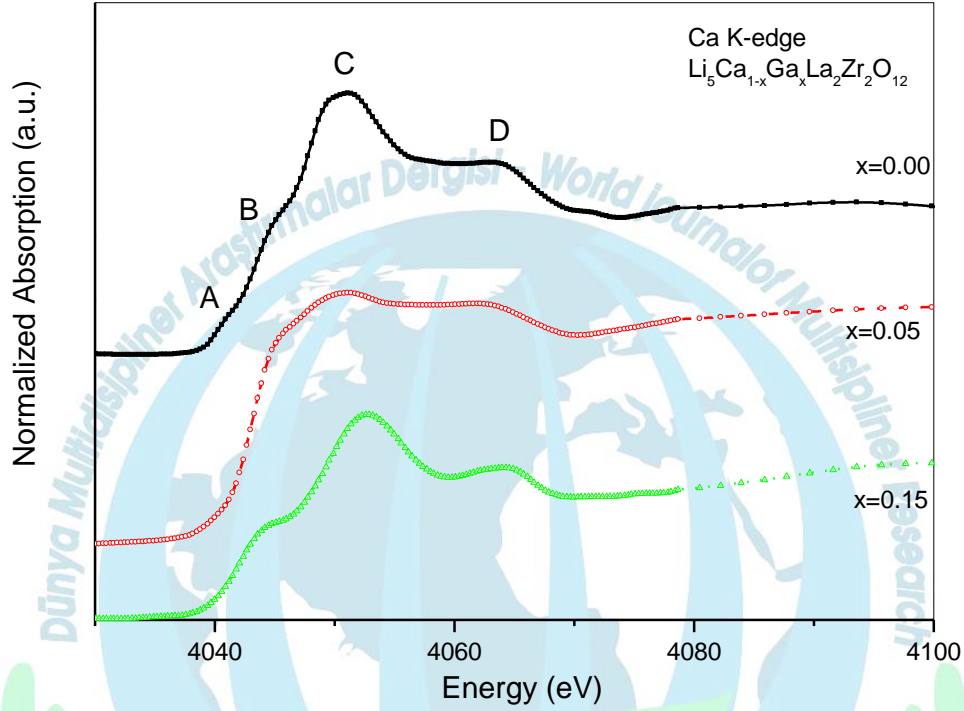
Lityum koordinasyonlarına Ca katkılı ve Ca koordinasyonlarına Ga katkılanmış LCLZO katı elektrolit malzemelerinin kristal analizleri alınmış olan x-ışını kırınım desenleri ile yapılmış olup, analizleri aşağıda sunulmuştur.

Malzemeler ilk adımda $x=0.00$ değeri için $\text{Li}_5\text{Ca}_{1-x}\text{Ga}_x\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ ($\text{Li}_5\text{CaLa}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$) genel formülü çalışıldı. Yapılan kırınım deseni analizleri, malzemenin tek bir kristal yapı ortaya koyduğunu, bu kristal yapının ise tetragonal geometride $I41/acd:2$ uzay grubu simetrisine sahip olduğu tespit edildi. Bu yapı için belirlenen örgü parametreleri; $a=b=1.4680$ nm and $c= 1.8680$ nm. Çalışma için hazırlanan diğer numunelerde is Ga atomları Ca koordinasyonlarına belirli oranlarda ikame edilmiş ve Ca ile birlikte Ga katkısının yapı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Katkılama, genel formülde x ile tanımlanan indislerin yapı içerisinde 0.05, 0.10, 0.15 ve 0.20 değerlerine karşılık gelen miktarlarda eklenmesiyle gerçekleştirilmiştir.

$x=0.05$ katkılı numunenin yapısının polikristal şekilde oluştuğu belirlendi. Yapının %95 inin ana $\text{Li}_5\text{CaLa}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ kristalinden, %5 inin ise Li_5GaO_4 olduğu bulunmuştur. Bu yapıda katkılanan galyum atomlarının sahip oldukları farklı iyonik durum nedeniyle kalsiyum atomlarının örgüdeki yerlerine oturmayıp kendi etraflarında ayrı ve yeni bir kristal yapı oluşturdukları görüldü. Yapılan analizler sonucu, bu yapının ortorombik geometride ve $C222$ uzay grubu simetrisine sahip Li_5GaO_4 olduğu ve aynı kalsiyumlar gibi etrafında beş tane Li atomunun yer aldığı tespit edildi. Ortorombik Li_5GaO_4 nın bulunan örgü parametreleri; $a= 1.0566$ nm $b= 0.7643$ nm $c= 0.5246$ nm'dir. Diğer numunelerde ise aynı yapı katkı oranı ile paralel yapısal özellik göstermektedir.

Şekil 1'de, $\text{Li}_5\text{Ca}_{1-x}\text{Ga}_x\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ serisinin seçilmiş numunelerinin normalleştirilmiş Ca K-kenarı soğurma spektrumları gösterilmiştir. Elektronik yapı üzerine ölçümler için kalsiyumun seçilmesinin nedeni, LLZO ana materyalindeki lityum koordinasyonlarındaki yer değiştirme Ca ikamesi ile meydana gelmesinden dolayıdır. Yapı LCLZO yapısına dönüştükten sonra ise Ca koordinasyonlarına Ga ikamesi yapılmış ve yapı içindeki Ca atomları anahtar elementler noktasına gelmiştir. Tüm örneklerde kalsiyum kenarından alınan ölçümlerde büyük uyum gözlenmiştir ve spektral yapı 4037.3 eV'de artmaya başlamıştır. Bu yapılar kıyaslandığında katkılanmış örneklerin ana ($x=0.00$) örnekten farklı pik yapısında olması, katkılanmış yapıların tetragonal geometriden farklı bir geometride oluştuğunu göstermektedir. Tetragonal LCLZO örnek spektrumları "A", "B" ve "C" olarak atanan üç tepe noktasına sahipken, ikame edilmiş örnekler sadece ikisine sahiptir. İkame edilmiş örneklerdeki simetri,

kalsiyum atomlarının Ga katkısına rağmen yer ve yapısını değiştirmediği şeklinde yorumlanmıştır.



şekil 1. Mn K-kenarı soğurma spektroskopik karşılaştırması

Karşılaştırma için $x=0.05$ ve 0.15 katkılı örnekleri seçilmiştir. Numunenin $x = 0.15$ kenarlarının spektrumu, daha yüksek enerjiye küçük bir kayma göstermiştir. Numunenin Ca K-kenarı soğurma spektrumlarındaki tepe genişlemesi kübik LCLZO yapısının özelliğini göstermektedir. Ga atomları Ca koordinasyonları yerine izole kristal yapıları oluşturmaya eğilimliyen, oksijenler ve bağlı lityum atomları Ga atomlarını daha ağır La ve Zr atomlarından ayırmış ve Ga'nın etkisini yakın çevresinde kalsiyum atomları üzerindeki etkisini azaltmıştır. Bu yapılar "A", "B" ve "C" olarak verilmiştir. "C" kenarı ana soğurma kenarı olup 4051.4 eV'de yer almıştır. 4040.3 eV'de yer alan "A" tepe noktası, 1 'elektronların geçişi 1s elektronlarının oksijen valans seviyeleriyle melezleşmiş kalsiyumun 3d (O 2p) moleküler bantlarına geçişini göstermektedir. Kuantum seçim kurallarından dolayı, s elektronlarının s ve d durumlarına uyarımları yasaklanmıştır. Dipol geçişi sadece $1s \rightarrow np$ uyarımlarına izin verilir. Ancak, 1s elektronlarının boş 3d seviyelerine az miktarda kuadrupol geçişi melez seviyelerin varlığında gerçekleşebilir. 4044.5 eV'deki "B" tepesi, geniş moleküler bandın düşük enerji seviyeleri (t_{2g}),

hem d hem p (O 2p ve Ca 3d arasında melezleme yoluyla) kuantum simetrisi taşıyıcı, karıştırma yoluyla elektronların geçişini sağlar. Ana soğurma kenar 1s → 4p geçişinin bir sonucudur ve Ca²⁺ moleküler bandında geniş boş durumdaki p-durumlarının varlığını ele alan daha geniş tepe yapısına sahiptir. Uyarılmış elektronlar, değerlik durumlarının çok üzerinde konumlandırılmamış 4p seviyelerinde nihai bir hal alırlar ve boş 3d seviyeleri boş 4p seviyelerinin altında, aynı zamanda uygun kuantum simetrilerini işgal eden 3d-4p birleşik seviyelerde bir son seviye bulurlar. 4063.7 eV'de 4p seviyelerine normal geçiş yapan uyarılmış 1s elektronlarının soğurma kenarı “D” piki olarak görülmüştür.

SONUÇ

Bu çalışmada, kalsiyum katkılı Li₇La₃Zr₂O₁₂ (LLZO) ana katı hal elektrolit materyali önce Li atomları koordinasyonuna Ca²⁺ katkısı yapılarak sentezlenmiştir. Daha sonra ise kalsiyum koordinasyonlarına Ga³⁺ katkısı yapılmıştır. Analiz sonuçları, bir kalsiyumun iki lityum koordinatında oturduğunu doğrulamıştır. Yapılan analizlerde, Ca²⁺ katkılı LCLZO malzemesinin kübik LLZO yapısında değil, pil elektrolitleri için daha düşük özelliklere sahip tetragonal yapıda oluşturulduğu şekilde belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise, Ga³⁺ iyonlarının Ca²⁺ koordinasyonlarına ikame edilmesiyle, tetragonal LCLZO yapılarının fazının literatürde bildirildiği gibi kübik LCLZO yapısına dönüştüğü gözlenmiştir. Bu durum, LLZO'daki Ga³⁺ iyonlarının kübik LLZO yapısını stabilize etkisi daha önceleri yayınlamış bazı makalelerde Ga³⁺ veya Al³⁺ iyonik ikameler için bildirilmiştir [Qin, 2018]. Ancak, bu çalışmada sunulan katkılı Ga³⁺ iyonlarının, hem iyonik yarıçaplarda hem de iyonizasyondaki uyumsuzluk nedeniyle, Ca²⁺ koordinatlarında oturmak yerine izole edilmiş “Li₅GaO₄” oluşturulduğu belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

Chen R.J., Huang M., Huang W. Z., Shen Y., Lin Y. H., Nan C. W. (2014). *Effect of calcining and Al doping on structure and conductivity of Li₇La₃Zr₂O₁₂*. Solid State Ionics 265, 7-12

Momma K. and Izumi F. (2011) *VESTA 3 for three-dimensional visualization of crystal, volumetric and morphology data*. J. Appl. Crystallogr., 44, 1272-1276.

Qin S, Zhu X., Jiang Y., Ling M., Zhu J (2018) *Growth of self-textured Ga³⁺-substituted Li₇La₃Zr₂O₁₂ ceramics by solid state reaction and their significant enhancement in ionic conductivity* Appl. Phys. Lett. 112, 113901

Rettenwander D., Geiger C. A., Tribus M., Tropper P. and Amthauer G. (2014). *A Synthesis and Crystal Chemical Study of the Fast Ion Conductor Li_{7-3x}GaxLa₃Zr₂O₁₂ with x = 0.08 to 0.84*. Inorg. Chem. 53 6264-6269

Wagner R., Redhammer G. J., Rettenwander D., Tippelt G., Welzl A., Taibl S., Fleig J., Franz A., Lottermoser W. and Amthauer G. (2016-a). *Fast Li-Ion-Conducting Garnet-Related Li_{7-3x}FexLa₃Zr₂O₁₂ with Uncommon I4̄3d Structure*, Chem. Mater. 28 5943-5951

Wagner R., Rettenwander D., Redhammer G. J., Tippelt G., Sabathi G., Musso M. E., Stanje B., Wilkening M., Suard E. and Amthauer G. (2016-b). *Synthesis, Crystal Structure, and Stability of Cubic Li_{7-x}La₃Zr_{2-x}BixO₁₂*. Inorg Chem. 55 12211-12219

Wu J.F., Chen E. Y., You Y., Liu L., Wu Y., Pang W. K., Patterson V. K. and Guo X. (2017). *Garnet-type fast Li-ion conductors with high ionic conductivities for all-solid-state batteries*. Applied Materials&Interface 9 1542-1552

Zangrando M., Zacchigna M., Finazzi M., Cocco D., Rochow R., Parmigiani F. (2004). *Polarized high-brilliance and high-resolution soft x-ray source at ELETTRA: the performance of beamline BACH*, Review of Scientific Instruments, Vol. 75 - 31



Akdeniz Bölgesi İçin Küresel Isınma Senaryoları ve Bitkiler Üzerindeki Olası Etkileri

Sertan ÇEVİK⁸

Ayşin GÜZEL DEĞER⁹

Özet

Atmosfere salınan gazların neden olduğu sera etkisi sonucunda yıl boyunca kara, deniz ve havada ölçülen ortalama sıcaklıklarda görülen artışa küresel ısınma denmektedir. Küresel ısınmanın neticesinde iklimin ortalama durumunda ya da değişkenlerinde uzun yıllar sürebilecek anlamlı değişiklikler meydana gelir ki, bu da iklim değişikliği olarak adlandırılmaktadır (Türkeş, 2008a).

Yapılan çalışmalar küresel ısınmanın neticesinde Türkiye genelinde sıcaklıkların ortalama 2-3 °C artacağını, bununla birlikte Akdeniz bölgesinde özellikle kışın toplam yağışların ciddi bir biçimde azalacağını yani kuraklaşmanın olacağını göstermektedir.

Tarımsal verimliliği etkileyen en önemli çevresel etken kuraklık stresidir (Jaiswal ve ark., 2013). Kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde turgor basıncı azalır, dokular arasındaki su dengesinin bozulur ve büyüme azalır. Bu etkilerin sonucunda yaprak alanı küçülür, fotosentetik aktivite düşer, sonuç olarak da ürün kalitesinde ve miktarında azalma görülür (Zheng ve ark., 2014). Ulusal Bilim Kuruluşları küresel ısınma ile birlikte yakın gelecekte kuraklık stresinin boyutlarının artacağını belirtmektedirler (Roy, 2014). Bu durum kuraklık stresine karşı mücadelede geliştirilmesi gereken stratejilerin önemini arttırmaktadır.

Bu çalışmada küresel ısınmanın Akdeniz bölgesi için olası senaryoları göz önünde bulundurularak, olası iklim değişikliğinin tarımsal bitkiler üzerindeki olası etkileri ile ilgili yapılmış olan çalışmalar derlenerek raporlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Küresel Isınma, Akdeniz Bölgesi, Kuraklık Stresi

⁸ Mersin Üniversitesi, Mut MYO, Bahçe Tarımı Bölümü, Öğretim elemanı.
Adres: Mersin Üniversitesi, Mut MYO, Bahçe Tarımı Bölümü, Deveci Mah.
33600-Mersin / TÜRKİYE,
Tel: (0324) 361 00 01/ 14941, **GSM:** 0530 687 71 82
E-posta: srtncvk@gmail.com

⁹ Mersin Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Gıda Teknolojisi Öğretim Üyesi. agozel@mersin.edu.tr

Global Warming Scenarios for Mediterranean Region and Possible Effects on Plants

Abstract

As a result of greenhouse effect caused by gases released into the atmosphere, the increase in average temperatures measured in land, sea and air throughout the year is called global warming. As a result of global warming, significant changes may occur in the average condition or variables of the climate that can last for many years, which is called climate change (Türkeş, 2012).

Studies indicate that the average temperature increase of 2-3 ° C in Turkey as a result of global warming and the total rainfall in the Mediterranean region, especially in the winter, will be significantly reduced, meaning that there will be a drought.

The most important environmental factor affecting agricultural productivity is drought stress (Jaiswal et al., 2013). Kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde turgor basıncı azalır, dokular arasındaki su dengesinin bozulur ve büyüme azalır. As a result of these effects, the leaf area becomes smaller, photosynthetic activity decreases, and consequently decreases in product quality and quantity (Zheng et al., 2014). National Science Organizations indicate that the global warming will increase the extent of drought stress in the near future (Roy, 2014). This situation increases the importance of strategies to be developed in the fight against drought stress.

In this study, considering the possible scenarios of global warming for the Mediterranean region, studies on possible effects of climate change on agricultural crops have been compiled and reported.

Key Words:

Global warming, Mediterranean region, Drought stress.

GİRİŞ

Yeryüzünün herhangi bir yerinde, uzun yıllar boyunca yaşanan, ya da gözlenen tüm hava koşullarının ortalama durumu'na iklim (Demir ve ark. 2008), iklimin ortalama durumunda ya da onun değişkenliğinde uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak anlamlı değişimlere ise “iklim değişikliği” denir (Türkeş, 2012). İklim değişikliği doğal süreçler sonucunda meydana gelebildiği gibi insan kaynaklı etmenler nedeniyle de oluşabilmektedir (Türkeş, 2008a).

İklim doğal süreci boyunca hep değişim eğiliminde olmuştur. Arkeolojik kanıtlar yerkürenin küresel çapta soğuma ve ısınma dönemleri yaşadığını göstermektedir (Türkeş, 2013). Ancak bu doğal sürecin dışında günümüzde insan kaynaklı bir küresel iklim değişikliği eşliğinde bulunmaktayız. Dünya tarihinde ilk defa insan etkileri nedeni ile iklimin etkilendiği bir dönem yaşamaktayız. Bu insan etkiler; fosil yakıtların yakılması, yanlış arazi kullanımı, orman tahribatı ve sanayi faaliyetleri gibi sıralanabilir. Tüm bu etmenler atmosferdeki sera gazı birikimini arttırmaktadır (Demir ve ark. 2008). 1958 yılından beri Hawaii’de bulunan Mauna Loa gözlemesinde yapılan ölçümlerde sanayii öncesi dönemlerde 280 ppm civarında olan karbondioksit seviyesi 2013 yılında kritik eşik olan 400 ppm’i aşarak ürkütücü bir seviyeye ulaşmıştır.

SERA GAZLARI

Güneşten gelen solar radyasyonun bir kısmı atmosferden geri yansıtılırken büyük bir kısmı yeryüzüne ulaşır. Yeryüzüne ulaşan solar radyasyonun bir kısmı geri yansıtılırken, geri yansıtılan bu solar radyasyon sera gazları tarafından tutulur ve etrafa ısı saçılarak yeryüzünün ısınmasına neden olur. Bu duruma sera etkisi denir (Sağlam ve ark. 2008). Sera etkisi sonucunda küresel anlamda kara, hava ve suda sıcaklık artışı meydana gelir ve bu küresel ısınma olarak adlandırılır (Türkeş, 2008b).

Karbondioksit; Sera gazları içerisinde küresel ısınmaya en çok katkı yapan gaz karbondioksittir. Eski yıllara ait olan ve buzullar içerisinde muhafaza edilmiş karbondioksit miktarları ölçüldüğünde sanayii devriminden önce 1600 yıllık dönem içerisinde karbondioksit konsantrasyonunun 200-300 ppm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Sanayii devriminin başlamasıyla birlikte bu oran yükselmiş ve günümüzde kritik seviye olan 400 ppm düzeyini geçmiştir. Bu artışın en büyük nedenleri fosil yakıtların yakılması ve ormanların yok edilmesi

olarak görülmektedir (Türkeş, 2012). **Metan;** Metan atmosferde karbondioksite göre 200 kat daha az bulunur ancak karbondioksitten 20 kat daha fazla ısı tutabilmektedir. Hayvansal faaliyetler, pirinç tarlaları, doğal gaz kaçaqları ve biyomasların yakılması gibi etmenler atmosferde metan miktarını arttıran etmenlerdir. **Kloroflorokarbonlar;** Kloroflorokarbonlar soğutucularda ve aerosol püskürtüvü olarak spreylerde kullanılmaktadır. Atmosferdeki oranları çok hızlı bir biçimde artmaktadır ayrıca bu gazların atmosferde kalma süreleri çok uzundur. Tüm bunların yanında her kloroflorokarbon molekülü bir karbondioksit molekülünü tutarak oldukça yüksek sera etkisi yaratırlar. **Azot Oksitler;** Gübre ve fosil yakıt kullanımı en büyük kaynağı olan azot oksitler oldukça stabildirler ve bu nedenle atmosferde oldukça uzun süreler kalabilmektedir. **Ozon;** Özellikle sanayileşmiş ülkelerde ciddi ozon artışı görülmektedir. Bu gaz doğrudan doğruya insan aktivitesiyle atmosfere verilmeyip diğer insan kaynaklı emisyonların kimyasal değişime uğramaları neticesinde oluşur. Diğer sera gazlarının aksine ömrü oldukça kısadır.

Demir ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada İngiltere Meteoroloji Servisi Hadley İklim Tahmin ve Araştırma Merkezi tarafından geliştirilen Bölgesel İklim Modeli, PRECIS'i kullanarak Türkiye geneli için olası gelecek senaryolarının yer aldığı bir rapor yayımlamışlardır. Raporda 2071-2080 yılları arasındaki ortalama sıcaklık ve yağış tahminleri sunulmuştur. Rapora göre; Türkiye genelinde ortalama sıcaklıklar 4-5 °C artış gösterecektir bununla birlikte ortalama yağış miktarında azalma meydana gelecektir. Akdeniz bölgesi için yapılan tahminlerde ise ortalama sıcaklıkların Türkiye genelinde olduğu gibi 4-5 °C kadar artacağı, yağış ortalamalarında ise özellikle kışlık yağış miktarında önemli derecede düşüşler olacağı tahmin edilmiştir. Bu iki etki bir araya geldiğinde Akdeniz bölgesi için ciddi kuraklık yaşanacağı öngörülmektedir.

KURAKLIK STRESİ VE BİTKİLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Kuraklık stresi dünyadaki ekilebilir alanları en fazla etkileyen çevresel streştir. Tarımsal üretim kuraklık stresi nedeniyle oldukça kötü bir şekilde etkilenmektedir. Yapılan çalışmalar kuraklık stresinin %70 oranında ürün kaybına neden olduğunu göstermektedir (Boyer, 1970). Sürdürülebilir üretim tarımsal sistemlerdeki en büyük problemlerden birisidir. Üretim üzerine çevresel streslerin olumsuz etkileri nedeni ile gelecekte büyüyen dünya nüfusunun yiyecek ihtiyacı karşılanamaz hale gelebilir. Birçok çalışma 2025 yılına kadar tarımsal üretimin %50 oranında artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte,

yılda dünyaya gelen insan sayısının da %50 azalması gerekmektedir. Tüm bu etkenler bir araya getirildiğinde sadece tarımsal üretimi arttırmaya değil, ürün kaybını da en aza indirmeye odaklanılmalıdır (Roy, 2014).

GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Küresel ısınma senaryolarına göre yakın gelecekte Akdeniz bölgesi ciddi bir kuraklık stresine girecektir. Kuraklık stresi tarlalardan alınan ürün miktarının düşmesine yol açacak ve bu karmaşık stres yanıtı anlaşılamazsa insan beslenmesi için bile yetebilecek ürün tarlalardan alınamayabilir. Bu durumun yaşanmaması için bir takım tedbirlerin hızlı bir biçimde alınması gerekmektedir. Bunun için; sera gazlarının salınımı azaltılmalı, orman alanları korunmalı ve hatta artırılmalı, çevresel streslere dayanıklı türler geliştirilmeli ve su kullanım etkinliği artırılmalıdır.



KAYNAKÇA

Demir İ, Kılıç G, Coşkun M (2008) Türkiye ve bölgesi için PRECIS bölgesel iklim modeli çalışmaları. In: Proceedings of I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 2007, İTÜ, İstanbul, Turkey, pp. 252-260

Jaiswal, D. K. Mishra, P. Subba, P. Rathi, D. Chakraborty, S. ve Chakraborty, N. (2014). *Membrane-associated proteomics of chickpea identifies Sad1/UNC-84 protein (CaSUN1), a novel component of dehydration signaling* Scientific Reports, 4: 4177-4187.

Roy, A. (2014). *Proteomic Analyses of Alterations in Plant Proteome Under Drought Stress* Molecular Approaches in Plant Abiotic Stress, 1st ed. (Editör: Gaur, R. K. ve Sharma, P), Taylor & Francis Group, Florida, 232-247.

Türkeş, 2013. İklim verileri kullanılarak Türkiye'nin çölleşme haritası dokümanı hazırlanması raporu. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayını, ISBN: 978-6054610-51-8, 57 sayfa: Ankara.

Türkeş, M. (2013) Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi 4(2), 1-32.

Turkes, M. 2008a. Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. İklim Değişikliği ve Çevre, 1: 45-64.

Turkes, M. 2008b. İklim değişikliği ve küresel ısınma olgusu: Bilimsel değerlendirme: E. Karakaya (ed.), Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi, 21-57, Bağlam Yayınları No. 308: İstanbul.

Türkeş, M. 2012. Küresel İklim Değişikliği ve Çölleşme. İçinde: Günümüz Dünya Sorunları – Disiplinlerarası Bir Yaklaşım (Ed. N. Özgen), ISBN 978-605-5472-79-5, s.1-42. Eğiten Kitap: Ankara.

Zheng, M. Meng, Y. Yang, C. Zhou, Z. Wang, Y. ve Chen, B. (2014). *Protein expression changes during cotton fiber elongation in response to drought stress and recovery*. Proteomics, 14: 1776–1795.





MAKALE YAZIM KURALLARI

Yazım Dili ve Sayfa Yapısı:

- Yazım dili Türkçe, İngilizce ve Türk Dünyası kullanılan bütün dillerdir. Yazı karakteri olarak Times New Roman seçilmeli, sayfa yapısında tüm kenar boşlukları 2,5 cm olacak şekilde ayarlanmalıdır.
- MS Word dokümanı olarak ve 1,5 satır aralığında hazırlanmalıdır.

Metin Yapısı

Başlıklar metin içinde Makale Başlığı, Yazar Adı, Özetler, Anahtar Kelimeler, Giriş, konu başlıkları ve alt başlıkları, Sonuç şeklinde sıralanmalıdır.

- Makale başlığı (14 Punto/Koyu) sayfa ortalanarak yazılacaktır.
- Yazar adı, yazara ait kişisel bilgilere yer vermeksizin makalenin başlığı altına sağa yaslı olarak yazılacaktır.
- Yazara ait kişisel bilgiler, yazarın unvanı, bağlı bulunduğu kurum, elektronik posta adresi, ilk sayfada sayfa altı dipnotu (*) olarak verilecektir (Birden fazla yazar varsa birinci yazar için bir, diğerleri için artan miktarda yıldız kullanınız).
- Metin, Times New Roman ve 12 punto; dipnotlar ise aynı fontla fakat 10 punto ile yazılmalıdır (Açıklamalar dışında dipnot kullanılmamalıdır. Metin atıfları, metnin içinde ve APA yazım sistemine uygun olarak, aşağıda belirtildiği gibi yazılmalıdır).
- Makaleler, Giriş, Alt Başlıklar ve Sonuç bölümlerinden oluşmalıdır.
- **Makalelerde sayfa sınırlaması bulunmamakla birlikte, sayfa sayısının makul ölçülerde olması beklenir.**

Kaynakça Yazım Kuralları:

Makale tam metinleri APA sistemine uygun olarak hazırlanmalıdır. Kullanılacak APA sistemi sürümü en genel hatlarıyla:

- * Yazarların soyadlarının alfabetik sıralaması esas alınır.
- * Önce yazarın soyadı yazılır ve virgöl konur. Yazarların soy isimleri Baş harf büyük harflerle kalın puntolarla yazılır.
- * Yazarın isminin baş harfi (büyük harfle) yazılıp, nokta konur.

- * Parantez içinde eserin yayınlandığı tarih yazılır, parantez kapatılır ve nokta konur.
- * Eserin tam ismi yazılır ve nokta konur.
- * Eser kitap ise eserin ismi italikle yazılır. Çalışma makale ise derginin adı italikle yazılır.
- * Eserin yayınlandığı şehir yazılıp iki nokta üst üste konur.
- * Yayınevinin adı yazılır.

Bu açıklamaların ışığında farklı türden akademik eserleri içeren APA (5) sürümüne uygun olarak hazırlanmış ayrıntılı bir örnek kaynakça:

Örnek Kaynakça

1. **Arslan, D. A.** (2018). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntem ve teknikleri*. Çanakkale: Paradigma Akademi Yayınları.
2. **Arslan, D. A. ve Arslan, G.** (2017-a). *Kültür, sanat, edebiyat, sosyolojisi*. Çanakkale: Paradigma Akademi Yayınları.
3. **Arslan, D. A.** (2017-b). Samsun ve Orta Karadeniz bölgesinde göçün sosyolojik tahlili. VII. Uluslararası Canik Sempozyumu: “Geçmişten Günümüze Şehir Göç”, 16-18 Şubat, Samsun, Türkiye, 2017.
4. **Arslan, D.A.** (2012-a). Yerel seçim sonuçları temelinde Mersin’in siyasi yapısı. *International Journal of Human Sciences*, 9-2, 916-968.
5. **Arslan, D. A.** (2012-b). Geçmişten geleceğe Kağızman’ın siyasi yapısı: Yerel seçim sonuçları temelinde Kağızman’ın siyasi yapısının sosyolojik analizi. *Sosyoloji içinde* (587-606). Geçmişten Geleceğe Her Yönüyle Kağızman Sempozyumu Kars.
6. **Arslan, D.A.** (2012-c). Mersin Milletvekilleri’nin sosyolojik profilleri. *International Journal of Human Sciences*, 9-2, 587-622.
7. **Arslan, D. A.** (2011-a). *Who rules Turkey: Turkish power elite*. Berlin: LAP LAMBERT Academic Publishing.

8. **Arslan, D. A.** (2011-b). *Uygulamalı köy sosyolojisi: Kırsal yapı ve kalkınma dinamikleri ile 17 öncesi ve sonrası Ankara Kavaközü*. Mersin: Mersin Üniversitesi Yayınları.
9. **Arslan, D. A.** (2005). Educational bases of Turkish democracy: Educational backgrounds of Turkish elites. *Sosyoloji Araştırmaları Dergisi (Journal of Sociological Research)*, 8-1, 5–30.
10. **Arslan, D. A.** (2004-c). Türk medya elitleri: bir durum tespiti. *Sosyoloji Araştırmaları Dergisi (Journal of Sociological Research)*, 4-2, 135–164.
11. **Bozkurt, Ö.** (1972). *Ayrımsal sosyoloji ve toplumsal yapı*. Ankara: Sevinç Matbaası.
12. **Buğra, A.** (1995). *Türkiye’de devlet ve işadamları*. İstanbul: İletişim Yayınları.
13. **Bulmer, M.** (1994). *Sociological research methods*. London: Macmillan.
14. **Cüceloğlu, D.** (200). *İnsan ve davranışı*. Ankara: Remzi Kitabevi.
15. **Nirun, N.** (1991). *Sosyal dinamik bünye analizi*. Ankara: Atatürk Kültür Merkezi Yayını.
16. **Ozankaya, Ö.** (1971). *Köyde toplumsal yapı ve siyasal kültür*. Ankara: Sevinç Matbaası.



NOTLAR:

.....

.....

.....

