# YATAY KATMANLI TOPRAKLARDA KATMAN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN TOPRAK SICAKLIĞINA ETKİSİ

**Arif ÖZBEK**
**Tuncay YILMAZ**
**Alper YILMAZ**
**Orhan BÜYÜKALACA**

**ÖZET**

Toprak kaynaklı ısı pompası sistemlerinin uygulamaları son zamanlarda ülkemizde de belirgin bir biçimde artmıştır. Bu uygulamalar için toprağın çeşitli derinliklerindeki sıcaklıklarının bilinmesi çok önemlidir. Toprak yüzeyi ve yüzey altı sıcaklıkları binaların toprakla temas eden kısımlarından ısı kaybı hesaplarında da kullanılmaktadır. Ayrıca toprak yüzey örtüsünün değişimiyle de toprak sıcaklıkları kontrol edilebilmektedir. Zirai uygulamalarda da malçlama olarak adlandırılan toprak yüzey örtüsü değişimi ile toprağın sıcaklık vb. özelliklerinin değiştirilerek bitkilerin daha iyi gelişme göstermesi; kaliteli, erkenci ve bol ürün alınması sağlanabilmektedir. Bu çalışmada Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden İzmir il merkezi için alınan güneş ışınımı, hava sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgar hızı rasat bilgilerinin 23 yıllık günlük ortalama değerleri kullanılarak homojen yapılı yatay katmanlı topraklarda farklı katman fiziksel özelliklerinin ve buharlaşma katsayısının toprak sıcaklıklarına etkisi nümerik olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak Kaynaklı Isı Pompası, Yatay Katmanlı Toprak, Toprak Buharlaşma Katsayısı.

**ABSTRACT**

Using of ground source heat pump systems has been increased noticeably in Turkey. Temperatures in certain depths are very important for such systems. Soil surface and soil temperatures are used to heat transfer calculations form buildings which are contact with the soil. In addition, soil temperatures can be controlled with changing of soil surface cover. In agricultural applications, changing of soil surface cover is defined as mulching. Quality, early and get plenty of products can be provided with mulching. In this study, 23 years daily mean values of ambient temperature, relative humidity, solar radiation and wind velocity measured by The State Meteorological Affairs General Directorate for İzmir were used. The influence of layer physical properties and evaporation fraction on the ground temperature distribution in horizontal multi-layer soils was calculated numerically.

**Key Words:** Ground Source Heat Pump, Horizontal Multi-Layer Soil, Soil Evaporation Fraction.

## 1. GİRİŞ

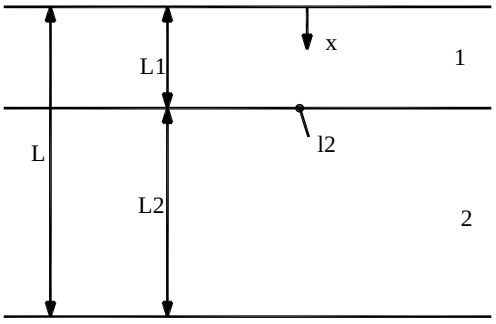
Toprak kaynaklı ısı pompası sistemlerinin uygulamalarında ve bazı zirai uygulamalarda toprak sıcaklıklarının ve toprak yüzey sıcaklıklarının bilinmesi gerekmektedir. Bu sebeple birçok araştırmacı analitik, nümerik ve deneysel metodlar kullanarak toprak sıcaklıklarının belirlenmesi çalışmaları yapmışlardır. Mihalakakou ve ark. [1, 2] ve Salah El Din [3] toprak sıcaklıklarının belirlenmesi ile ilgili analitik çalışmalar yaparken, nümerik model geliştiren araştırmacı sayısı da oldukça fazladır [4, 5, 6]. Bu çalışmada, toprak yüzey sıcaklıkları (TYS) ve farklı derinliklerdeki toprak sıcaklıklarının (TS) değişimlerini

gösteren nümerik bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen nümerik model ile farklı fiziksel özelliklerdeki alt-üst katmanlar kullanılarak TYS ve TS'ler hesaplanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların ise toprak kaynaklı ısı pompaları uygulamaları için yararlı olması beklenmektedir.

## 2. MATEMATİK MODEL

Tek katmanlı toprak için yapılan matematik model ve analitik metot [7]'de; geliştirilen nümerik model ise [8]'de açıklanmıştır. Daha ayrıntılı bilgi için [9] ve [10]'a da göz atılabilir.

İki katmanlı toprakta ise Şekil 1'den de görüldüğü üzere toprağın iki farklı yatay katmandan oluştuğu varsayılmıştır.




**Şekil 1.** İki Yatay Katmanlı Toprak.

İki ayrı yatay katmandan oluşan homojen yapılı topraklarda ısı transferinde 1. ve 2. katman için aşağıda verilen tek boyutlu zamana bağlı diferansiyel denklem geçerlidir.

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \tag{1}$$

Eşt.(1)'deki a alt ve üst katmanların ısıl yayınım katsayılarıdır.

x=L1 ve x=L'deki sınır şartları aşağıdaki gibi verilebilir.

$$x=L1 \quad : \qquad k_1\left(\frac{dT}{dx}\right)_1 = k_2\left(\frac{dT}{dx}\right)_2 \tag{2}$$

$$x=L \quad : \qquad \frac{dT}{dx} = 0 \tag{3}$$

Eşt.(3)'ün geçerli olabilmesi için L'nin çok büyük bir değer olması gerekmektedir. Eşt.(2)'deki $k_1$ ve $k_2$ ise sırasıyla alt ve üst katmanların ısı iletim katsayılarıdır.

Tablo 1'de genel olarak Türkiye'de en çok karşılaşılan toprak tipleri belirtilmiştir.

**Tablo 1.** Bazı Toprak Tiplerinin Isıl Özellikleri.

| Toprak Tipi | a ($mm^2/s$) | k ($W/m^oC$) |
|---|---|---|
| Çakıllı Toprak | 0.139 | 0.52 |
| Nemli-Hafif Toprak | 0.555 | 0.87 |
| Nemli-Ağır Toprak | 0.648 | 1.3 |
| Kuru-Ağır Toprak | 0.521 | 0.95 |

## 3. NÜMERİK HESAPLAR

Çift katmanlı toprak için geliştirilen nümerik modelde de tek katmanlı modelde olduğu gibi sonlu farklar metodu uygulanmıştır. Yapılan nümerik hesaplamalar ile İzmir merkezi için DMİ'den alınan hava sıcaklığı, güneş ışınımı, bağıl nem ve rüzgar hızı rasat bilgilerinin 23 yıllık günlük ortalama değerleri kullanılarak TYS ve TS'ler bulunmuştur.

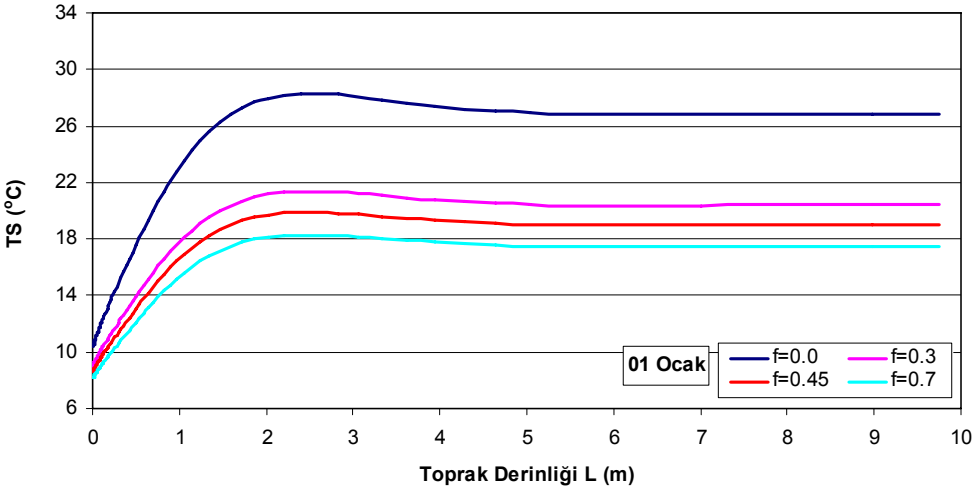
Geliştirilen nümerik modelden elde edilen sonuçların doğruluğunu kontrol edebilmek için analitik hesaplarda yapılan tüm varsayımlar yapılarak geliştirilen nümerik yöntem uygulanmıştır. Yapılan basitleştirmeler ile nümerik hesaplarda da analitik hesaplamalardaki parametreler kullanılmış ve birbirlerine çok yakın sonuçlar elde edilmiş ve böylece nümerik yöntemin doğruluğu gösterilmiştir [9,10].

## 4. SONUÇLAR

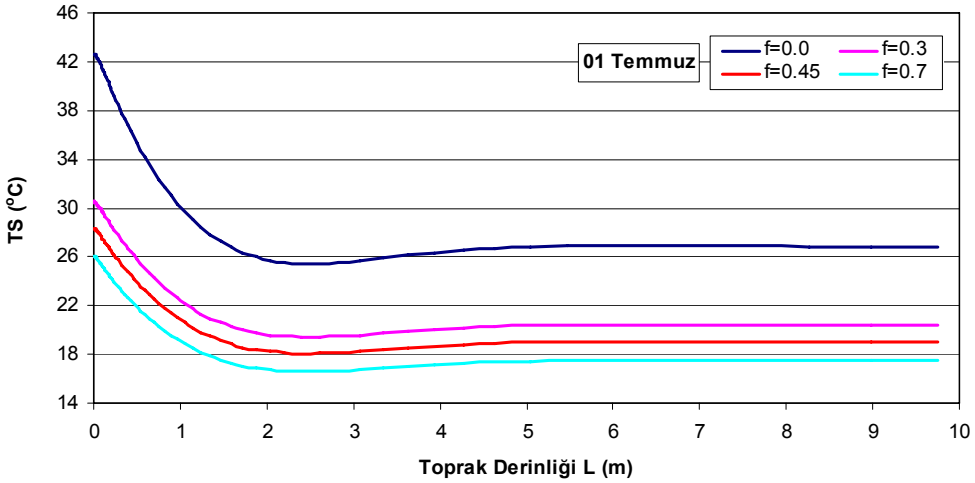
Bu çalışmada farklı alt katman fiziksel özelliklerinin toprak sıcaklığına etkisi incelenmiştir. Hesaplamalar sırasında toprak nemliliğini gösteren buharlaşma katsayısı f değiştirilmiş; bunun yanında toprak yüzeyi yutma katsayısı $a_s$=0.9 olarak sabit alınmıştır. 5 mm kalınlığında kabul edilen üst katmanın ısı iletim katsayısı k ve ısıl yayınım katsayısı a sırasıyla 0.87 W/mK ve 0.555 $mm^2/s$ olarak kabul edilmiş; alt katmanın kalınlığı da 10 m olarak alınmıştır.

Eğer toprak yüzeyi suni olarak muşamba gibi ince su geçirmez bir katman ile kaplanırsa, toprak yüzeyinden atmosfere su buharlaşmasından dolayı ısı transferi olmayacak ve f'nin değeri 0.0 olacaktır. f'nin 0.0 olması demek, toprak yüzeyinden atmosfere su buharlaşmasıyla ısı transferinin olmaması demektir. Bu da alt katman toprak fiziksel özellikleri ne olursa olsun toprak sıcaklıklarının artması anlamına gelmektedir.

Şekil 1 ve 2'de çakıllı toprak için 01 Ocak ve 01 Temmuzda toprak sıcaklıkları gösterilmiştir.

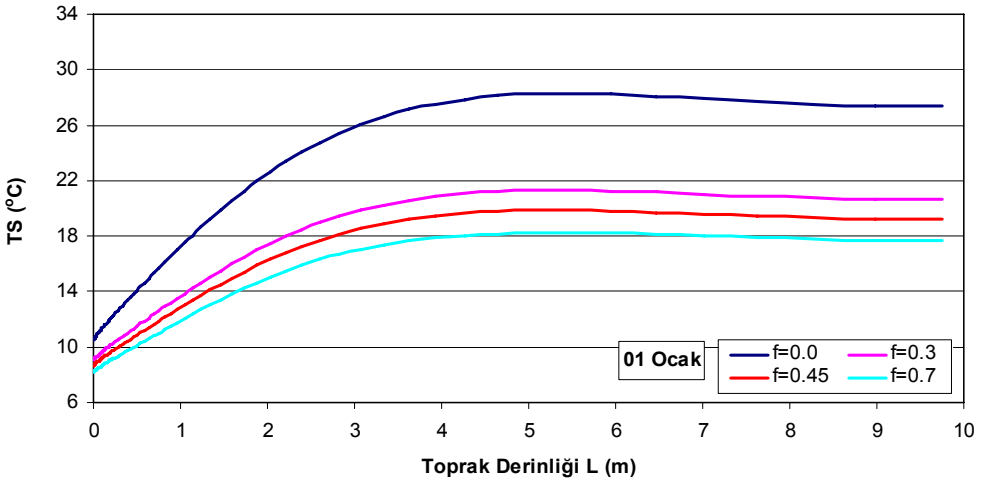



**Şekil 1.** 01 Ocakta Çakıllı Toprakta Farklı Buharlaşma Katsayıları İçin Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.



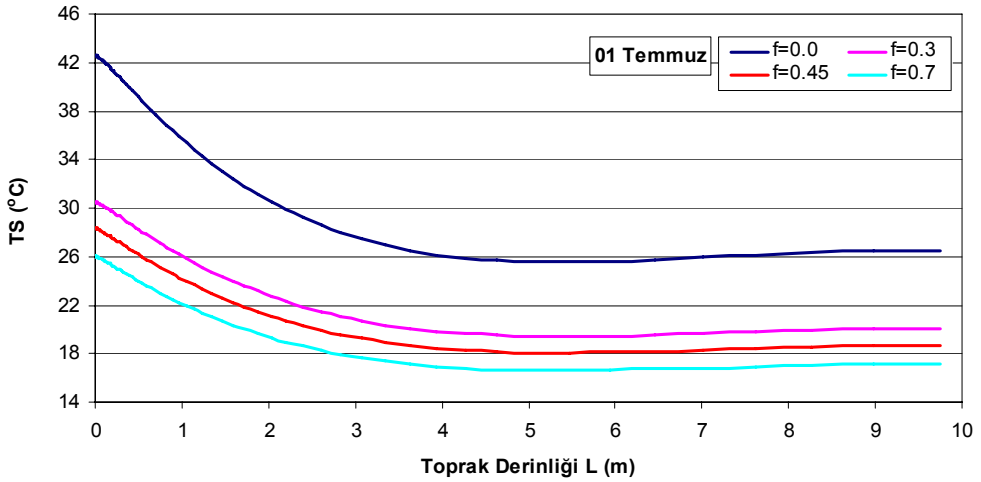

**Şekil 2.** 01 Temmuzda Çakıllı Toprakta Farklı Buharlaşma Katsayıları İçin Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.

Şekil 3 ve 4'te nemli-ağır toprak için 01 Ocak ve 01 Temmuzda toprak sıcaklıkları gösterilmiştir.

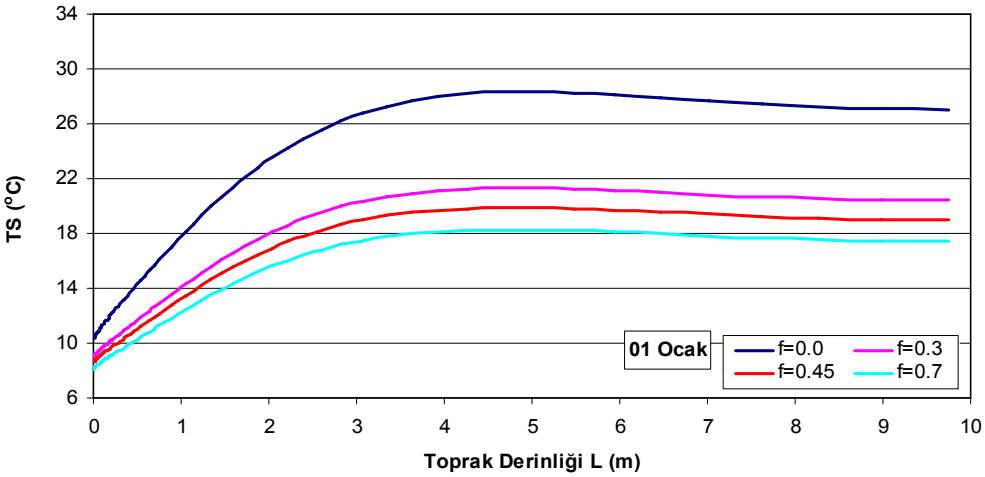



**Şekil 3.** 01 Ocakta Nemli-Ağır Toprakta Farklı Buharlaşma Katsayıları İçin Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.

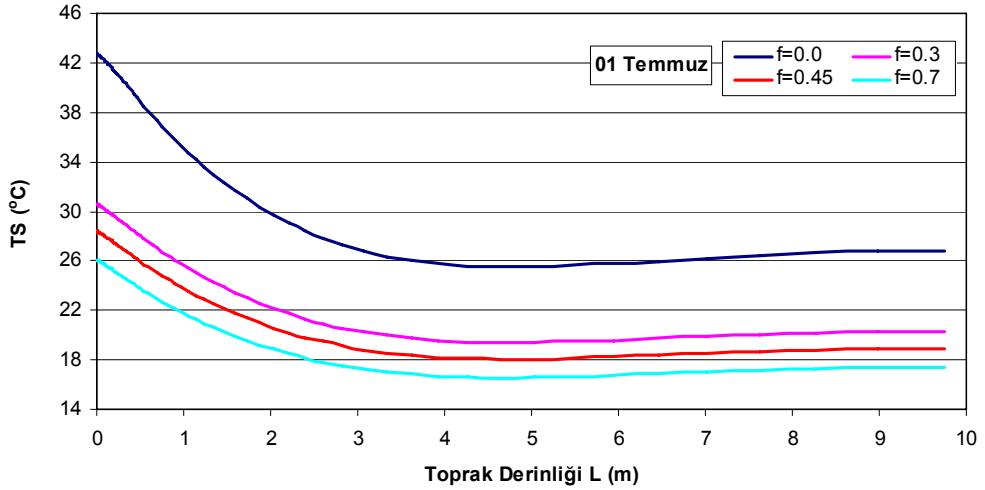
Şekil 5 ve 6'da ise kuru-ağır toprak için 01 Ocak ve 01 Temmuzda toprak sıcaklıkları gösterilmiştir.




**Şekil 4.** 01 Temmuzda Nemli-Ağır Toprakta Farklı Buharlaşma Katsayıları İçin Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.

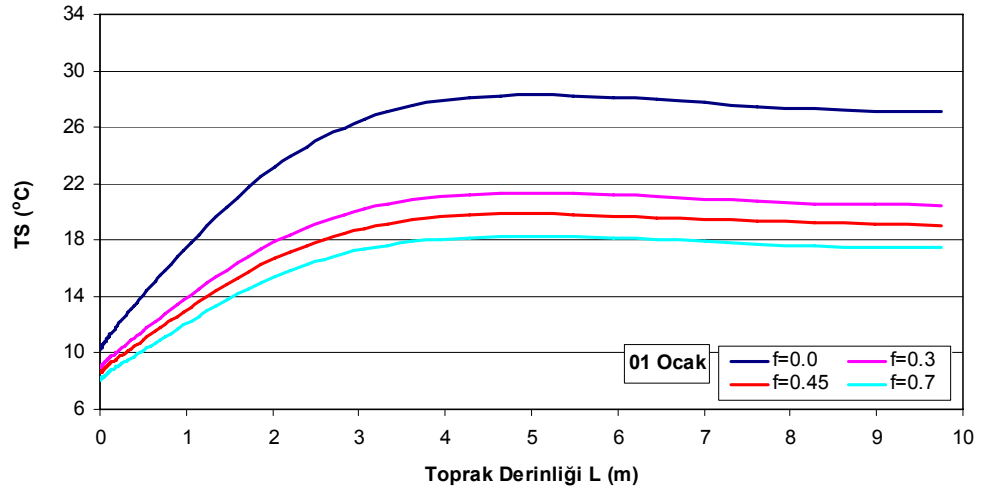



**Şekil 5.** 01 Ocakta Kuru-Ağır Toprakta Farklı Buharlaşma Katsayıları İçin Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.

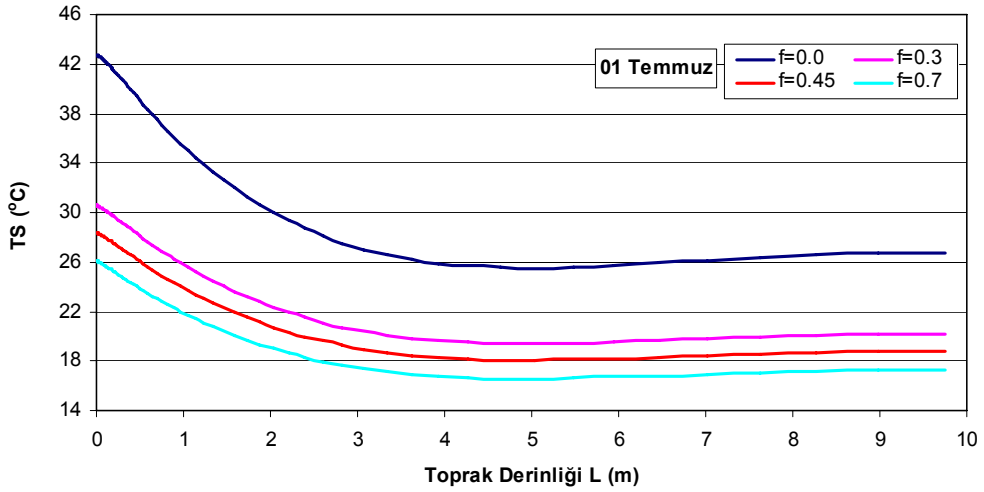



**Şekil 6.** 01 Temmuzda Kuru-Ağır Toprakta Farklı Buharlaşma Katsayıları İçin Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.

Şekil 7 ve 8'de nemli-hafif toprak için 01 Ocak ve 01 Temmuzda toprak sıcaklıkları gösterilmiştir.




**Şekil 7.** 01 Ocakta Nemli-Hafif Toprakta Farklı Buharlaşma Katsayıları İçin Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.




**Şekil 8.** 01 Temmuzda Nemli-Hafif Toprakta Farklı Buharlaşma Katsayıları İçin Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.

Bu grafiklerden bütün toprak türleri için f=0.0 - 0.3 arasında 01 Ocak için maksimum 7 $^{o}$C, 01 Temmuz için 6$^{o}$C, f=0.3 - 0.45 arasında 01 Ocak için maksimum 1.4 $^{o}$C, 01 Temmuz için 1.3$^{o}$C, f=0.45 - 0.7 arasında ise 01 Ocak için maksimum 1.6 $^{o}$C, 01 Temmuz içinse 1.5 $^{o}$C farklar bulunmaktadır.

Şekil 1-8 arasında 01 Ocak ve 01 Temmuz için elde edilen toprak sıcaklıklarının derinlikle değişimlerini gösteren grafiklerden elde edilen maksimum ($T_{maks}$), minimum ($T_{min}$), dip ($T_{dip}$), ve yüzey (TYS) sıcaklıkları ve bu sıcaklıkların oluştuğu derinlikler Tablo 2-5'te verilmiştir.

Tablo 2-5'te 01 Ocak ve 01 Temmuz için bulunan nümerik değerler incelendiğinde $T_{maks}$, $T_{min}$, $T_{dip}$ ve TYS sıcaklıklarının çeşitli alt katman türlerinde birbirlerine hemen hemen eşit oldukları fakat $T_{maks}$ ve $T_{min}$ sıcaklıklarının oluştuğu derinliklerin farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Buradan da toprak fiziksel özelliklerinin değiştirilmesi $T_{maks}$, $T_{min}$, $T_{dip}$ ve TYS sıcaklıklarını etkilemezken $T_{maks}$ ve $T_{min}$ sıcaklıklarının oluştuğu derinlikleri etkilemektedir. Bu değişim Şekil 9 ve 10'da verilmektedir.

**Tablo 2.** 01 Ocak ve 01 Temmuz İçin Çakıllı Toprakta Maksimum, Minimum, Dip ve Yüzey Sıcaklıkları.

| | **Çakıllı Toprak** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **01 Ocak** | | | | **01 Temmuz** | | | |
| | **f=0.0** | **f=0.3** | **f=0.45** | **f=0.7** | **f=0.0** | **f=0.3** | **f=0.45** | **f=0.7** |
| Maks. veya min. sıcaklık, $T_{maks}$, $T_{min}$, ($^{o}$C) | maks 28.3 | maks 21.36 | maks 19.9 | maks 18.29 | min 25.48 | min 19.41 | min 18.07 | min 16.58 |
| Maks. veya min. sıcaklığın oluştuğu derinlik (m) | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 |
| 10 metredeki sıcaklık, $T_{dip}$ ($^{o}$C) | 26.84 | 20.42 | 19.02 | 17.48 | 26.84 | 20.41 | 19.01 | 17.47 |
| Yüzey sıcaklığı TYS, ($^{o}$C) | 10.42 | 9.03 | 8.64 | 8.17 | 42.67 | 30.55 | 28.36 | 26.07 |

**Tablo 3.** 01 Ocak ve 01 Temmuz İçin Nemli-Ağır Toprakta Maksimum, Minimum, Dip ve Yüzey Sıcaklıkları.

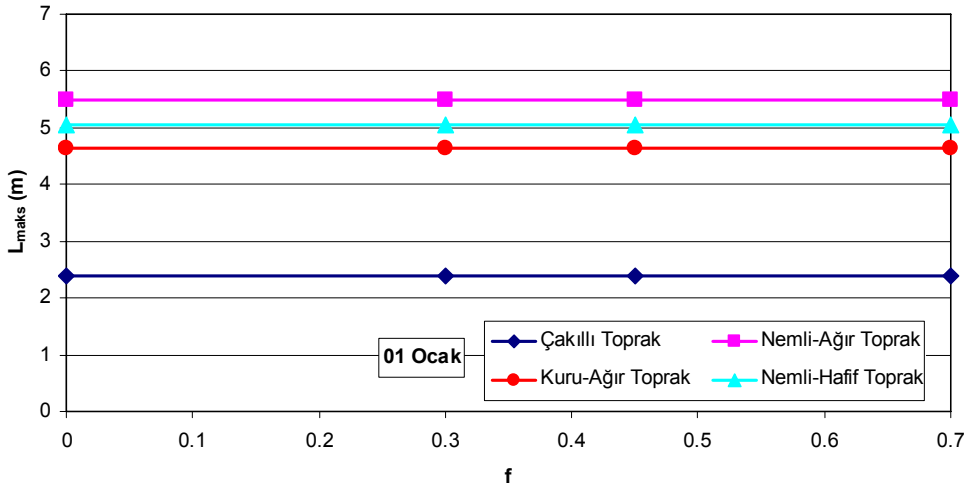
| | Nemli-Ağır Toprak | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 Ocak | | | | 01 Temmuz | | | |
| | f=0.0 | f=0.3 | F=0.45 | f=0.7 | f=0.0 | f=0.3 | f=0.45 | f=0.7 |
| Maks. veya min. sıcaklık, $T_{maks}$, $T_{min}$, ($^oC$) | maks 28.28 | maks 21.31 | maks 19.85 | maks 18.24 | min 25.55 | min 19.43 | min 18.09 | min 16.6 |
| Maks. veya min. sıcaklığın oluştuğu derinlik (m) | 5.48 | 5.48 | 5.48 | 5.48 | 5.48 | 5.48 | 5.48 | 5.48 |
| 10 metredeki sıcaklık, $T_{dip}$ ($^oC$) | 27.35 | 20.64 | 19.22 | 17.65 | 26.49 | 20.06 | 18.69 | 17.17 |
| Yüzey sıcaklığı TYS, ($^oC$) | 10.54 | 9.09 | 8.69 | 8.21 | 42.59 | 30.53 | 28.35 | 26.06 |

**Tablo 4.** 01 Ocak ve 01 Temmuz İçin Kuru-Ağır Toprakta Maksimum, Minimum, Dip ve Yüzey Sıcaklıkları.

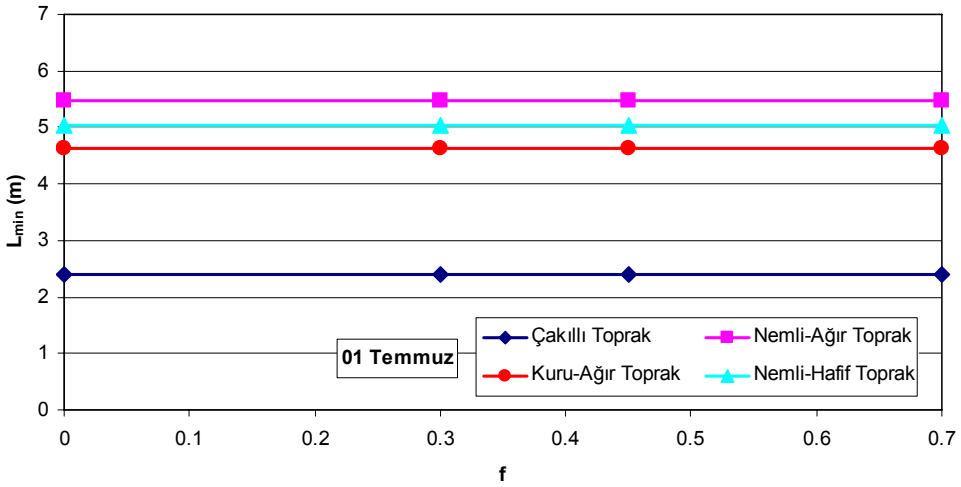
| | Kuru-Ağır Toprak | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 Ocak | | | | 01 Temmuz | | | |
| | f=0.0 | f=0.3 | f=0.45 | f=0.7 | f=0.0 | f=0.3 | f=0.45 | f=0.7 |
| Maks. veya min. sıcaklık, $T_{maks}$, $T_{min}$, ($^oC$) | maks 28.29 | maks 21.32 | maks 19.86 | maks 18.26 | min 25.51 | min 19.4 | min 18.06 | min 16.57 |
| Maks. veya min. sıcaklığın oluştuğu derinlik (m) | 4.64 | 4.64 | 4.64 | 4.64 | 4.64 | 4.64 | 4.64 | 4.64 |
| 10 metredeki sıcaklık, $T_{dip}$ ($^oC$) | 27 | 20.41 | 19 | 17.45 | 26.81 | 20.28 | 18.89 | 17.36 |
| Yüzey sıcaklığı TYS, ($^oC$) | 10.38 | 9.01 | 8.62 | 8.16 | 42.7 | 30.56 | 28.37 | 26.08 |

**Tablo 5.** 01 Ocak ve 01 Temmuz Nemli-Hafif Toprakta Maksimum, Minimum, Dip ve Yüzey Sıcaklıkları.

| | Nemli-Hafif Toprak | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 Ocak | | | | 01 Temmuz | | | |
| | f=0.0 | f=0.3 | F=0.45 | f=0.7 | f=0.0 | f=0.3 | f=0.45 | f=0.7 |
| Maks. veya min. sıcaklık, $T_{maks}$, $T_{min}$, ($^oC$) | maks 28.29 | maks 21.32 | maks 19.86 | maks 18.25 | min 25.52 | min 19.4 | min 18.06 | min 16.58 |
| Maks. veya min. sıcaklığın oluştuğu derinlik (m) | 5.04 | 5.04 | 5.04 | 5.04 | 5.04 | 5.04 | 5.04 | 5.04 |
| 10 metredeki sıcaklık, $T_{dip}$ ($^oC$) | 27.1 | 20.47 | 19.06 | 17.5 | 26.73 | 20.22 | 18.84 | 17.31 |
| Yüzey sıcaklığı TYS, ($^oC$) | 10.3 | 8.97 | 8.59 | 8.13 | 42.74 | 30.57 | 28.38 | 26.09 |

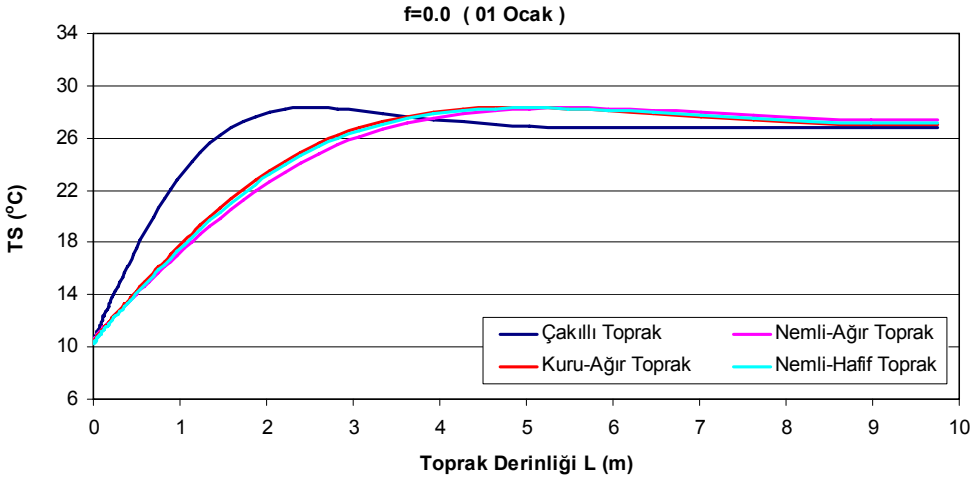



**Şekil 9.** 01 Ocak'ta Farklı Toprak Tipleri İçin Sıcaklığın Maksimum Değerine Ulaştığı Derinlikler.

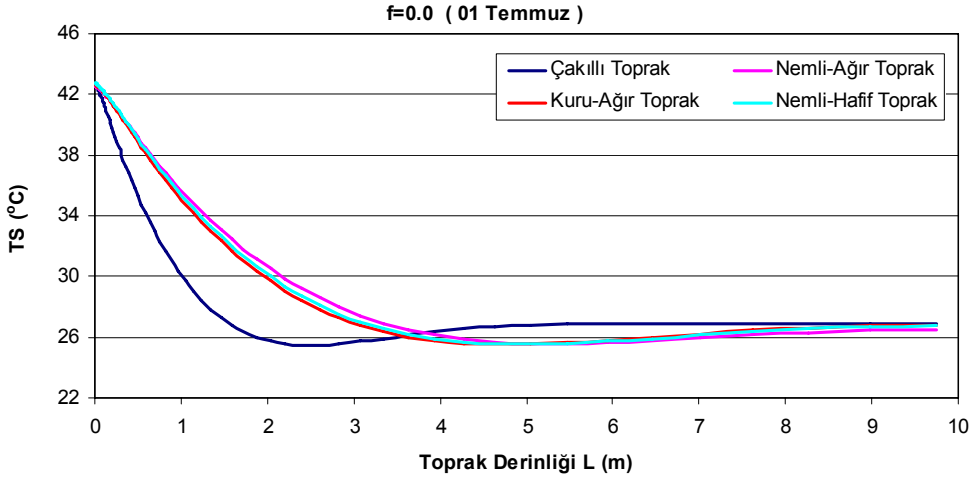



**Şekil 10.** 01 Temmuz'da Farklı Toprak Tipleri İçin Sıcaklığın Minimum Değerine Ulaştığı Derinlikler.

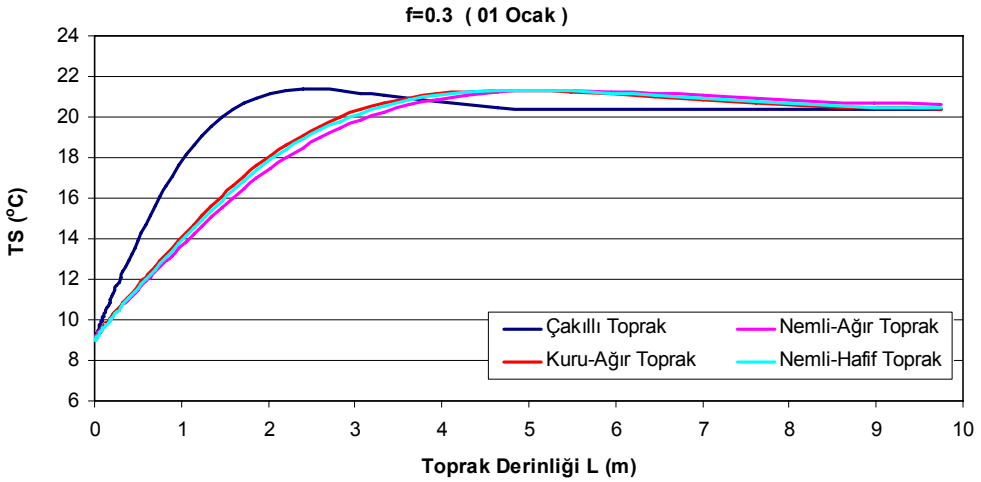
Şekil 11-18 arasında ise f'nin sabit bir değeri için farklı toprak türlerinin kullanıldığı durumlarda 01 Ocak ve 01 Temmuz için toprak sıcaklıklarının derinlikle değişimleri görülmektedir. Bu grafiklerden de çakıllı toprağın kullanılması durumunda f'nin bütün değerleri için maksimum veya minimum sıcaklık değerlerine diğer toprak türlerine göre yüzeye daha yakın derinliklerde ulaşılmaktadır.



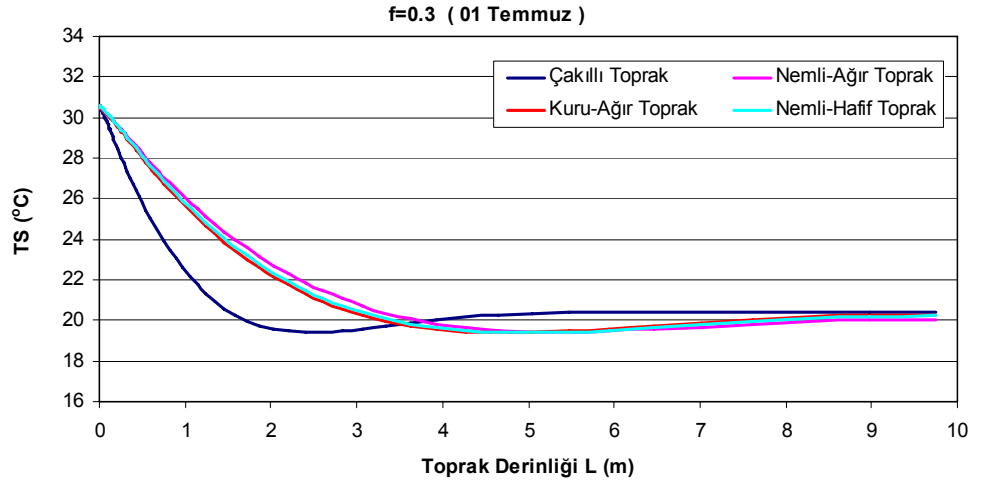

**Şekil 11.** 01 Ocak'ta f=0.0 Değeri İçin Farklı Topraklarda Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.



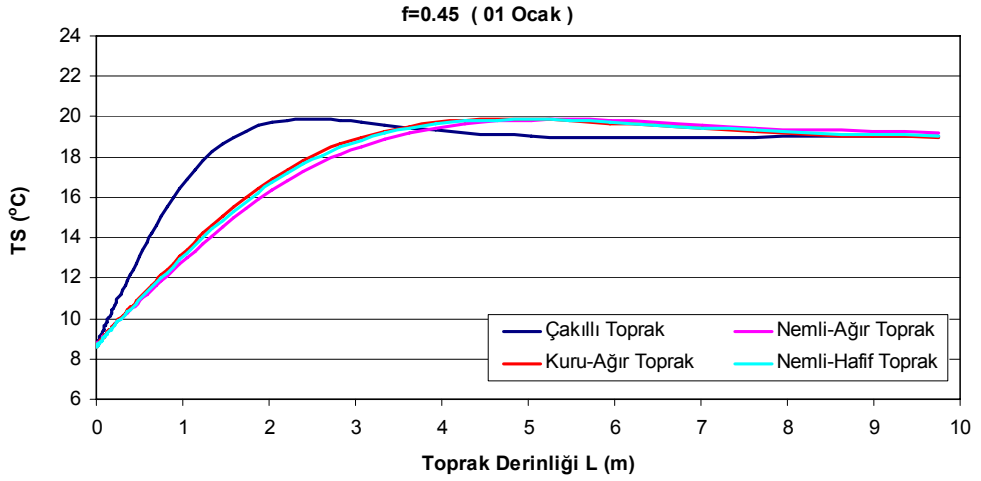

**Şekil 12.** 01 Temmuz'da f=0.0 Değeri İçin Farklı Topraklarda Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.



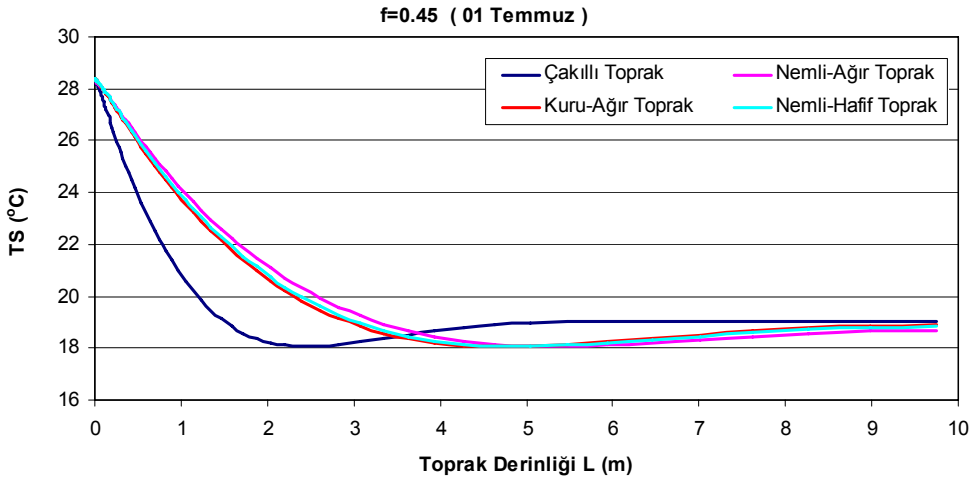

**Şekil 13.** 01 Ocak'ta f=0.3 Değeri İçin Farklı Topraklarda Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.



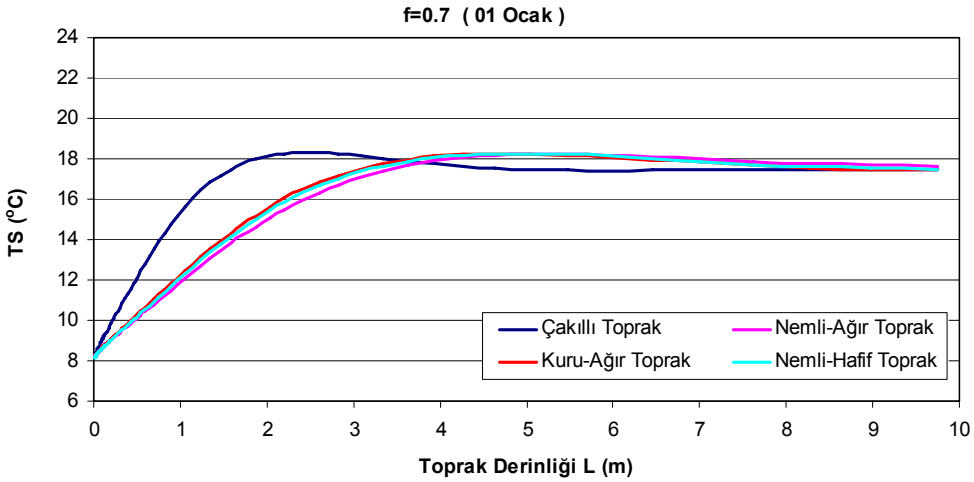

**Şekil 14.** 01 Temmuz'da f=0.3 Değeri İçin Farklı Topraklarda Toprak Sıcaklığının Derinlikle değişimi.



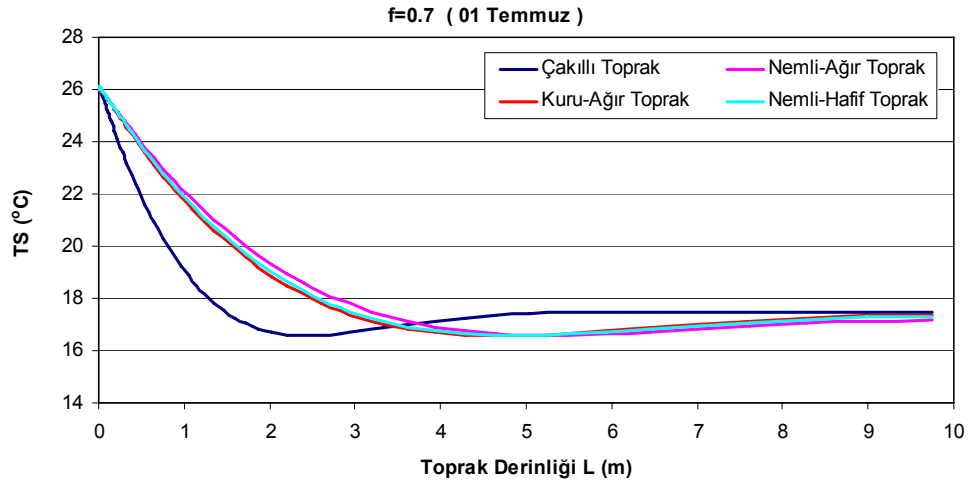

**Şekil 15.** 01 Ocak'ta f=0.45 Değeri İçin Farklı Topraklarda Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.




**Şekil 16.** 01 Temmuz'da f=0.45 Değeri İçin Farklı Topraklarda Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.




**Şekil 17.** 01 Ocak'ta f=0.7 Değeri İçin Farklı Topraklarda Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.




**Şekil 18.** 01 Temmuz'da f=0.7 Değeri İçin Farklı Topraklarda Toprak Sıcaklığının Derinlikle Değişimi.

Bu çalışmada çakıllı alt katman dışında farklı alt katman fiziksel özelliklerinin toprak sıcaklığına etkisinin önemli ölçüde olmadığı; buharlaşma katsayısı f'nin değiştirilmesinin ise toprak sıcaklıklarını önemli ölçüde değiştirdiği görülmüştür. f'nin suni olarak değiştirilmesiyle kontrol edilebilecek toprak sıcaklıklarının, toprak kaynaklı ısı pompası uygulamaları için yararlı olabileceği anlaşılmaktadır.

**TEŞEKKÜR**

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından "107M380" Nolu proje kapsamında desteklenmektedir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**

[1] MIHALAKAKOU G., SANTAMOURIS M., LEWIS J. O., ASIMAKOPOULOS D. N. "On the Application of the Energy Balance Equation to Predict Ground Temperature Profiles" Solar Energy 1997; 60:181-190.
[2] MIHALAKAKOU G. "On Estimating Soil Surface Temperature Profiles" Energy and Buildings 2002; 34:251-259.
[3] SALAH EL DIN M. M. "On the Heat Flow in to the Ground" Renewable Energy 1999; 18: 473-490.
[4] PIECHOWSKI M. "Heat and Mass Transfer Model of a Ground Heat Exchanger: Validation and Sensitivity Analysis" Int. J. Energy Res. 1999; 23:571-588.
[5] SUZUKI S., ANJU A., KAWAHARA M., "Management of Ground Temperature by Bang-Bang Control Based on Finite Element Application" International Journal of Numerical Methods in Engineering 1996; 39:885-901.
[6] REES S. W., ZHOU Z., THOMAS H. R. "Ground Heat Transfer: A Numerical Simulation off a Full-Scale Experiment" Building and Environment 2007; 42:1478–1488.
[7] YILMAZ T., YILMAZ A., ÖZBEK A., BÜYÜKALACA O., "Yer Kaynaklı Isı Pompaları İçin Toprak Sıcaklıklarının Belirlenmesi", 1. Soğutma Teknolojileri Sempozyumu ve Sergisi, 9-12 Ekim 2008 İzmir.
[8] ÖZBEK A.,YILMAZ T., YILMAZ A., BÜYÜKALACA O., "Çeşitli Toprak Türleri İçin Toprak Sıcaklıklarının Analitik ve Nümerik Olarak Hesaplanması", Ç. Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi 30. Yıl Sempozyumu, 16-17 Ekim 2008 Adana.
[9] TÜBITAK 1. Gelişme Raporu, Proje No: 107M380.
[10] TÜBITAK 2. Gelişme Raporu, Proje No: 107M380.

**ÖZGEÇMİŞ**

**Arif ÖZBEK**

1977 yılında Osmaniye'de doğdu. 2000 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu ve aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansını tamamladı ve aynı bölümde Doktora eğitimine başladı. Halen Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümünde Doktora eğitimini sürdürmektedir.

**Tuncay YILMAZ**

1945 yılında Tarsus'ta doğdu. 1968 yılında Berlin Teknik Üniversitesi Makine Fakültesini bitirdi. 1972 yılında aynı Üniversitede doktorasını tamamladı. 1973-1983 yıllarında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde göreve başladı. 1977 yılında Makine Mühendisliği Bölümünde Isı ve Kütle Transferi Bilim Dalında doçent oldu. 1983 yılında Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalına Profesör olarak atandı. Almanya dışında İngiltere'de Cambridge ve Liverpool Üniversitelerinde, ABD'de Massachusetts Institute of Technology'de misafir öğretim üyesi olarak bulundu. 1982-1983 yılları arası Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığı görevi yaptı. 1986-1989 ve 2002-2007 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanlığını ve 1983-2002 yılları arasında da Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığını yürüttü. 1991 yılında kurulduğundan 2002 yılına kadar da Çukurova Üniversitesi, Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Uygulama ve Araştırma Merkezi (SİMER) Müdürlüğü

görevlerini sürdürdü. Isı transferi, ısıtma ve soğutma sistemleri ve uygulamaları, iklim verileri ve çok fazlı akışlar üzerine çalışmaktadır. TTMD ve MMO üyesidir.

**Alper YILMAZ**

Dr. Alper YILMAZ 1975 yılın da Tarsus'ta doğdu. İlköğrenimini Trabzon Cudibey İlkokulu ve Adana İsmet İnönü İlkokulunda tamamladı. Orta ve lise öğrenimini 1993 yılında Adana Anadolu lisesinde tamamladıktan sonra 1997 yılında Boğaziçi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans çalışmalarına başlayarak Araştırma Görevlisi oldu. 1999 yılında Master derecesini Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden aldı. 2000 yılında DAAD (Alman Akademik Değişim Servisi) ödüllüsü olarak Berlin'de çalışmalarda bulundu. 2004 yılında ise Doktor ünvanını yine Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden aldı. 2004-2006 yılları arası Ç.Ü. Soğutma ve İklimlendirme Merkezinde uzman olarak çalıştı. 2006 yılında Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim dalına yardımcı doçent olarak atandı. Halen Ç.Ü. Makine Mühendisliği Bölümünde yardımcı doçent olarak çalışmalarına devam etmektedir. Çalışma alanları Teorik ve Nümerik Isı Transferi, Isıtma Soğutma Sistemleri ve Elemanlarıdır.

**Orhan BÜYÜKALACA**

1964'te Kaş-Antalya'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Antalya'da tamamladı. 1984 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu ve aynı bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1987 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansını tamamladı. 1993 yılında Manchester Üniversitesinde Doktorasını tamamladı ve aynı yıl Çukurova Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümüne Yrd. Doç. olarak atandı. 1998 yılında Makina Mühendisliğinde Isı Tekniği Bilim Dalında Doçent oldu. 1993 ve 1996 yıllarında School of Engineering, University of Manchester, UK'de Visiting Researcher olarak bulundu. 1993 yılından itibaren Çukurova Üniversitesi, Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Uygulama ve Araştırma Merkezi (SİMER) müdür yardımcılığı görevini yürüttü. 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalına Profesör olarak atandı. 2002-2006 yılları arasında Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölüm Başkan yardımcılığı yaptı. 2006-2008 yılları arasında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanlığı görevini yürüttü. 2008 yılından beri Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Rektörlüğü görevini yürütmektedir. Çalışma alanları ısıtma ve soğutma sistemleri için iklim verilerinin analizi, enerji analizi, ısı pompaları ve türbülanslı akışta konveksiyonla ısı transferidir. TTMD ve MMO üyesidir.