

Bu makale IVSS 2017 – Uluslararası Mesleki Bilimler Sempozyumunda Sunumu yapılan çalışmadan türetilmiştir.

MAKALE HAKKINDA

SICAK HAVANIN TOPRAK ALTINA TRANSFERİ VE OPTİMUM ORTAM KOŞULLARINI SAĞLAYAN AKILLI SERA OTOMASYONU TASARIMI

Geliş:

DESIGN OF SMART GREENHOUSE AUTOMATION WITH THE TRANSFER
OF THE HOT WEATHER INTO THE SOIL AND THE SUPPLY OF OPTIMUM
ENVIRONMENTAL CONDITIONS

OCAK 2018

Kabul:

**Oktay Söyler ^a, Mustafa Çakır ^b, Hakan Kalpakçioğlu ^c,
Selçuk Uğurluay ^d, Ömer Eren ^e, Ebru Çakır ^f**

MART 2018

Öz

Seralar, bitkilerin yetişmesine en uygun ortam şartlarının sağlanması amacı ile çevre koşulları kontrol edilebilen, cam, plastik, fiberglas gibi ışığı geçirebilen materyallerle örtülü yapılardır. Seralarda, mikro iklim şartlarının sağlanabilmesi için otomasyon sistemlerinin kullanılması oldukça önemlidir. Otomasyon sistemleri, yetiştirilmek istenilen ürünlerin gereksinimlerine ve ortam değerlerine bağlı olarak sulama, havalandırma, gübreleme, soğutma ya da ısıtma işlemlerini gerçekleştirirler.

Seralarda üretim maliyetini artıran en önemli etmen sera içerisinde bitki gelişmesi için optimum sıcaklığı sağlamada kullanılan yakıt ile ısıtma sisteminin işletme giderleridir. Klasik seralarda genellikle merkezi ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerde bir kalorifer kazanı ve buna bağlı boru ağları ile önce hava ısıtılmaya çalışılır ve bu arada enerjinin büyük kısmı sera tavanından atmosfere transfer olur. Son yıllarda seraların alttan ısıtılması ile ısıtma verimliliği artırılmaya çalışılmaktadır. Kök ısıtılması bitkilerde önemli oranda ürün artışı sağlamaktadır. Bu amaçla borulu yerden ısıtma ve elektrikli kablolu kök ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Ancak bu sistemlerde de genellikle sera tabanına yerleştirilen borularda değişik yöntemlerle ısıtılmış sıcak su dolaştırılmaktadır.

Bu çalışmada ise yeni bir yaklaşımla sera içerisinde ısınarak yükselen hava emilerek toprak altına yerleştirilen borulara verilmektedir. Böylelikle seradan ısı kaybı azaltılmakta, kök ısıtma ile daha verimli ve ekonomik bir üretim gerçekleştirilmektedir.

Araştırma, İskenderun Teknik Üniversitesi, İskenderun Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada “Arduino Platformu” kullanılarak akıllı sera otomasyonu tasarlanmış ve sera içerisinde daha verimli ve etkin bir otomatik kontrol sistemi ile optimum bitki yetiştirme şartları sağlanmıştır. Yetiştirilecek bitkilerin cinsine göre toprak nemini ölçerek otomatik sulama yapabilen, ortam sıcaklığını bitki türüne göre ayarlayabilen bir sistem geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sera, Sıcak Havanın Toprak Altına Transferi, Akıllı Sera Otomasyonu

a Dr.Öğretim Üyesi, İSTE, İskenderun MYO, İskenderun, oktay.soyler@iste.edu.tr

b,c,d,f İSTE, İskenderun MYO, İskenderun

e MKÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Müh., Antakya

Abstract

Greenhouses are structures that are covered by transparent materials such as glasses, plastics and fibre glasses with the aim of maintaining the best appropriate environmental conditions that are controlled to grow plants. The use of automation systems to maintain microclimate conditions is quite important. The automation systems perform irrigation, ventilation, fertilization, cooling or heating depending on the requirements of the crops desired and the environmental values.

At the greenhouses, the most important factor that increases the production cost is the fuels and running cost of the heating systems. Generally, the classical heating systems are used in greenhouses. In these systems, first the weather is tried to be heated by a boiler and the integrated network of pipes and meanwhile, the greater part of the energy is transferred to the atmosphere from the roof of the greenhouse. In last years the heating efficiency is tried to increase by heating the greenhouses under the ground. Root heating provides significant crop growth in plants. For this purpose, underground piped heating and electric cabled root heating systems are in use. But, in these systems, hot water heated by various methods is circulated to the pipes which are placed in the greenhouse base.

In this study hot weather that rose upwards in the greenhouses is transferred to the pipe network embedded into the soil by absorption of the heat. In this way, the heat loss from the greenhouse is decreased, have efficient and economic production is realized by root heating.

The research is realized in Iskenderun Technical University, Iskenderun Vocational College, Electronic and Automation Department. In the research smart greenhouse automation was designed by using "Arduino Platform" and the optimum plant growing conditions were maintained with a more efficient and effective automatic control system used in the greenhouse. A system which was able to make automatic irrigation by measuring the humidity according to the plants to be grown and arranging the environmental hotness according to the kinds of plants has been developed.

Keywords: Greenhouse, Transfer of Hot Weather to Underground, Smart Greenhouse Automation

GİRİŞ

Sera endüstrisinin ekonomik getirisi, bitkisel üretim ve maliyeti arasındaki dengelere bağlı olduğu için, üretimi istenen düzeyde tutmak ve ürün kalitesini iyileştirmek için sera klimasının ve kaynaklarının rasyonel işletilmesi gerekir. Seraların etkili yönetilebilmesi, işletilebilmesi için otomasyon sistemlerine gereksinim duyulmaktadır.

Akıllı sera; proseslerinde gelişmiş sensör ağını kullanarak gerçek zamanlı ölçüm yapabilen, verileri saklayabilen, çevre birimleriyle dış hava koşullarındaki değişime enerji ekonomisini gözeterek şekilde adapte olabilen, bitkinin kök bölgesindeki isteklerine gübre ve su tasarrufu yapacak şekilde karar verebilen, bitki gelişimini, böcek ve hastalık belirtilerini monitörleyebilen, sera iklimini, bitki besinini toplam yönetim kavramı

çerçevesinde stratejik olarak yöneten seradır (Yılmaz,2013).

Seralarda üretilmesi planlanan bitki türüne göre isteklerin karşılanabilmesi için aşağıda sıralanan donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır:

Sinyal algılama sistemi

- Isıtma sistemi
- Havalandırma sistemi
 - a) Çatı havalandırma
 - b) Fan havalandırma
- Gölgeleme sistemi
- Sulama sistemi
- Gübreleme sistemi
- Sisleme sistemi
- Serinletme sistemi
- Karbondioksit enjeksiyon sistemi
- Sera kontrol sistemi (<http://w3.gazi.edu.tr>,2017)

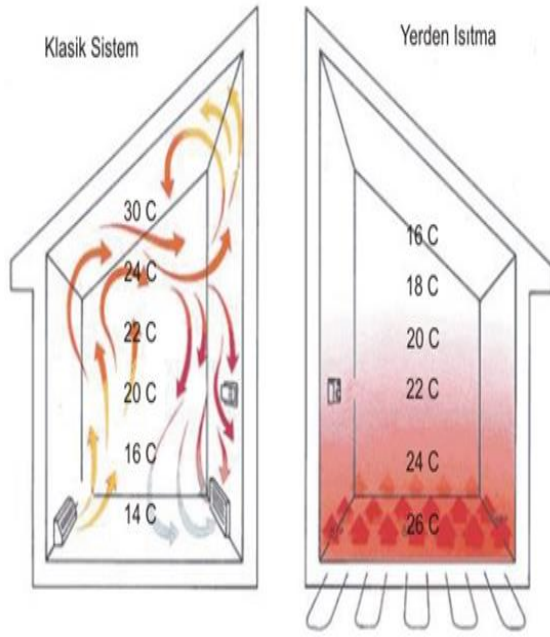
Seralarda üretim maliyetini artıran en önemli etmen sera içerisinde bitki gelişmesi için

a Dr.Öğretim Üyesi, İSTE, Iskenderun MYO, Iskenderun, oktay.soyler@iste.edu.tr

b,c,d,f İSTE, Iskenderun MYO, Iskenderun

e MKÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Müh., Antakya

optimum sıcaklığı sağlamada kullanılan yakıt ile ısıtma sisteminin işletme giderleridir. Klasik seralarda genellikle merkezi ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerde bir kalorifer kazanı ve buna bağlı boru ağı ile önce hava ısıtmaya çalışılır ve bu arada enerjinin büyük kısmı sera tavanından atmosfere transfer olur.

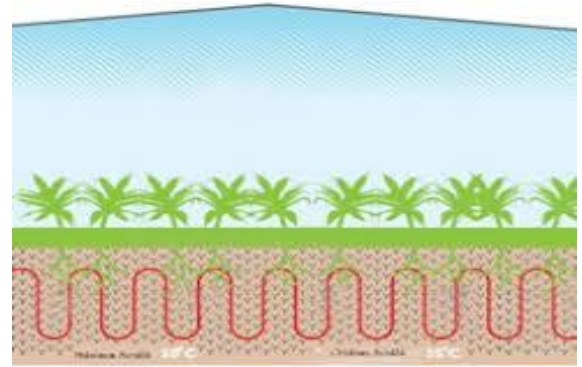


Şekil 1. Seralarda klasik ve alttan ısıtma sisteminde sıcaklık dağılımı (<http://www.konerji.com>, 2017)

Son yıllarda seraların alttan ısıtılması ile ısıtma verimliliği arttırılmaya çalışılmaktadır. Kök ısıtılması bitkilerde önemli oranda ürün artışı sağlamaktadır. Bu amaçla borulu yerden ısıtma ve elektrikli kablolu kök ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Toprağın ısıtılması aynı zamanda seranın içinin ısıtılmasına da katkı sağlamaktadır.

➤ Borulu yerden ısıtma sistemleri

Bu sistemde sera tabanına yerleştirilen borularda değişik yöntemlerle ısıtılmış sıcak su dolaştırılmaktadır.



Şekil 2. Sıcak su kaynaklı borulu sera ve kök ısıtma (<http://www.yerdenisitma.com>, 2017)

Isıtma boruları toprağın 40 cm altına yerleştirilir. Toprak sıcaklığı bir sensör aracılığıyla sürekli kontrol altında tutulur. Sera toprak altı sıcaklığı 5-45 °C arasında ayarlanabilir.

➤ Elektrikli kablolu kök ısıtma sistemleri

Sistemde klasik ısıtma yerine bitki ekim sıralarının 30-40 cm altına izolasyon yapılarak, elektrikli ısıtıcı kablolar yerleştirilip, bitkinin ihtiyacı olan minimum ısı bitkinin altından verilmekte, böylece kömür, odun, fuel-oil gibi klasik ısıtma tekniklerine göre %70'e varan tasarruf

sağlanmaktadır. (<http://www.tekelijans.net>, 2013)

a Dr.Öğretim Üyesi, İSTE, İskenderun MYO, İskenderun, oktay.soyler@iste.edu.tr

b,c,d,f İSTE, İskenderun MYO, İskenderun

e MKÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Müh., Antakya



Şekil 3. Elektrikli kablolu kök ısıtma sistemleri

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada ise yeni bir yaklaşımla sera içerisinde ısınarak yükselen hava emilerek toprak altına yerleştirilen borulara verilmektedir. Böylelikle seradan ısı kaybı azaltılmakta, kök ısıtma ile daha verimli ve ekonomik bir üretim gerçekleştirilmektedir.

Bu amaçla İskenderun Teknik Üniversitesi İskenderun MYO Elektronik Laboratuvarında alttan kök ısıtmalı bir sera otomasyon sistemi prototipi oluşturulmuştur (Şekil 4).



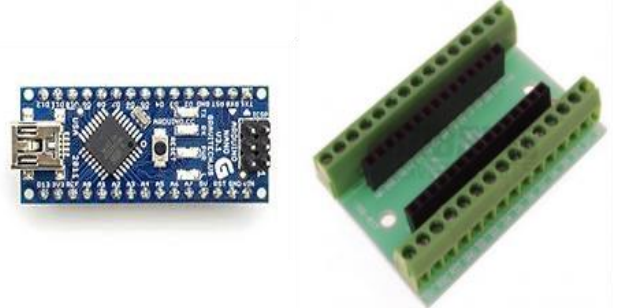
Şekil 4. Alttan kök ısıtmalı bir sera otomasyon sistemi prototipi

Bu prototip ile kök ısıtmanın yanında toprak ısıtımından yararlanılarak seranın ısıtılıp soğutulmasına katkı sağlanması da amaçlanmaktadır.

Projede kullanılan ana malzemeler şunlardır:

➤ **Arduino Nano**

Uygulamamızda kontrol mekanizması olarak Arduino Nano kartı kullanılmıştır. Bu kartın görevi nem ve sıcaklık gibi sensör verileri doğrultusunda gerekli değerlendirmeleri yaparak serayı en uygun ısı, nem, hava oranında tutmaktır. Arduino platformları çeşitli kartlardan oluşmaktadır. Tasarımımızda bu platformlar içerisinde Arduino nano kartı tercih edilmiştir. Bu kartı kullanmamızın sebebi tasarımda daha az yer kaplaması ve terminal adaptörü ile birlikte sağlam bağlantı kurmaya uygun olmasıdır. Arduino nano kartı ve terminali şekil 5'te yer almaktadır.



Şekil 5. Arduino nano ve terminali
(www.arduino.cc)

➤ **Dht22 Sıcaklık-Nem Sensörü**

DHT-22 sensörü -40 +80 °C arası $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ hassasiyet ile sıcaklık ve %0-%100 arası $\pm 2\%$ hassasiyet ile nem değerini ölçebilme yeteneğine sahiptir. Sensöre ait bazı teknik özellikler aşağıdaki gibidir.

- Düşük maliyet
- Dijital sinyal çıkışı
- Besleme gerilimi: 3.3V-6V
- Nem ölçüm ve doğruluk değeri: %0-%100 $\pm 2\%$

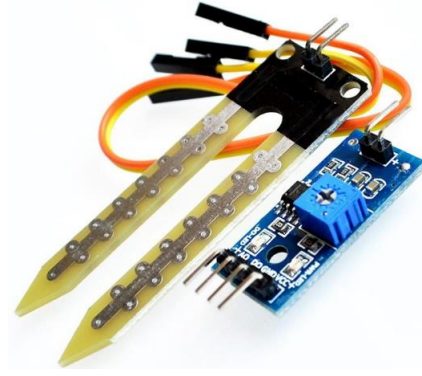
- Sıcaklık ölçüm ve doğruluk değeri: -40 +80°C ±0.5°C
 - Sensörden veri okuma frekansı: 0.5 Hz (Yani 2 saniyede bir)
 - Ölçüleri: 15.5mm x 25mm x 7.7mm
 - 4 pinli ve her bir pin arası 0.1" boşluklu
- Uygulamada DHT-22 sensörünün data pini Arduino platformunun herhangi bir dijital pinine doğrudan bağlanamaz. 10kΩ değerindeki pull-up direnci ile kullanılır. DHT-22 sensörünün görüntüsü şekil 6'da yer almaktadır.



Şekil 6. DHT22 nem ve sıcaklık ölçen sensör
(www.robocombo.com)

➤ Toprak Nem sensörü

Çatal biçimindeki ayakları toprağa gömülme suretiyle toprağın içerisindeki nem miktarını ölçmek için kullanılabilecek bir sensördür. Serada yer alan toprağın suya ihtiyacını tespit etmede kullanılmaktadır. Sensör tarafından elde edilen ölçüm değeri değerlendirilmek üzere Arduino nano kartına gönderilmektedir. Tasarımda kullanılan toprak nem sensörünün görüntüsü şekil 7'de yer almaktadır.



Şekil 7. Toprak nemi algılayan sensör
(www.robocombo.com)

➤ 4 kanal 5V Röle Kartı

4 kanal röle kartı kontrol sisteminde yer alan ısıtıcı, fan ve sulama selenoidi gibi çıkış elemanlarının kontrolünü sağlamak için kullanılmaktadır. Arduino nano kartının dijital çıkış gerilimlerinin +5Volt olmasından dolayı 5 Volt'luk röle kartı tercih edilmektedir. Robotik ve endüstriyel projelerde doğru akım (DC) ve alternatif akım(AC) kontrolü için sıklıkla tercih edilmektedir. Her bir kanal 20 mA gibi küçük bir akım ile 10 ampere kadar akımları kontrol edebilme özelliğine sahiptir. Röle kartına ait görsel şekil 8'de yer almaktadır.



Şekil 8. 4 kanal 5V röle kartı
(www.robocombo.com)

➤ 2x16 Lcd Ekran

2 satır ve 16 sütuna sahip LCD, tasarımda sensör verilerinin görüntülenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Boyutları 80x36x9,4 mm olup -20 ile +70°C aralığında çalışabilme özelliğine

sahiptir. Arka plan aydınlatma özelliği sayesinde karanlıkta bile veriler okunabilmektedir. Ayrıca çalışma geriliminin +5 V olması da Arduino nano kartı ile uyumluluğu sağlamaktadır. Tasarımda kullanılan LCD'ye ait görüntü şekil 9'da yer almaktadır.



Şekil 9. 16 sütun 2 satır LCD ekran
(www.robotistan.com)

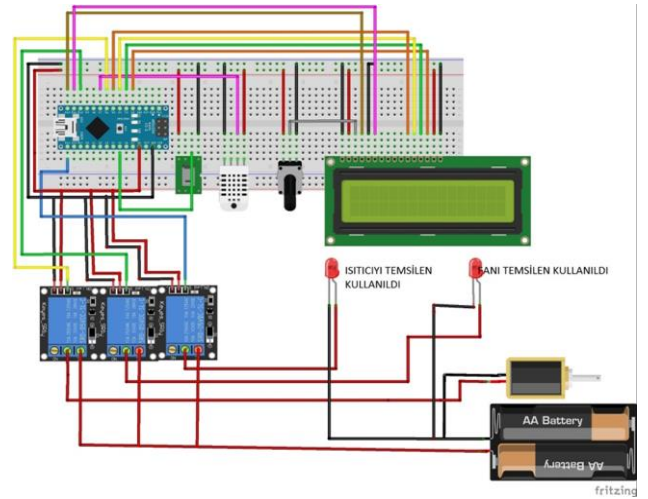
➤ Selenoid valf

Sıvı akış kontrolü sağlamak amacıyla kullanılan selenoid valf, çeşitli genişliklerde bulunabilmektedir. 12 V uygulanması durumunda belirli bir basınca sahip olan sıvın akışına izin verecek biçimde tasarlanmışlardır. Toprak nem sensörünün tespit ettiği nemin toprak için yetersiz olması durumunda, Arduino nano kartı tarafından röle kartı üzerinden sürülmek suretiyle devreye alınır ve seranın toprak sulaması gerekli nem miktarına ulaşıncaya dek devam eder. Böylece serada toprağın ihtiyaç duyduğu nem seviyesi kontrol altına alınabilmektedir. Selenoid valf'e ait görüntü şekil 10'da yer almaktadır.



Şekil 10. Selenoid Valf

Tasarlanan sisteme ait basitleştirilmiş devre şeması Şekil 11'de yer almaktadır. Isıtıcı ve fan temsilen birer adet led ile sembolize edilmektedir.



Şekil 11. Tasarlanan sisteme ait basitleştirilmiş devre şeması

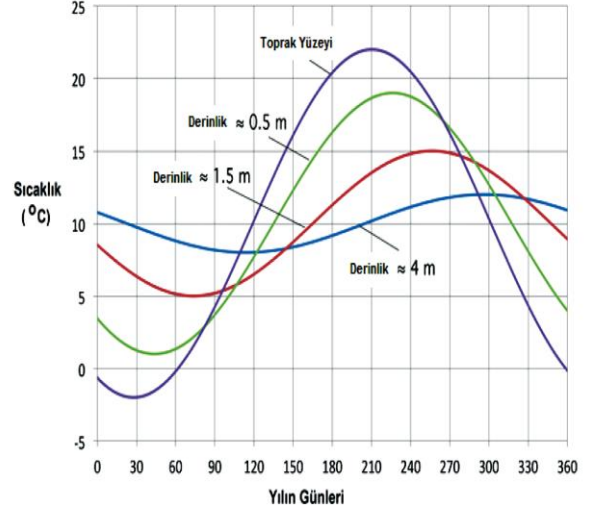
BULGULAR

Sistem, bir aspirator ve yerin 2 ya da 3 metre derinliğinde dolaşan borulardan meydana gelmektedir(Şekil 12).



Şekil 12. Sera altına döşenen borular (Bulut vd., 2016)

Toprak dış ortama göre sıcaklığı sabit olan bir ortamdır. Dışarı 43 derece iken bile toprakta gün boyunca 2 ya da 3 metre derinlikte sıcaklık 15-16 derecede sabit kalmaktadır. (<http://urfadasin.com>, 2017) Toprağın yüksek ısı kapasitesi ve ortam havasına göre sıcaklık dalgalanmalarının düşük olmasından dolayı toprak altı ısı rahatlıkla kullanılabilir. Kışın toprak yüzeyinden derine inildikçe toprak sıcaklığı artmakta, yazın ise azalmaktadır. Şekil 13'te yıl boyunca toprak altı sıcaklığının değişimi görülmektedir.



Şekil 13. Yıl boyunca toprak altı sıcaklığının değişimi (Bulut vd., 2016)

Görüldüğü gibi derinlik arttıkça yıl boyunca sıcaklık değişimi azalmaktadır. Yeterli bir derinlikte, toprak sıcaklığı dış ortam sıcaklığına göre yazın daha düşük ve kışın ise daha yüksektir. Bu sıcaklık farkı kullanılarak, hava, toprağa gömülmüş kanal veya borulardan geçirilerek, yazın soğutulur, kışın ise ısıtılır (Bulut vd., 2016).

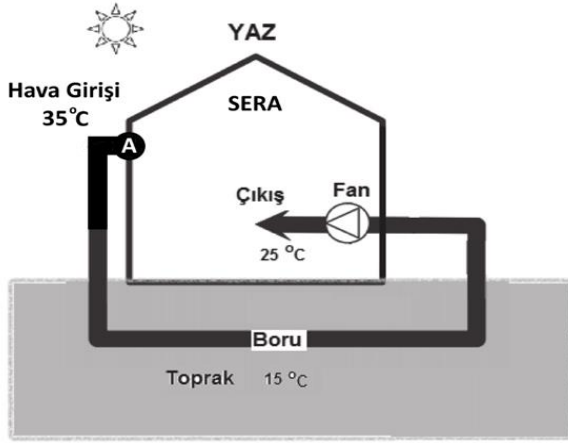
Yazın sera tavanındaki sıcaklık toprak sıcaklığına göre daha yüksektir. Sıcak havayı bu bölgeden bir aspiratör ile alıp toprağa gönderdiğimizde toprağın altındaki sabit soğuk hava ile etkileşime giren sıcak hava ısısının büyük bir bölümünü burada bırakarak, soğuk hava olarak geri dönmektedir. Bu bölgede bırakılan ısı bitki köklerinin gelişimine olumlu bir katkı sağlamaktadır.

Örneğin yazın 35 derecelik sıcak hava ısı transferi ile toprağa ısı vererek 25 dereceye kadar soğumaktadır. Elde edilen soğuk hava da tekrar sera içerisine verilerek seranın serinletilmesine yardımcı olmaktadır (Şekil 14).

a Dr.Öğretim Üyesi, İSTE, İskenderun MYO, İskenderun, oktay.soyler@iste.edu.tr

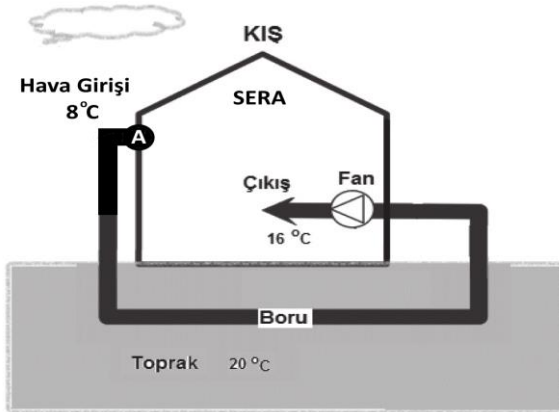
b,c,d,f İSTE, İskenderun MYO, İskenderun

e MKÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Müh., Antakya



Şekil 14. Yaz mevsiminde sistemin çalışma şekli

Bu sistem kışın sera ısınmasında da çok rahat kullanılabilir ve serada ürünlerin donması engellenebilir. Çünkü hava sıcaklığı sıfır dereceye kadar bile toprağın altına gönderdiğimiz soğuk havayı 10-12 dereceye kadar ısıtıp serayı dondan kurtarabiliriz veya 10-12 derece hava sıcaklığı varsa bunu kışın 20 dereceye çıkartabiliriz (Şekil 15). Bu sistem sayesinde enerji verimliliği de arttırılabilmektedir.



Şekil 15. Kış mevsiminde sistemin çalışma şekli

Yüksek ısıl iletkenliğe, yüksek yoğunluğa ve yüksek ısı kapasitesine sahip topraklar bu sistem için daha uygundur. Boru, pratik uygulama durumuna göre seçilmelidir. Örneğin suya doymuş topraklarda beton boru kullanılmamalı ve su izolasyonu yapılmalıdır.

Bununla birlikte boru malzemesinin enerji depolaması üzerine etkisi çok önemli değildir. Boru malzemesi olarak metal veya PVC kullanılmaktadır. Boru uzunluğu da kapasiteyi belirler. En uygun boru uzunluğu iklim koşullarına ve istenen kapasiteye göre belirlenir. (Bulut vd., 2016)

(Tan ve Love, 2013), çok büyük çaplı (900mm'den büyük) boruların sistem performansı üzerine etkisinin düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Gömme derinliği arttıkça toprak ve hava arasındaki sıcaklık farkı artacak ve dolayısıyla enerji alışverişi de artacaktır. Toprak derinliği arttıkça sistem kapasitesi de artmaktadır. Boruların derinliği bütün sistemin verimini etkilemektedir. Boruların 2m derinlikte gömülmesinin yıl boyu sıcaklık ve kazma maliyeti açısından en uygunu olduğu söylenebilir (Badescu, V., 2007).

SONUÇ

Bu çalışmada tasarlanan sistem ile serada yetiştirilen bitki türüne bağlı olarak otomasyon sistemi ile sera içindeki ısı dağılımı homojenize edilmekte, toprak altındaki bitki kökleri ısıtılmakla kalmayıp, bitkinin ihtiyacı olan su da damlama tekniği ile otomatik olarak bitkiye verilmektedir.

Kullanılan otomasyon sistemi, serada öncelikli olarak insan karar faktörünü devre dışı bırakarak, sera zemin ısı, oransal nem, ortam sıcaklığı gibi değerleri sensörler ile izleyerek en uygun ısı, nem, hava oranında tutarak serada %40-50'lere varan verim artışı, erkencilik, daha az ilaçlı ve hormonlu ihracata yönelik kalitede ürün almayı olanaklı kılmaktadır.

a Dr.Öğretim Üyesi, İSTE, İskenderun MYO, İskenderun, oktay.soyler@iste.edu.tr

b,c,d,f İSTE, İskenderun MYO, İskenderun

e MKÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Müh., Antakya

KAYNAKLAR

Badescu, V., (2007), 'Simple and Accurate Model for the Ground Heat Exchanger of a Passive House', Renewable Energy, 32, SF: 845-855.

Bulut H., Karadağ R., Demirtaş Y., Hilali İ., (2016), 'Şanlıurfa Kış Şartlarında Bir Toprak-Hava Isı Değiştiricisinin Performans Analizi, Tesisat Mühendisliği', S:152.

Tan, L., Love, J. A., (2013), 'A Literature Review on Heating of Ventilation Air with Large Diameter Earth Tubes in Cold Climates', Energies 6, SF:3734-3743.

Yılmaz, C., (2013), 'Seralar için fonksiyonlu akıllı kontrol sistemleri', VI. Kontrol Otomasyon ve Yapı Elektronik Sistemleri Sempozyumu, İzmir.

<http://www.arduino.cc>, E.Tar:17.10.2017

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf> , E.Tar:17.10.2017

<https://www.robocombo.com/Toprak-Nemil-Algilayici-Modul>, E.Tar:17.10.2017

<https://www.robocombo.com/5V-4lu-Role-Karti,PR-1050.html> E.Tar:17.10.2017

http://www.konerji.com/yerden_isitmanin_avantajlari_dezavantajlari.asp , E.Tar:17.10.2017

http://www.yerdenisitma.com/sera_isitma_kok_isitma_toprak_isitma.htm , E.Tar:17.10.2017

<https://www.robocombo.com/DHT22-Isi-ve-Nem-Sensoru,PR-235.html> E.Tar:17.10.2017

<https://www.robotistan.com/16x2-lcd-ekran-yesil-uzerine-siyah> E.Tar:17.10.2017

http://www.tekeliajans.net/haber_detay.asp?haberID=1208, E.Tar:17.10.2017

<http://w3.gazi.edu.tr/~asenses/Uygulamalar4.htm>, E.Tar:17.10.2017

<http://urfadasin.com/gundem/sicak-havayi-topraktan-gecirip-soguk-hava-uretiyor/7281>, E.Tar:17.10.2017

a Dr.Öğretim Üyesi, İSTE, İskenderun MYO, İskenderun, oktay.soyler@iste.edu.tr

b,c,d,f İSTE, İskenderun MYO, İskenderun

e MKÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Müh., Antakya