



Kentsel alanda kullanılan zemin malzemelerinden kaynaklanan yüzey sıcaklığı artışının önlenmesinde ağaçların etkisinin belirlenmesi

Determining the effect of trees on the prevention of surface temperature increase caused by surface materials used in urban areas

Fatih ADIGÜZEL¹, Elif BOZDOĞAN SERT¹, Mehmet ÇETİN³

¹Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Nevşehir.

²İskenderun Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İskenderun, Hatay.

³Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kastamonu.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1024883](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1024883)

Geliş tarihi /Received:17.11.2021

Kabul tarihi/Accepted:30.11.2021

Keywords:

Surface material, plant material, surface temperature, bioclimatic comfort.

Corresponding author: Fatih ADIGÜZEL

✉: fadiguzel@nevsehir.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The aim of this study is to reveal the effect of trees on the prevention of the surface temperature increase in the summer period of different surface coverings resulting from usages in urban areas.

Methods and Results: In the study, surface temperature measurements were made on 10 different surfaces (soil, asphalt, parquet (sun-under vegetation) and grass (sun-under vegetation)) on 16 June 2020 at 09:00, 13:00 and 17:00 using an infrared thermometer. Surface temperature measurements were carried out at a height of 150 cm from the surface with 3 replications.

According to the data, the highest average surface temperature was obtained in the soil surface as 46,44 °C. This is followed by asphalt, paving stone (sun), grass (sun), paving stone (plant shade) and grass (plant shade). The average value of the lowest surface temperature value was obtained on the grass surface in the shade of *Platanus orientalis*. In the hottest hour of the day, the lowest surface temperature was obtained on the paving stone surface in the shade of *Ficus retusa-nitida*.

Conclusions: Cities with a Mediterranean climate prevails have a very hot summer period. When this situation comes together with the heat of the surface materials, it can be a factor that reduces the comfort of the people living in the city. In this context, it will increase the comfort level in the urban area by creating a grass surface and increasing the use of trees in planting design applications.

Significance and Impact of the Study: Heating of cities is seen as an important problem all over the world.

For this reason, studies on the contribution of green areas (grass surface and other plant materials) to the reduction of problems have gained importance. It is thought that the data of this study will contribute to the decisions to be made in terms of plant presence-hard ground relationship in the planning of the city.

Atf / Citation: Adıgüzel F, Sert BE, Çetin M (2022) Kentsel alanda kullanılan zemin malzemelerinden kaynaklanan yüzey sıcaklığı artışının önlenmesinde ağaçların etkisinin belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 27(1) : 18-26. DOI: 10.37908/mkutbd.1024883

GİRİŞ

Dünyada pek çok faktöre bağlı olarak kentlerdeki nüfus hızla artmaktadır. Bunun sonucu olarak kentsel alanlardaki ihtiyaçlar artmakta; toplumun ihtiyacını karşılamak üzere yapılaşmış alan miktarı da artış yönünde hızla değişmektedir (Alkan ve ark., 2017). Kentlerin planlanmasında sıcaklık önemli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Ekstrem sıcaklıklar kentsel gelişim alanları için önemli riskler oluşturmakta; sıcaklık stresi insan sağlığına zarar vermektedir. Kentsel alanda yapılar çevre daha fazla ısı absorbe eder ya da üretir. Bu nedenle kentsel alanda oluşan ısı adası etkisi kırsal alanlara göre daha yüksektir (Lehoczky ve ark., 2017). Kentin odak noktalarında oluşan yapılaşma hava sıcaklığı ile nem miktarını arttırarak insan sağlığını ve davranışlarını etkileyen biyoklimatik stres üreten bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Cetin, 2015). Yüzey sıcaklıkları ve mekânsal kullanım arasında bir ilişki bulunmakla birlikte çimle kaplı alan ve geçirimsiz yüzeylerin yerleşim alanlarındaki sıcaklığı değiştirdiği ortaya konulmuştur (Connors ve ark., 2013; Irmak ve ark., 2017). Kentler, sahip oldukları iklimsel özellikler ile yaşayanlara çeşitli konfor özelliklerine sahip yaşam alanları sunabilmektedir. Ancak, günümüzde ısıyı depolama ve iletme özelliği yüksek olan yapı kitleleri ve sert/geçirimsiz yüzeylerin (beton, asfalt, vb) artması yerel ve bölgesel ölçekte sıcaklık artışına neden olmaktadır. Suyun toprakla buluşmasını engelleyen geçirimsiz alanlar (yollar; sert yüzeyler: beton, parke, asfalt, vd; binalar) ısıyı yüksek oranda depolayarak uzun dalga boylu radyasyonu arttırmaktadır. Aynı zamanda gölge oluşturma etkisine sahip yüksek binalar geceleri hava sıcaklığının artmasına neden olabilmektedir (Alkan ve ark., 2017; Lehoczky ve ark., 2017; Cetin ve ark., 2019; Adigüzel ve ark., 2020). Zemin kaplamalarının oluşturduğu yüksek sıcaklıklar ve yeşil alan miktarındaki azalma kentlerde sağlıksız konfor alanlarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum insanları sağlık, mutluluk, ekonomik ve rekreasyonel açılarından olumsuz etkilemekte; oluşan termal stres dış mekanda kontrol edilememektedir (Patz ve ark., 2005; Gómez ve ark., 2006). Bunun tam tersi olarak da yeşil alanlar yüzey sıcaklığının artışı karşısında soğutma etkisi yapmaktadır. Bitki örtüsü yoğunluğu arttıkça hava sıcaklığı düşmektedir. Bu nedenle kent parkları yaz döneminde çevresinden daha serin olmaktadır (Yan ve ark., 2018). Örneğin, Lisbon'da 2.4 da'lık bir yeşil alanın çevresinden 6.9 °C daha serin olduğu bildirilmiştir (Oliveira ve ark., 2011). Etiyopya'da yapılan çalışmada bir parkın çevresinden 6.72 °C serin; soğutma mesafesinin de 240 metre olduğu belirlenmiştir (Feyisa ve ark., 2014).

Kentlerde bitki örtüsü yalnız estetik özellikleri ile değil fonksiyonel özellikleri (çevresel bozulmayı önlemesi, atmosferdeki su miktarını dengelemesi, kirliliğin azaltılması, vb) ile kullanılmaktadır. Bu nedenle kentin mikro ikliminde ve halkın biyoklimatik konforunun artmasında önemlidir (Gómez ve ark., 2008). Ağaçlar, kentsel alanda gölge oluşturmaları ve evapotranspirasyon sağlamaları ile yüksek sıcaklıkların azalmasına destek olarak kentsel ısı adası oluşumunu önlemekte ve biyoklimatik konforun artmasına katkı sağlamaktadır. Ancak, bu katkının düzeyi bitki türü, taç yapısı, yaprak büyüklüğü ve rengi ile tekstürüne göre değişmektedir. Taç çapı geniş ve orta tekstürlü türler rüzgar akımına izin vermesi ve gölge yapma özellikleri nedeniyle termal konforu artırma konusunda daha başarılı kabul edilmektedir (Leuzingera ve ark., 2010; Correa ve ark., 2012; Aguiar ve ark., 2014; Feyisa ve ark., 2014; de Abreu-Harbach ve ark., 2015). Örneğin, *Olea* sp., *Acacia* sp. ve *Eucalyptus* sp. cinsine ait türlerin soğutma etkisi, *Cupressus* sp. (Servi) ve *Grevillea* sp. (İpek ağacı) cinsine ait türlerden daha yüksektir (Feyisa ve ark., 2014). *Parkinsonia aculeata* (İsa diken), *Ficus retusa-nitida* (İskenderun kauçuğu) ve *Washingtonia filifera* (Palmiye) türlerinin oluşturduğu gölge alanda çim yüzeyi sıcaklığı güneşli alandakinden 6-9 °C civarında daha düşüktür (Cetin ve ark., 2020). Temmuz ayında İskenderun'da *Ficus retusa-nitida*'nın altında gölge ortamda çim yüzey sıcaklığı 23.27 °C olarak belirlenmiştir. Güneşli alanda bulunan çim yüzeyin oluşturduğu en düşük sıcaklık değeri ise 36.53 °C'dir. Ağaçların grup olarak kullanımında *Washingtonia filifera* ile *Casuarina equisetifolia* türlerinin altında gölgede çim yüzey sıcaklığı 23.79 °C olarak elde edilmiştir (Bozdoğan Sert ve ark., 2021). Kentsel alanda pek çok fonksiyonel görev üstlenen ağaçlar, yollar başta olmak üzere pek çok alanda kullanılarak yüzey sıcaklığının azalmasına önemli katkı sağlamaktadır.

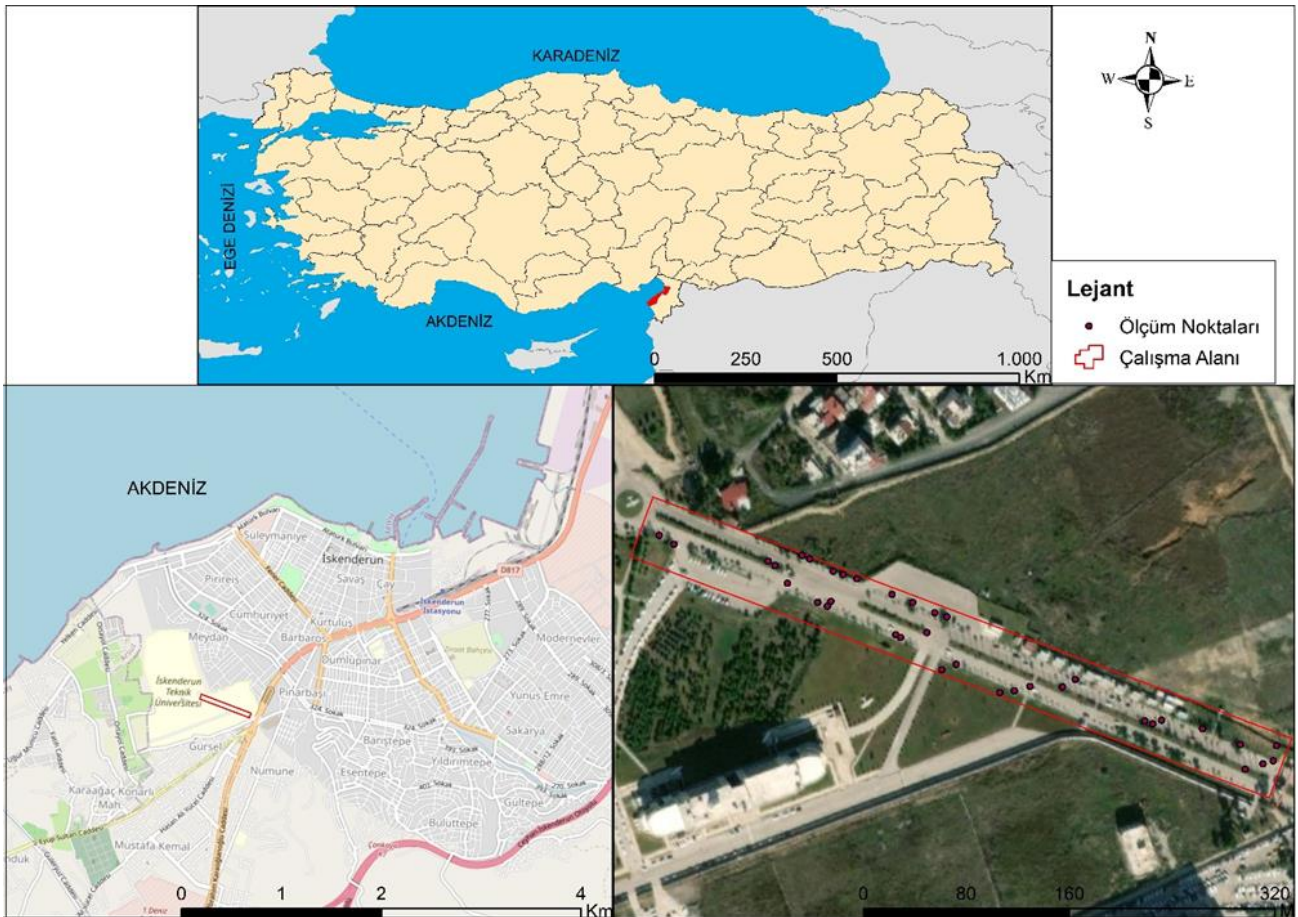
Bu çalışmanın amacı, kentsel alanlarda kullanımlar sonucu ortaya çıkan farklı zemin kaplamalarının yaz döneminde sahip olduğu yüzey sıcaklığı artışının önlenmesinde ağaçların etkisini ortaya koymaktır. Bu kapsamda önemli bir Akdeniz kıyı kenti olan İskenderun (Hatay) örneğinde bazı zemin kaplamaları ile çim yüzeylerden kaynaklanan sıcaklık oluşumuna ağaç tacının oluşturduğu gölge katkısı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin kentin planlanmasında bitki varlığı-sert zemin ilişkisi açısından verilecek kararlara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışma, Akdeniz kıyı kenti olan İskenderun (Hatay)'da bulunan İskenderun Teknik Üniversitesi (İSTE) Ana Kampüs'te (Şekil 1) 16 Haziran 2020 tarihinde yürütülmüştür. Çalışma alanı olarak kampüs girişinden başlayan ve pek çok odunsu türün oluşturduğu bir yeşil alan parseli ile sonlanan 500 metrelik aks seçilmiştir. Alanda farklı yüzey malzemelerini içeren araç yolu (asfalt), orta refüj (çim) ve kaldırım (kilit parke) bulunmaktadır. Kaldırım ve orta refüj bazı ağaç/ağaççık türleri ile bitkilendirilmiş olup; bunlar içerisinde en yoğun kullanılan 6 tür altında ve yakınlarında ölçüm yapılmak üzere seçilmiştir. Ölçüm yapılan noktalarda mevcut ağaç/ağaççık türlerine ait bazı bilgiler şöyledir: **Ceratonia siliqua (Keçiboynuzu)**: Herdemyeşil, kaba tekstürlü bir ağaçtır. Bitki tacı ve boyu 2-3 m'dir. Yapraklar bileşik yapıda olup; yaprakçıklar derimsidir. **Ficus retusa-nitida**

(İskenderun kauçuğu): Herdemyeşil, kaba tekstürlü bir ağaçtır. Bitki tacı ve boyu 3 m'dir. Yapraklar basittir. **Leucaena leucocephala (Lusina)**: Yaprak döken, orta tekstürlü bir ağaçtır. Bitki tacı 3 m, boyu 3-4 m'dir. Yapraklar bileşik yapıdadır. **Platanus orientalis (Doğu çınarı)**: Yaprak döken, orta tekstürlü bir ağaçtır. Bitki tacı 4-5 m, boyu 5 metredir. Yapraklar basit, parçalı yapıdadır. **Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera' (Top akasya)**: Yaprak döken, orta tekstürlü bir ağaçtır. Bitki tacı 2 m, boyu 3 m civarındadır. Yapraklar bileşik yapıda olup; 10-20 yaprakçıktan oluşur. **Tamarix tetrandra (Ilgın)**: Herdemyeşil, ince tekstürlü bir ağaççıktır. Bitki tacı 2 m, boyu 2-3 m'dir. Yapraklar çok ince yapılıdır. Çalışma alanında ölçüm yapılan 10 farklı malzemeye ait görseller Şekil 2'de; toplam 36 noktaya ait koordinatlar Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışma alanına ait anlık (09:00, 13:00, 17:00) hava sıcaklığı değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Bu değerler 09.00'da ve 13:00'da 26.5 °C, 17.00'da 24.7 °C'dir (MGM, 2020).



Şekil 1. Araştırma alanı lokasyon haritası
Figure 1. Research area location map



Şekil 2. Çalışma alanında ölçüm yapılan 10 farklı malzemeye ait genel görünüşler
Figure 2. General views of 10 different materials measured in the study area

Çizelge 1. Çalışma kapsamında sıcaklık ölçümü yapılan noktalar ve koordinatları

Table 1. Temperature measurement points and coordinates within the scope of the study

No	Malzeme	Saat			ORTALAMA	F Değeri
		09:00	13:00	17:00		
1	Toprak (güneş)	40,800 fA	56,267 eB	42,267 dA	46,444 f	45,193***
2	Parke (güneş)	35,608 dA	49,650 dC	41,400 dB	42,219 e	164,871***
3	Asfalt (güneş)	38,605 eA	54,019 eC	43,748 dB	45,457 ef	307,869***
4	Çim (güneş)	34,324 dA	40,700 cB	31,738 bcA	35,587 d	24,944***
5	Parke (gölge) bitki altı (<i>Leucaena leucocephala</i>)	27,917 cA	33,217 bB	33,267 cB	31,467 c	8,019**
6	Çim (gölge) bitki altı (<i>Ceratonia siliqua</i>)	22,256 aA	26,433 aB	25,867 aB	24,852 a	40,572***
7	Çim (gölge) bitki altı (<i>Platanus orientalis</i>)	21,111 aA	26,967 aB	25,711 aB	24,596 a	12,799***
8	Parke (gölge) bitki altı (<i>Robinia pseudoacacia</i> “Umbraculifera”)	27,233 cA	31,967 bB	34,550 cC	31,250 c	27,671***
9	Parke (gölge) bitki altı (<i>Ficus retusa-nitida</i>)	25,033 bA	25,883 aA	29,167 bB	26,694 ab	8,308**
10	Parke (gölge) bitki altı (<i>Tamarix tetrandra</i>)	27,767 cA	30,033 abB	31,967 bcB	29,922 bc	11,048*
	Ortalama	32,067 A	41,357 C	35,626 B		
	F Değeri	140,821***	112,248***	68,894***	71,797***	

Yöntem

Çalışma alanında gün içerisinde sabah 09:00, öğle 13:00 ve akşam 17:00 saatlerinde yapılan yüzey sıcaklık ölçümleri sonucunda elde edilen yüzey sıcaklık haritaları Şekil 3'te görülmektedir. Buna göre en sıcak saat olan 13:00'da sert zeminler (asfalt, parke) ile üzerinde herhangi bir bitki bulunmayan toprak yüzeylerin yüksek düzeyde ısı oluşturduğu belirlenmiştir. 17:00 saatinde de güneş ışınlarının etkisi azalsa da ağaçlarla bitkilendirmenin bulunmadığı alanlarda yüzey sıcaklıkları yine yüksek düzeydedir. Ağaçlar ile çim yüzeylerin sıcaklık düzeyini oldukça alt seviyelere kadar düşürebildiği de görülmektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma alanında 16 Haziran 2020 tarihinde 09:00, 13:00 ve 17:00 saatlerinde yapılan ölçümler sonucu elde edilen veriler değerlendirilerek Çizelge 2'de; yüzey sıcaklık haritaları ise Şekil 3'te verilmiştir.

Yüzey sıcaklığının malzeme ve saate bağlı olarak değişimini belirlemeye yönelik yapılan Varyans analizi sonucunda bütün malzemelerde saate bağlı, bütün saatlerde de malzemeye bağlı olarak yüzey sıcaklığının değişiminin istatistiksel olarak en az %95 güven düzeyinde ($p < 0,05$) anlamlı olmak üzere farklılaştığı belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre saat bazında en düşük ortalama değer saat 09:00'da (32,067 °C), en yüksek değer ise 13:00'da (41,357 °C) elde edilmiştir. 09:00'da görülen en düşük yüzey sıcaklığı (21,111 °C) Çim (gölge) bitki altında (*Platanus orientalis*) ölçülürken; en yüksek değer (40,800 °C) toprak (güneş)'te elde edilmiştir. 13:00'da görülen en düşük yüzey sıcaklığı (25,883 °C) Çim (gölge) bitki altında (*Ficus retusa-nitida*) ölçülürken; en yüksek değer (56,267 °C) toprak (güneş)'te elde edilmiştir. Malzeme bazında ise ortalama değerler 24,596 °C ile 46,444 °C arasında değişmektedir. Ortalama değerler incelendiğinde Duncan testi sonuçlarına göre Parke (gölge) bitki altı (*Leucaena leucocephala*), Çim (gölge) bitki altı (*Ceratonia siliqua*), Çim (gölge) bitki altı (*Platanus orientalis*), Parke (gölge) bitki altı (*Robinia pseudoacacia*), Parke (gölge) bitki altı (*Ficus retusa-nitida*) ve Parke (gölge) bitki altı (*Tamarix tetrandra*)'nın ilk üç homojen grupta (a, b ve c); Toprak (güneş), Parke (güneş), Asfalt (güneş) ve Çim (güneş)'nin ise son üç homojen grupta (d, e ve f) yer alması dikkat çekicidir.

Saat bazında malzemeye bağlı değişim incelendiğinde bütün saatlerde Çim (gölge) bitki altı (*Ceratonia siliqua*) ve Çim (gölge) bitki altı (*Platanus orientalis*)'nda elde edilen yüzey sıcaklığı değerlerinin Duncan testi sonuçlarına göre ilk homojen grupta yer aldığı

görülmektedir. Toprak ve Asfalt da benzer şekilde bütün saatlerde Duncan testi sonucunda son homojen gruplarda yer almıştır. Malzeme bazında saate bağlı değişim incelendiğinde ise saat 09:00'da elde edilen değerlerin bütün malzemelerde ilk homojen grupta, saat 13:00'de elde edilen değerlerin ise son homojen grupta yer aldığı görülmektedir. Saat 17:00'de elde edilen değerlere göre Toprak (güneş) ve Çim (güneş) ilk homojen grupta; Parke (gölge) bitki altı (*Leucaena leucocephala*), Çim (gölge) bitki altı (*Ceratonia siliqua*), Çim (gölge) bitki altı (*Platanus orientalis*) ve Parke (gölge) bitki altı (*Tamarix tetrandra*)'da son homojen grupta yer almaktadır.

Yüzey sıcaklık değişimleri açısından bir değerlendirme yapıldığında; 13:00-17:00 arasında güneş altındaki koşullarda bulunan toprak yüzeyinde yaklaşık 14 °C; asfalt yüzeyde yaklaşık 10 °C; parke yüzeyde yaklaşık 8 °C; çim yüzeyde ise yaklaşık 9 °C daha düşük sıcaklık düzeyi görülmektedir. Aynı şekilde ağaç gölgesindeki çim yüzeylerde de daha serin etki devam ederken; bunun tam tersi olarak bitki gölgesindeki parke yüzeylerde ısınma devam etmektedir. Yalnız ince tekstüre sahip *Leucaena leucocephala* türünün gölgesindeki parke yüzeyde ısı değişiminin aynı kaldığı belirlenmiştir.

Çalışmada farklı zemin malzemeleri için elde edilen yüzey sıcaklığı değerleri Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2020) İskenderun kenti anlık sıcaklık verileri ile karşılaştırıldığında; 09.00'da oluşan 26,5 °C'ye en yakın sıcaklık değeri *Platanus orientalis* gölgesindeki çim yüzeyde; 13:00'da oluşan 26,5 °C'ye en yakın sıcaklık değeri *Ficus retusa-nitida* gölgesindeki parke yüzeyde; 17:00'da oluşan 24,7 °C'ye en yakın sıcaklık değeri *Platanus orientalis* gölgesindeki çim yüzeyde görülmektedir. Güneş altında bulunan çim yüzeyden elde edilen ortalama sıcaklık düzeyi bitki gölgesine göre yaklaşık 11 °C daha yüksektir. Ancak, güneş altında bulunan toprak yüzeyden yaklaşık 11 °C; asfalttan ise 10 °C; parkeden 7 °C daha düşüktür. Bu veriler, çim yüzey oluşturmanın önemini de ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada bitkisel materyalin zemin malzemelerinin oluşturacağı ısınmayı önleyerek kent ısısını azaltma konusundaki katkısına yönelik elde edilen veriler; Correa ve ark. (2012)'nin *Platanus acerifolia*; Aguiar ve ark. (2014)'ün ince ve orta tekstürlü türler için; de Abreu-Harbach ve ark. (2015)'in *Caesalpinia pluviosa*; Cetin ve ark. (2020)'nin *Parkinsonia aculeata*, *Ficus retusa-nitida* ve *Washingtonia filifera*; Bozdoğan Sert ve ark. (2021)'in *Washingtonia filifera* ve *Casuarina equisetifolia* türleri için elde ettiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bu kapsamda ağaçların kentsel alanlarda yoğun olarak kullanılan sert zeminlerle birlikte tasarlanması kentsel

ısınımayı azaltma yönünde olumlu bir etki yaptığı söylenebilir.

Kentsel alanlarda kullanılan çim ve sert yüzeylerin oluşturduğu sıcaklık düzeylerine yönelik veriler Alkan ve

ark. (2017), Cetin ve ark. (2020) ve Bozdoğan Sert ve ark. (2021)'in elde ettiği verilerle benzerlik göstermektedir. Sert zeminler (asfalt, parke, beton) her zaman çim yüzeyden daha yüksek düzeyde ısınmaktadır.

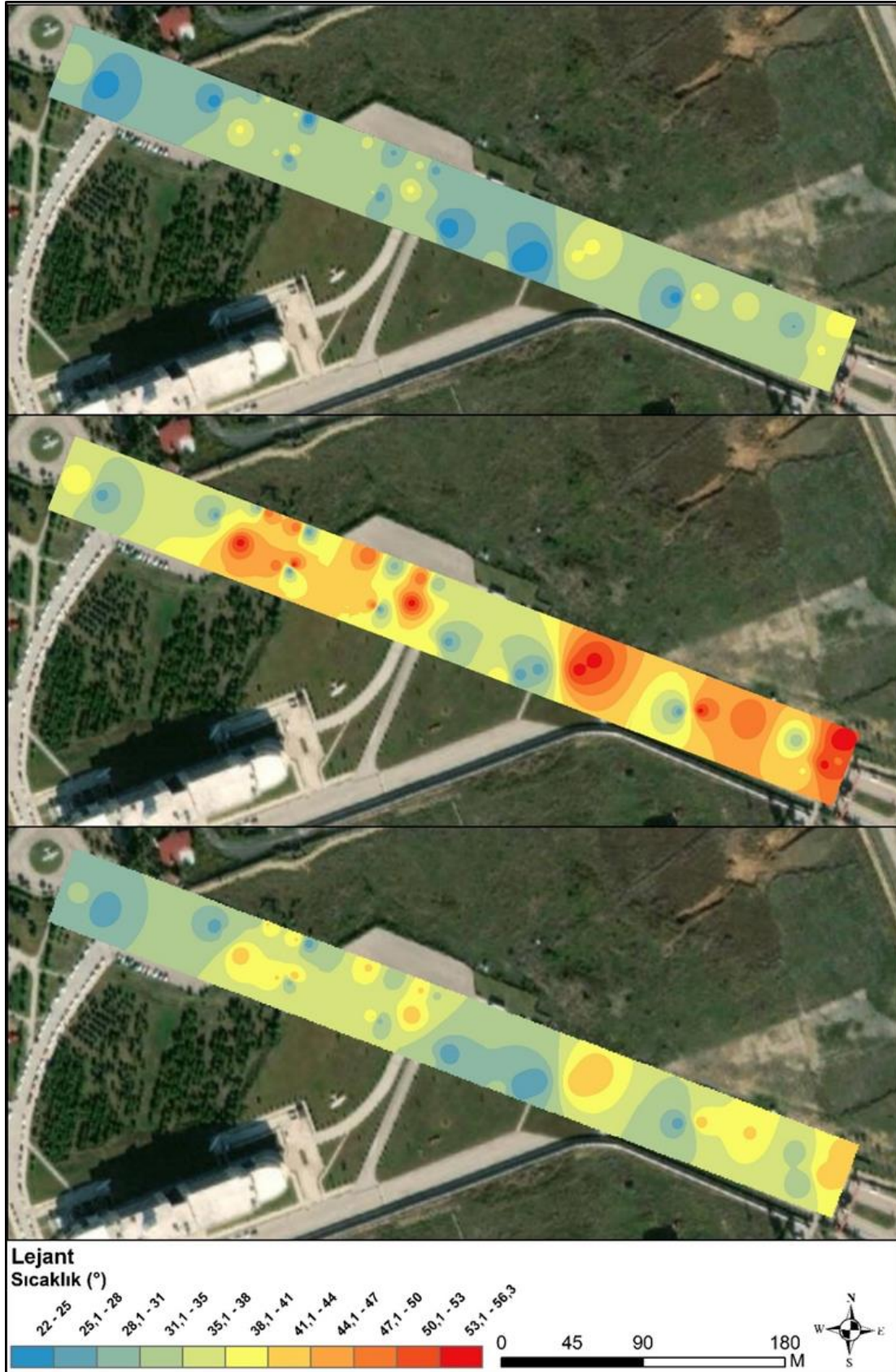
Çizelge 2. Çalışma kapsamında değerlendirilen zemin malzemelerinin gün içerisinde sahip oldukları yüzey sıcaklıkları (°C)

Table 2. Surface temperatures of the surface materials evaluated within the scope of the study during the day (°C)

No	Malzeme	Saat			ORTALAMA	F Değeri
		09:00	13:00	17:00		
1	Toprak (güneş)	40,800 fA	56,267 eB	42,267 dA	46,444 f	45,193***
2	Parke (güneş)	35,608 dA	49,650 dC	41,400 dB	42,219 e	164,871***
3	Asfalt (güneş)	38,605 eA	54,019 eC	43,748 dB	45,457 ef	307,869***
4	Çim (güneş)	34,324 dA	40,700 cB	31,738 bcA	35,587 d	24,944***
5	Parke (gölge) bitki altı (<i>Leucaena leucocephala</i>)	27,917 cA	33,217 bB	33,267 cB	31,467 c	8,019**
6	Çim (gölge) bitki altı (<i>Ceratonia siliqua</i>)	22,256 aA	26,433 aB	25,867 aB	24,852 a	40,572***
7	Çim (gölge) bitki altı (<i>Platanus orientalis</i>)	21,111 aA	26,967 aB	25,711 aB	24,596 a	12,799***
8	Parke (gölge) bitki altı (<i>Robinia pseudoacacia</i> "Umbraculifera")	27,233 cA	31,967 bB	34,550 cC	31,250 c	27,671***
9	Parke (gölge) bitki altı (<i>Ficus retusa-nitida</i>)	25,033 bA	25,883 aA	29,167 bB	26,694 ab	8,308**
10	Parke (gölge) bitki altı (<i>Tamarix tetrandra</i>)	27,767 cA	30,033 abB	31,967 bcB	29,922 bc	11,048*
	Ortalama	32,067 A	41,357 C	35,626 B		
	F Değeri	140,821***	112,248***	68,894***	71,797***	

Çalışma alanında gün içerisinde sabah 09:00, öğle 13:00 ve akşam 17:00 saatlerinde yapılan yüzey sıcaklık ölçümleri sonucunda elde edilen yüzey sıcaklık haritaları Şekil 3'te görülmektedir. Buna göre en sıcak saat olan 13:00'da sert zeminler (asfalt, parke) ile üzerinde herhangi bir bitki bulunmayan toprak yüzeylerin yüksek düzeyde ısı oluşturduğu belirlenmiştir. 17:00 saatinde de

güneş ışınlarının etkisi azalsa da ağaçlarla bitkilendirmenin bulunmadığı alanlarda yüzey sıcaklıkları yine yüksek düzeydedir. Ağaçlar ile çim yüzeylerin sıcaklık düzeyini oldukça alt seviyelere kadar düşürebildiği de görülmektedir.



Şekil 3. Çalışma alanında bulunan zemin malzemelerinin gün içinde sahip olduğu yüzey sıcaklığı haritaları
Figure 3. Surface temperature maps of the surface materials in the study area during the day

Sonuç olarak, 16 Haziran 2020 tarihinde İskenderun kentinde yapılan bu çalışma sonucunda gün içerisinde en yüksek yüzey sıcaklığı 13:00 saatinde toprak yüzeyde 56,267 °C olarak elde edilmiştir. En düşük düzey ise *Ficus retusa-nitida* türünün gölgesinde parke yüzeyde görülmüştür. Gün içerisinde parke ve asfalt yüzeylerin en yüksek sıcaklık düzeyi 13:00'da, en düşük sıcaklık düzeyi ise 09:00'da elde edilmiştir. 17:00'da ise sabah saatlerinde elde edilen sıcaklık seviyesine ulaşamadığı belirlenmiştir. Bunun tam tersi olarak çim yüzeyde 17:00'da elde edilen sıcaklık düzeyi 09:00'da görülen düzeyin de altında gerçekleşmiştir. Bu durum sert yüzeylerin ısıyı çim yüzeylere göre daha uzun süre tutarak ısıyı arttırabileceğini göstermektedir. Çim yüzey de güneşli koşullarda belirli düzeyde ısınmaktadır. Ancak, ağaç gölgesindeki çim yüzey, güneş altındaki yüzeye göre 6°C-14°C daha serindir. Ağaç gölgesindeki parke yüzey ise güneş altındaki yüzeye göre 10°C-24°C daha sıcaktır. Günlük ortalama değerler dikkate alındığında ise en düşük sıcaklıklar (*Platanus orientalis*) türü ile *Ceratonia siliqua* türünün gölgesindeki çim yüzeylerde sırasıyla 24,596°C ve 24,852°C olarak elde edilmiştir. Bu değerler toprak yüzeyde elde edilen ortalama sıcaklıktan yaklaşık 22°C daha düşüktür. Çim yüzeyde elde edilen bu değerlere en yakın değer *F.retusa-nitida* türünün gölgesinde parke yüzeyde 26,694°C olarak elde edilmiştir. Bu değerleri *Tamarix tetrandra*, *Robinia pseudoacacia* "Umbraculifera" ve *Leucaena leucocephala* izlemektedir. Parke yüzeylerde elde edilen değerler toprak yüzeyde elde edilen ortalama sıcaklığa göre yaklaşık 15-20 °C daha düşüktür. Çalışmada elde edilen sonuçlar kentsel alanda çim yüzey miktarlarının arttırılması gerektiğinin bir göstergesidir. Toprak yüzeyler çim türleri başta olmak üzere yer örtücü niteliği taşıyan çok yıllık otsu türler ile mutlaka kapatılmalıdır. Yer örtücü ve çimlerin ağaç/ağaççıklar ile birlikte kullanılması yüzey sıcaklıklarının azaltılmasında ve dolayısıyla termal konforun arttırılmasında daha yüksek başarı elde edilmesini sağlayacaktır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, kentsel alanlarda kullanımlar sonucu ortaya çıkan farklı zemin kaplamalarının yaz döneminde sahip olduğu yüzey sıcaklığı artışının önlenmesinde ağaçların etkisini ortaya koymaktır.

Yöntem ve Bulgular: Çalışmada 16 Haziran 2020 tarihinde 09:00, 13:00 ve 17:00 saatlerinde 10 farklı yüzeyde (toprak, asfalt, parke (güneş-bitki altı) ve çim (güneş-bitki altı)) infrared termometre kullanılarak yüzey sıcaklığı ölçümü yapılmıştır. Yüzey sıcaklık ölçümleri

yüzeyden 150 cm yükseklikten 3 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre en yüksek ortalama yüzey sıcaklığı 46.44 °C ile toprak zeminde elde edilmiştir. Sonrasında asfalt, parke (güneş), çim (güneş), parke (bitki gölgesi) ve çim (bitki gölgesi) şeklinde sıralanmaktadır. En düşük yüzey sıcaklığı ortalama değeri *Platanus orientalis* türünün gölgesindeki çim yüzeyde elde edilmiştir. Günün en sıcak saatinde ise en düşük yüzey sıcaklığı *Ficus retusa-nitida* gölgesinde bulunan parke yüzeyde elde edilmiştir.

Genel Yorum: Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü kentler yaz dönemi oldukça sıcak geçirmektedir. Bu durum yüzey malzemelerinin de sahip olduğu ısıyla bir araya geldiğinde kentte yaşayanların konforunu azaltan bir faktör olabilmektedir. Bu kapsamda çim yüzey oluşturarak ve bitkisel tasarımlarda ağaç kullanımını arttırarak kentsel alanda konfor düzeyi de arttırabilecektir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Kentlerin ısınması tüm dünyada önemli bir sorun olarak görülmektedir. Bu nedenle yeşil alanların (çim yüzey ve diğer bitkisel materyal) sorunların azaltılmasına katkıları yönündeki çalışmalar önem kazanmıştır. Bu çalışmada edilen verilerin kentin planlanmasında bitki varlığı-sert zemin ilişkisi açısından verilecek kararlara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Zemin malzemesi, bitkisel materyal, yüzey sıcaklığı, biyoklimatik konfor.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abreu-Harbich LV, Labaki LC, Matzarakis A (2015) Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. *Landsc. Urban Plan.* 138: 99-109.
- Adiguzel F, Cetin M, Kaya E, Simsek M, Gungor S, Bozdogan Sert E (2020) Defining suitable areas for bioclimatic comfort for landscape planning and landscape management in Hatay, Turkey. *Theor. Appl. Climatol.* 139(3-4): 1493-1503.
- Aguiar A, French K, Chisholm L (2014) A comparison of the ameliorating effects of native and exotic street trees on surface heat retention at dusk. *Urban Clim.*

- 10: 56-62.
- Alkan A, Adıgüzel F, Kaya E (2017) Batman kentinde kentsel ısınmanın azaltılmasında yeşil alanların önemi. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi* 34: 63-76.
- Bozdoğan Sert E, Kaya E, Adıgüzel F, Cetin M, Kaya E, Gungor S, Zeren Cetin I, Dinc Y (2021) Effect of the surface temperature of surface materials on thermal comfort: a case study of İskenderun (Hatay, Turkey). *Theor. Appl. Climatol.* 144: 103-113.
- Cetin M (2015) Determining the bioclimatic comfort in Kastamonu City. *Environ. Monit. Assess.* 187: 640-649.
- Cetin M, Adıgüzel F, Gungor S, Kaya E, Sancar MC (2019) Evaluation of thermal climatic region areas in terms of building density in urban management and planning for Burdur, Turkey. *Air Quality, Atmosphere and Health* 12: 1103-1112.
- Cetin M, Kaya E, Bozdoğan Sert E, Güzel ZT, Adıgüzel F, Güngör Ş (2020) Determining the impact of various surfaces in open green areas of İskenderun coastal band on thermal comfort. In: *Advances in Scientific Research: Engineering and Architecture*. (Eds. Iliya CHRISTOV, Viliyan KRYSTEV, Recep EFE, Abd Alla GAD). St. Kliment Ohridski Univ. Press, Sofia, pp: 194-210.
- Connors JP, Galletti CS, Chow WTL (2013) Landscape configuration and urban heat island effects: assessing the relationship between landscape characteristics and land surface temperature in Phoenix, Arizona. *Landsc. Ecol.* 28: 271-283.
- Correa EN, Ruiz A, Cantón MA, Lesino G (2012) Thermal comfort in forested urban canyons of low building density. An assessment for the city of Mendoza, Argentina. *Build. Environ.* 58: 219-230.
- Feyisa GL, Dons K, Meilby H (2014). Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect: An example from Addis Ababa. *Landsc. Urban Plan.* 123: 87-95.
- Gómez F, Sifre V, Montero L, De Vicente V, Gil L (2006) Sustainability in cities: the green areas and climatic comfort as fundamental parameters. *WIT Trans. Ecol. Environ.* 93: 83-93.
- Gómez F, Montero L, De Vicente V, Sequí A, Castilla N (2008) Vegetation influences on the human thermal comfort in outdoor spaces: Criteria for urban planning. *The Sustainable City* 151-163.
- Irmak MA, Yılmaz S, Dursun D, (2017) Effect of different pavements on human thermal comfort conditions. *Atmósfera* 30(4): 355-366.
- Lehoczyk A, Sobrino JA, Skoković D, Aguilar E (2017) The urban heat island effect in the city of Valencia: a case study for hot summer days. *Urban Sci.* 1(9): 1-18.
- Leuzingera S, Vogt R, Körner C (2010) Tree surface temperature in an urban environment. *Agric. For. Meteorol.* 150: 56-62.
- MGM (2020) Meteoroloji Genel Müdürlüğü. İskenderun İlçesi Saatlik İklim Verileri.
- Oliveira S, Andrade H, Vaz T (2011) The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon. *Build. Environ.* 46: 2186-2194.
- Patz JA, Campbell-Lendrum D, Holloway T, Foley JA (2005) Impact of regional climate change on human health. *Nature* 438: 310-317.
- Yan H, Wu F, Dong L (2018) Influence of large urban park on the local urban thermal environment. *Sci. Total Environ.* 622-623.