

Kent Geometrisine Bağlı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi: Konya Örneği

Fatih CANAN*¹

¹Selçuk Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Konya

Geliş tarihi: 08.06.2017

Kabul tarihi: 25.09.2017

Öz

Kentsel ısı adası etkisi, kentlerin yapısal yoğunluklarının artması sonucu gözlemlenen olumsuz bir mikroklimatik koşuldur. Çalışmada Konya kenti bağlamında seçilen 4 bölgede, kentsel dokuların geometrik oluşumuna bağlı olarak maksimum kentsel ısı adası etkileri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, maksimum ısı adası etkisinin, gökyüzü açıklıkların düşük olduğu yoğun kentsel alanlarda yüksek değerlerde olabileceği belirlenmiştir. Gökyüzü açıklık değerleriyle ısı adası etkisi arasında ters orantı söz konusudur. Konya kenti için az yoğun yerleşim alanlarının (yüksek SVF değerleri) planlanması daha uygun bir yaklaşım olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu durumda, yaz dönemlerinde kent ortamında gece oluşan ısı adası etkisinin azaltılmasının ve kışın da binaların az yoğun yapılaşmaya bağlı olarak güneşten pasif olarak yararlanabilmelerinin mümkün olabileceği belirtilmiştir. Son olarak ülkemiz koşullarında planlama ve tasarım aşamalarında yapılaşma yoğunlukları belirlenirken SVF parametresinin bir girdi olarak değerlendirilmesinin gerekliliğine vurgu yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kentsel ısı adası, Kent geometrisi, Gökyüzü açıklığı, Kentsel planlama, Mimari tasarım

Determination of the Urban Heat Island Effect Related to Urban Geometry the Example of Konya

Abstract

Urban heat island effect is a negative microclimatic condition observed as a result of the increasing of the cities density. In this study, the maximum urban heat island effects were determined according to the geometric formation of urban fabric of 4 areas selected in the context of Konya city. According to the obtained results, it was determined that maximum urban heat island effect has high intensity in dense urban areas where the sky opening values are low. There is an inverse relationship between sky opening values and heat island effect. It was concluded that planning urban areas with low density (high SVF values) for Konya city would be a more appropriate approach. In this case, it may be possible to reduce nocturnal heat island effect during the summer period in urban environment and the possibility for buildings to benefit from the sun in a passive way due to the less construction density. Finally, emphasis was made on the evaluation necessity of SVF parameter as a input in determination of construction densities in the planning and design phases in our country conditions.

Keywords: Urban heat island, Urban geometry, Sky opening, Urban planning, Architectural design

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Fatih CANAN, fcanan@selcuk.edu.tr

1. GİRİŞ

Dünya genelinde kentlerde yaşayan insanların sayısında büyük artışlar gözlemlenmektedir. Dünya sağlık örgütü verilerine göre, 1960 yılında dünya toplam nüfusunun %34'ünü, 2014 yılında ise %54'ünü kentli nüfus oluşturmaktaydı. Bu oranların önümüzdeki yıllarda, çoğunlukla gelişmekte olan ülkelerde artarak devam edeceği tahmin edilmektedir. Günümüz kentlerindeki bu nüfus artışı, ekonomik, sosyal ve çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda büyük kentlerde sıklıkla görülen olumsuz mikroklimatik koşullar önemli bir çevresel sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentte insan aktivitelerinin artması, kent dokusunun morfolojik yapısının değişmesi ve bitkisel yüzeylerin azalıp sert yüzeylerin artması, olumsuz mikroklimatik koşulların oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Büyük kentlerde görülen mikroklimatik problemlerin başında kentsel ısı adası etkisi gelmektedir. Kentsel ısı adası, yerleşim yerlerinin çevrelerinde yer alan kırsal bölgelere göre daha yüksek hava sıcaklık değerlerine sahip olması durumudur [1,2]. Kentsel ısı adası; kent hava kalitesinin düşmesine, binaların soğutulması için enerji tüketimlerinin artmasına, klima sistemlerinin yoğun kullanımına bağlı elektrik dağıtım şebekelerinde arızaların meydana gelmesine, kent üst tabakasında kirliliğe, rüzgar, nem ve yağış rejimlerinde değişmelere neden olmaktadır [3]. Diğer taraftan risk grubu taşıyan hastalarda ve yaşlı insanlarda, sıcak hava dalgalarının yaşandığı günlerde ciddi sağlık sorunlarına ve ölümlere de neden olabilmektedir [4].

Kentin geometrik yapısı, kentsel ısı adası etkisinin oluşumunu etkilemektedir [5-7]. Oke'ye [8] göre bu oluşum çoğunlukla gece meydana gelmektedir. Kış aylarında olumlu olabilirken yaz dönemlerinde istenmeyen sıcaklık artışlarına neden olmaktadır [8,9].

Günümüzde sürdürülebilir kalkınma bağlamında kent formuyla iklim arasındaki ilişkilerin belirlenmesi önemli bir araştırma alanı olmuştur [10]. Kent iklimi üzerine dünya genelinde son 30 yılda yapılan bilimsel çalışmalara rağmen, ülkemiz kentlerinde gerçekleşen ve devam eden kapsamlı

kentsel yenileme ve dönüşüm uygulamalarında, mikroklimatik araştırmalara yeterince yer verilmediği görülmektedir. Gelişimleri ve dönüşümleri hızla devam eden kentlerimizde, mikroklimatik koşulların ne durumda olduğunun belirlenmesi ve ona göre planlama ve tasarım stratejilerinin geliştirilmesi sürdürülebilir bir gelecek için büyük önem taşımaktadır.

Kent dokusunun geometrik yapısına bağlı olarak oluşması muhtemel maksimum kentsel ısı adası etkisinin gökyüzü açıklık değerlerine göre bir ön araştırma kapsamında belirlenmesi mümkündür. Çalışma bu çerçevede gerçekleştirilmiştir. Ülkemizin büyük kentlerinden olan Konya'da belirlenen 4 farklı özellikteki kentsel dokuda, gökyüzü açıklık değerlerinin analizleri yapılmış ve harita üzerinde dağılımları gösterilmiştir. Seçilen bölgelerdeki gökyüzü açıklıklarının ortalamalarına bağlı olarak oluşabilecek maksimum kentsel ısı adası değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamız kapsamında kentin biçimsel yapısı bina gruplarının ve bunların oluşturduğu açık alanların birlikteliğinden meydana gelen hacimsel oluşumlar olarak basite indirgenerek ele alınmıştır [11].

Kentsel ısı adasının oluşumunda kontrol edilemeyen ve edilebilen değişkenler söz konusudur [12]. Rüzgar hızı, bulutluluk oranı, antisiklon koşulları, doğal kökenli olup kontrol edilemeyen değişkenlerdir. Kentin biçimsel ve geometrik yapısı, bitkisel unsur ve yüzey kaplama malzemeleri gibi değişkenler ise planlamacılar ve mimarlar tarafından kontrol edilebilirler. Temel bir belirleyici olan ve yapıyı çevrenin oluşumunda kalıcı etkisi olan kentin biçimsel ve geometrik yapısı, bu çalışmada odaklanan temel konu olmuştur.

2. KENT ORTAMINDA İKLİM

Kentler buldukları doğal ortamı değişikliğe uğratarak yeni çevresel koşullar meydana getirirler. İnsanlar tarafından üretilmiş kendine özgü ekolojik ve atmosferik koşulları içlerinde barındırırlar [13]. Kentlerin morfolojik özellikleri iklimsel değişiklikler üzerinde çok yönlü karmaşık etkileri bulunmaktadır [14]. Kent formunun kent

mikrokliması üzerinde belirgin bir etkisinin olduğu çok sayıdaki araştırmada gösterilmiştir. Bu araştırmalar özellikle kent içindeki sıcaklıkların dağılımları ve hava akımları ile ilgilidir [15].

Kent ortamında mikroklima ölçeğinde yapılan araştırmalar yükseklik bakımından birkaç yüz metre ile sınırlıdır [10]. Bu ölçekte insan müdahaleleri ve dolayısıyla kent formu iklim üzerine etki yapabilmektedir. Kent formuyla iklim arasındaki etkileşim atmosferde farklı ölçeklerde üst üste gelen hava katmanlarında meydana gelmektedir. Bu katmanlar farklı termik dağılımlara sahiptir. Bu katmanlar arasında, kentsel kanopi katmanı zemin seviyesine en yakın olanı olup mikroklimatik ölçektir [16]. Bu çalışma kapsamında da dikkate alınan katmandır. Kent zemini (sokaklar, açık alanlar) yapı hacimleri ve yeşil alanlar bu katmanda değerlendirilir.

Kentin geometrik yapısının, kentsel kanopi katmanının mikroklimatik karakteri üzerine etkisinin olduğu Oke [8] tarafından yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Ancak şu belirtilmelidir ki, kent formunun karmaşık geometrik yapısı ve malzeme bileşenleri, kent düzeyinde mikroklimatik etkilerin gerçekçi bir şekilde belirlenmesini güçleştirmektedir. Kent formunun yerel ölçekte iklim üzerine olan etkileri çok kesin bir şekilde belirlenmesi oldukça güçtür [16].

2.1. Kent Geometrisi ve Isı Adası Etkisi

Kentsel ısı adası etkisi, yerleşim yerlerinin yakın çevrelerinde yer alan kırsal bölgelere göre daha yüksek sıcaklık değerlerine sahip olmaları durumudur (yüzeylerde ve hava ortamında) [17]. Gün boyunca sabit bir değere sahip olmayıp, zamana bağlı olarak değişkenlik göstermektedir [18]. Kent içindeki dağılımı da eşit düzeyde olmamaktadır. Kentsel ısı adasının şiddeti gün batımından itibaren başlayarak yüksek değerlere ulaşmaktadır. Gece saatlerindeki etkisi gündüz saatlerine göre daha yüksek olmaktadır [19]. Kentsel ısı adasının şiddeti; yapısal yoğunluğa, sert zeminli yüzeylerin ve yeşil dokunun dağılımına, yüzey malzemelerinin termofiziksel özelliklerine,

antropojenik ısı üretimine ve kentin geometrik özelliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir [20]. Bu değişkenlerden kentin geometrik yapısı, kent ortamının atmosferle olan etkileşimini belirlemede öncü bir role sahiptir. Kent geometrisi, güneşten ve atmosferden bina ve diğer kent yüzeylerine ulaşan kısa dalga boylu güneş ışınlarının ve bu yüzeylerden atmosfere doğru giden uzun dalga boylu ışınlarının (kızıl ötesi) yoğunluk miktarını belirlemede etkilidir. Rüzgârın hızını ve karmaşık kent yüzeylerindeki enerji emilim düzeyini de kentin geometrisi belirlemektedir. Uzun dalga boylu ışınların uzaklaşabilmesi ve dolayısıyla ısı kayıplarının oluşabilmesi, kent ortamındaki boşlukların yeterli düzeyde olmasına bağlıdır. Özellikle yaz dönemlerinde gece saatlerinde soğutma süreçleri, bina aralıklarından atmosfere doğru kaçabilen uzun dalga boylu ışınların yoğunluğu ile ilişkilidir [21]. Yoğun kentsel ortamlarda, birbirine yakın binalar kendi aralarında gökyüzü açıklığını belli miktarlarda engelledikleri için gündüz saatlerinde depoladıkları ısıyı, gece saatlerinde atmosfere yaymaları zorlaşmaktadır [22]. Çünkü çoğunlukla binalardan ve çeşitli yüzeylerden atmosfere doğru kaçmak isteyen uzun dalga boylu ışınlar (kızılötesi) yoğun doku içinde hapsolmakta, böyle olunca kent yüzeylerinde gece soğuması azalmaktadır [23]. Depolanmış ısının uzaklaşmaması sonucunda da kentsel ısı adası etkisi meydana gelmektedir. Bu fenomen özellikle kentsel kanyon niteliği taşıyan cadde ve sokakların bulunduğu bölgelerde daha fazla gözlemlenmektedir [9]. Sözü edilen kentsel kanyon ifadesi, yüksek binaların ve dar sokakların birlikte meydana getirdikleri kentsel boşlukları belirtmektedir.

2.2. Gökyüzünü Görme Faktörü/Gökyüzü Açıklığı

Gökyüzünü görme faktörü (İngilizce literatürde *Sky View Factor*; SVF) veya gökyüzü açıklığı, kentsel iklim çalışmalarında kullanılan önemli bir geometrik parametredir. Özellikle çalışma konumuz olan kentsel ısı adası etkisinin oluşumunda kentsel geometrinin rolünü ortaya çıkarmaktadır. Gökyüzü açıklığı (SVF), boyutsuz

bir değişken olup, kent ortamında bir noktadan gökyüzünün görüldüğü katı açıdır [11]. Kent ortamında sokak veya herhangi bir dış mekan yüzeyinde bulunan bir noktanın SVF değeri, o noktadan, yakın çevrenin meydana getirdiği engellere bağlı olarak, gökyüzünün görülme oranıdır. Daha sade bir ifadeyle, kent ortamında bir noktadan gökyüzünün görülebilirliğidir.

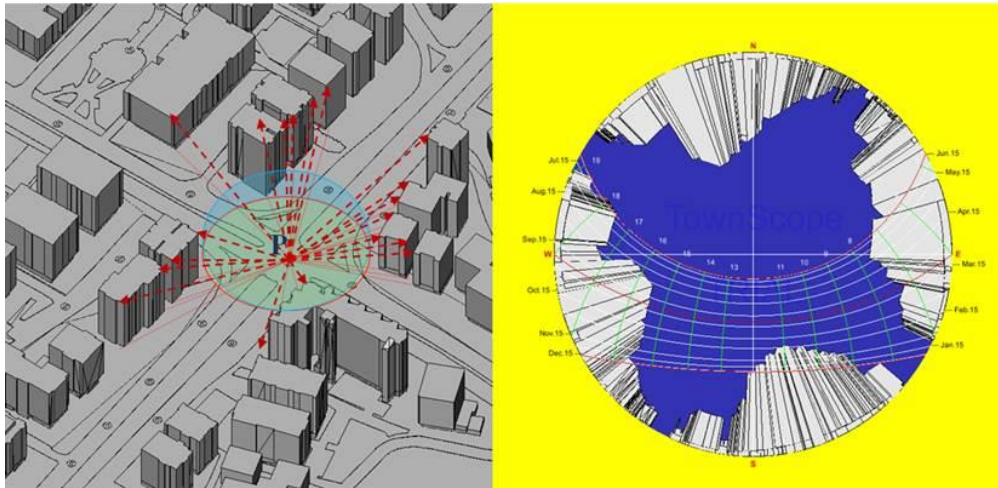
SVF değeri yaygın olarak 4 yöntemle belirlenir. Bunlar; analitik yöntemler, fotografik yöntemler (*Fish eye* fotoğraflar yardımı ile) (Şekil 1), küresel konumlama sistemi (GPS) yöntemleri ve bilgisayar yazılım yöntemleridir [14,24]. Çalışmada da kullanılan bilgisayar yazılımı yöntemi ile üç boyutlu dijital kent modellerinden SVF değerleri belirlenebilmektedir. Üç boyutlu kent modellerinde bir noktanın SVF değeri, yarımküre

üzerine gerçekleşen projeksiyonlar yardımıyla hesaplanmaktadır (Şekil 2).

SVF, 0 ile 1 arasından bir değer olup bir yüzde oranını belirtmektedir [25,26]. Bir noktanın SVF değerinin bir sayısına denk olması, gökyüzünün tamamen engelsiz, yani açık olduğu anlamı çıkar. Sıfır olması ise tamamen engellenmiş bir gökyüzünün varlığı söz konusu olmaktadır [26]. SVF değerinin bire yakın olması gökyüzünde çok az engelin olduğu anlamına gelir. Bu durumda o noktadaki hava sıcaklığının açık alanda yer alan meteoroloji istasyonunun değerlerine yakın olması beklenir. SVF Sıfır değerine yakın olması ortamın çok kapalı olduğunu gösterir. Bu durumda ise ortamın hava sıcaklığı yakın çevre koşullarından etkileneceği için meteoroloji istasyonu değerlerinden önemli ölçüde farklılaşır [10].



Şekil 1. Gökyüzü açıklığının (SVF'nin) tespiti için kullanılacak "Fish eye" fotoğraflar, Konya kent merkezi, 2017



Şekil 2. Üç boyutlu kent modelinde gökyüzü açıklığının (SVF'nin) belirlenmesi (Townscope III yazılımı ile hesaplanan P noktasının SVF değeri %68,60'dır)

2.3. Kentsel Isı Adası Oluşumunun Gökyüzü Açıklığına Bağlı Olarak Açıklanması

SVF, kent iklimi üzerinde etkili olan bir parametredir [27-29]. Kentsel ısı adası etkisinin belirlendiği çalışmalarda, SVF parametresi yaygın bir kullanıma sahiptir [30-32]. SVF kentin geometrik yapısının bir temsil değeri olup, kent ile atmosfer arasındaki ışıma alışverişlerinin belirlenmesinde dikkate alınmaktadır [33]. Bir kent dokusunun termal ortamı; gelen kısa dalga boylu güneş ışımlarının ve yüzeylerden atmosfere doğru uzaklaşan uzun dalga boylu ışımların yoğunluğuna bağlıdır. Bu iki temel fiziksel olay doğrudan gökyüzü açıklığına, yani SVF değerlerine bağlıdır [34]. SVF değerlerinin düşük olduğu dar sokak ve yüksek yapılardan oluşan kentsel dokularda, gökyüzü açıklığı azaldığı için, kırsal yerleşimlere göre uzun dalga boylu ışımların uzaklaşması kısıtlı hale gelmekte, dolayısıyla kentsel ısı adası etkisi de artmaktadır [22]. Geniş bir kentsel alanda, gökyüzü açıklığı ve maksimum kentsel ısı adası şiddeti arasında bir korelasyonun varlığı Oke [36] tarafından tespit edilmiştir. Uygun gece koşullarında, yani sakin bir havada ve bulutsuz bir gökyüzünde, maksimum kentsel ısı adası şiddeti ($\Delta T_{u-r(max)}$), geniş bir kentsel alanda ortalama SVF (Ψ) değerlerinin bir fonksiyonudur. $\Delta T_{u-r(max)}$ değeri, kent içinde maksimum hava sıcaklığı (pik değer) ile kırsal alandaki hava sıcaklığı arasındaki farktır [35]. Maksimum kentsel ısı adasının şiddeti kentin geometrik yapısına bağlı olarak aşağıda belirtilen formülle tahmini olarak hesaplanabilmektedir [36].

$$\Delta T_{u-r(max)} = 15,27 - 13,88 \Psi$$

Oke [8] tarafından geliştirilen formülün geçerliliği gece saatlerinde, antropojenik ısı salınımının yavaş seyrettiği yaz aylarında birçok Avrupa, Avustralya ve Kuzey Amerika kentinde gösterilmiştir. Bu şekilde kentsel ısı adası etkisi kentin morfolojik yapısına bağlı olarak belirlenmektedir [37].

3. METODOLOJİ

Konya kent merkezini temsil edebilecek nitelikte üç farklı bölge ve bir tane de yeni planlama/tasarım anlayışlarını temsil edebilecek

kentin kuzey gelişme aksında yer alan bir bölge belirlenmiştir. Yapısal yoğunluk, gelişme dönemi ve kent içindeki konum bölgelerin seçimlerinde dikkate alınan kriterler olmuştur. Şekil 3'de Konya kenti genelinde analizleri gerçekleştirilmiş bölgelerin konumları görülmektedir. 1. bölge geleneksel kent merkezini temsil etmektedir. Daha çok ticaret fonksiyonları ve bazı resmi kurum binaları yer almakta olup az katlı bir yapılaşmaya sahiptir: çoğunlukla zemin dahil 2 katlı binalar mevcuttur. 2. bölge, Abdülaziz ve Beyhekim mahallelerinin bir bölümünün yer aldığı günümüzün modern kent merkezidir. Bu bölgede çoğunlukla zemin dahil 4, 5 ve 6 katlı, ticaret, iş merkezi ve konut binaları yer almaktadır. 3. bölge kent içinde yüksek yoğunluklu yapılaşmaya sahip Nişantaşı mahallesini kapsamaktadır. Bu mahallede zemin dahil çoğunlukla 9-10 kattan oluşan ticaret, iş merkezi ve konut binaları yer almaktadır. 4. Bölge ise Şeyh Şamil Mahallesi'nin bir bölümünü kapsamakta olup yüksek katlı konut bloklarından oluşmaktadır. Konut binaları ağırlıklı olarak zemin dahil 15 kata sahiptir. Bu bölge son 10 yılda çok hızlı kentleşmiştir. Analizlerin yapılması amacıyla, belirlenen bu çalışma alanlarının bilgisayar ortamında üç boyutlu katı modelleri hazırlanmıştır. 1. aşamada bu modeller üzerinden Townscope III yazılımı ile SVF (gökyüzü açıklığı) değerleri hesaplanmış ve bölgelere ait SVF haritaları elde edilmiştir. Tüm bölgelerde SVF hesapları yer seviyesinden 150 cm yüksekliğinde gerçekleştirilmiştir. Bölgelerde 3 metre sıklıkla oluşturulan gridal ağ dikkate alınarak hesapların gerçekleştirileceği noktalar belirlenmiştir. Binaların içerisinde kalan noktaların tümü kaldırılmıştır. Hesaplanan SVF değerleri yüzde (%) olarak gösterilmiştir. 2. aşamada ise elde edilen gökyüzü açıklık değerlerine bağlı olarak Oke'nin [8] formülü ile yaklaşık olarak maksimum kentsel ısı adası şiddetinin değerleri hesaplanmıştır.

4. SEÇİLEN BÖLGELERDE ELDE EDİLEN BULGULAR

Değerlendirme için seçilen bölgelerin dış sınırları belirlenirken, yakın çevrelerinde büyük boş alanların yer almamasına dikkat edilmiştir. Bu bölgelerin olabildiğince binalarla sınırlanmış

olmaları önemli görülmüştür. Sınır belirlemede gösterilen bu hassasiyetle, içe dönük kentsel dokulardan daha anlamlı sonuçların elde edileceği düşünülmüştür. Seçilen bölgelerin iç kısımlarında geniş yaya dolaşım alanları (park veya kentsel dış mekan) yer almıştır. Tamamen binalardan oluşan bir doku olmayıp onlarla birlikte kentsel boşluklar

da değerlendirmeye alınmıştır. Böylece sınır tanımlamada yer alan çok sayıda seçenek içerisinde, temsil değeri yüksek ve dolu/boş anlamında dengeli kent dokuları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu yaklaşımla bölgelere ait SVF ortalamalarında tutarlı değerlerin elde edilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 3. Seçilen bölgelerin Konya kentinde konumları

4.1. Bölgelerde Gerçekleşen SVF, $\Delta T_{u-r(max)}$ Hesaplamaları ve Değerlendirmeler

Öncelikle seçilen kentsel dokular içerisinde genel SVF ortalamaları hesaplanmıştır. Bölgelerde SVF

dağılımlarındaki çeşitliliği gösterebilmek için çok kapalıdan çok açığa doğru alan gökyüzü açıklık değerleri 5 farklı grupta yüzde olarak gösterilmiştir. Yüzde dağılım içerisindeki gruplandırma 20 puan arayla yapılmıştır.

Genelde seçilen kentsel dokularda tam anlamıyla homojen bina yükseklikleri bulunmamaktadır. Bina aralıkları ve yol genişlikleri de farklı ölçülerdedir. Kentsel dış mekanların geometrisi ve boyutları da çeşitlilik göstermiştir. Bütün bunlar dolu boş dağılımlarını çok yönlü etkilemiş

dolayısıyla farklı SVF değerleri ortaya çıkmıştır. Çizelge 1’de bölgelerdeki noktalara ait SVF dağılımlarının yüzdesi yer almaktadır. Çizelge 2’de ise bölgelere göre ortalama, minimum, maksimum SVF ve maksimum ısı adası ($\Delta T_{u-r(max)}$) değerleri görülmektedir.

Çizelge 1. Seçilen bölgeler için hesaplanan nokta sayısı ve SVF dağılımları

Bölge	Nokta sayısı	SVF (%) dağılımları					
		Çok kapalı ←————→ Çok açık					
		0-20,9	21-40,9	41-60,9	61-80,9	81-100	
1	Geleneksel kent merkezi	3324	% 1,96	% 18,77	% 28,76	%45,82	%4,69
2	Modern kent merkezi	7173	%8,90	%35	%28	%27,88	%0,26
3	Nişantaşı Mahallesi	3951	%12	% 50,7	%35,3	%1,5	%0
4	Şeyh Şamil Mahallesi	15498	%0,48	%15	%52,86	%29,17	%2,48

Çizelge 2. Seçilen bölgeler için ortalama, minimum ve maksimum SVF ve $\Delta T_{u-r(max)}$ değerleri

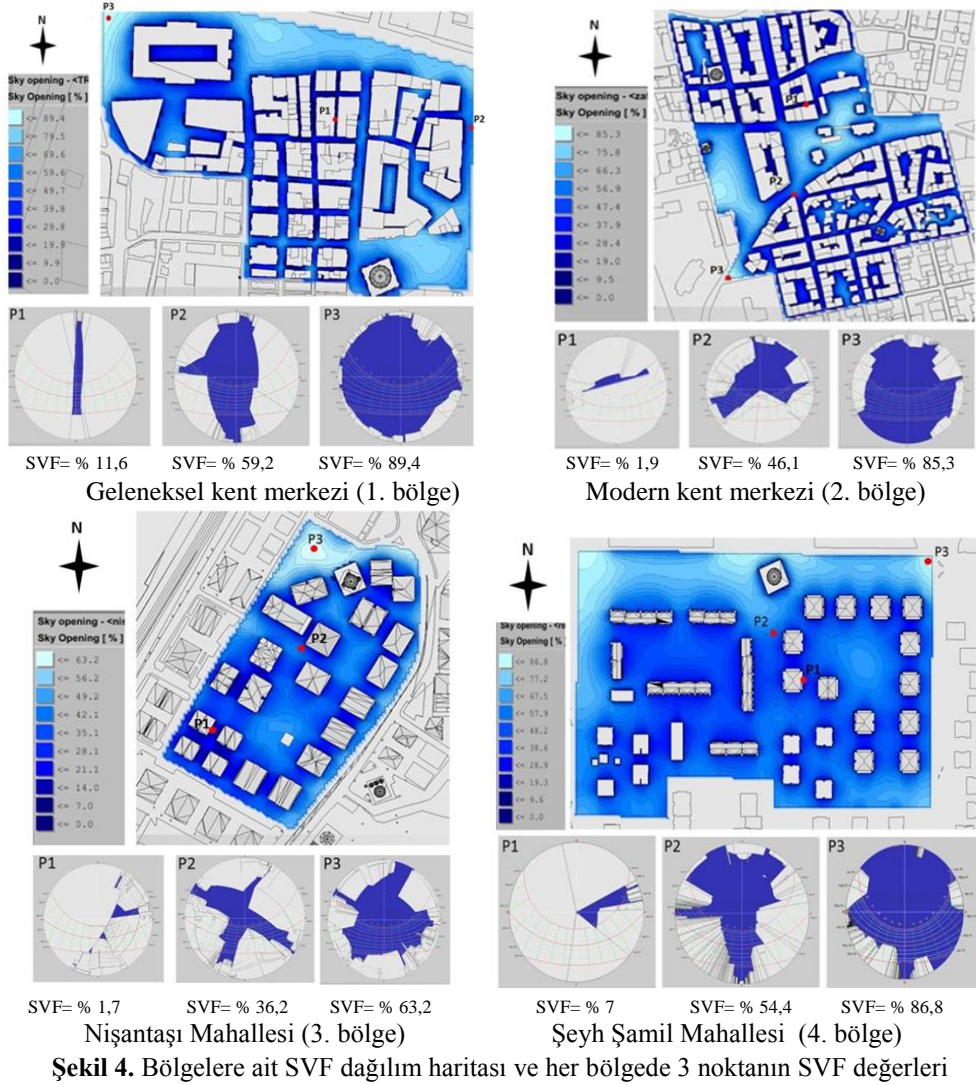
Bölge	SVF (%)			$\Delta T_{u-r(max)}$	
	Ortalama değer	Minimum değer	Maksimum değer		
1	Geleneksel kent merkezi	%58,19	%11,6	%89,4	7,2°C
2	Modern kent merkezi	%46,10	%1,90	%85,3	8,9°C
3	Nişantaşı Mahallesi	%36,21	%1,40	%63,20	10,2°C
4	Şeyh Şamil Mahallesi	%54,42	%6,7	%86,8	7,7°C

Geleneksel kent merkezinin (1. bölge) ortalama SVF değeri %58,19 olup bölgeler içerisinde en yüksek olanıdır (Şekil 4). Orta derece ile açık arası bir SVF değerinden söz edilmesi mümkündür. Bölgedeki noktaların yaklaşık yarısı açık ve çok açık olarak nitelenebilecek SVF değerlerine sahiptir. Çok açık olarak nitelenebilecek noktaların genel dağılımdaki oranı %4,69’tur. Bu bölgedeki SVF dağılımlarına bakıldığında minimum değer %11,6 maksimum değer ise %89,4’tür.

Günümüzün modern kent merkezinin (2. bölge) ortalama SVF değeri %46,10 olup açıklık derecesi orta düzeye yakın kabul edilebilir (Şekil 4). Kapalı kabul edilebilecek noktaların SVF değerleri %21-%40,9 aralığında olup %35 oranında bulunmaktadır. Noktaların %8,90’u çok kapalı olarak nitelenebilecek SVF değerlerine sahiptir. Bu noktalar geniş dış mekanların ve boşlukların olmadığı, dar sokakların yer aldığı alanlarda sıklaşmaktadır. Açık olarak nitelenebilecek SVF değerlerine sahip

noktalar %27,88 oranında yer almaktadır. Bu noktalar yaya dolaşım alanlarında ve açık kentsel alanlarda artmıştır. Açık gökyüzü koşullarına sahip noktaların sayısı düşük olup bulunma oranı %0,26’dır. Bu bölgedeki minimum SVF değeri %1,90, maksimum değeri ise %85,3’tür.

Nişantaşı mahallesinde (3. bölge) ortalama SVF değeri belirlenen bölgeler arasında en düşük olanıdır (Şekil 4). Ortalama SVF değeri %36,21’dir. Yüksek yapılaşmaya sahip bölgede noktaların SVF dağılımları sırayla şu şekildedir: %50,7 oranında kapalı, %12 oranında çok kapalı ve %35,3 oranında orta düzeyde kapalı. Çok açık gökyüzü koşullarına sahip nokta bulunmamaktadır. Minimum SVF değeri %1,40 maksimum değeri ise %63,20’dir. Yüksek katlı binalar ve yapı adası içerisinde binalar arası mesafelerin oldukça yakın olması bölgedeki SVF değerlerinin çoğunlukla düşük çıkmasına neden olmuştur.



Şekil 4. Bölgelere ait SVF dağılım haritası ve her bölgede 3 noktanın SVF değerleri

Kent merkezinin dışında kalan ve yeni kentleşen alanları temsil değerinde olan Şeyh Şamil mahallesinde (4. bölge) ortalama SVF değeri %54,42'dir. Bu mahalle orta düzeyde bir kapalılık derecesine sahiptir (Şekil 4). Genel SVF dağılımlarına bakılırsa; noktaların %29,17 açık, %2,48 ise çok açık gökyüzü koşullarına sahip olduğunu söylemek mümkündür. Noktaların %15'i Kapalı gökyüzü koşullarına sahiptir. Bölgenin minimum SVF değeri %6,7, maksimum değeri ise %86,8'dir. Yüksek katlı bir yapılaşmaya rağmen, var olan ortak kullanımlı geniş dış mekânlar, SVF

değerlerinin çok düşük çıkmasını engellemiştir. Bu bölgede var olan kapalı sitelerde, sosyal kullanım amaçlı kamusal alanlar önemli kentsel boşluklar oluşturmaktadır. Genelde kentte yeni planlanan bölgelerde bu tasarım yaklaşımı dikkat çekmektedir. Yüksek katlı binaların olduğu bölgelerde bu kamusal mekânların SVF değerlerini artırma yönünde etki yaptığını söyleyebiliriz.

Çizelge 2'de ortalama SVF değerlerine göre bölgelerde oluşabilecek maksimum kentsel ısı adası etkisinin yaklaşık değerleri yer almaktadır.

Elde edilen sıcaklık değerleri yoğunluk ile ters orantılı çıkmıştır. Sonuçlar dikkate alındığında, yüksek yoğunluktaki yapılaşmadan dolayı, en yüksek ısı adası etkisi Nişantaşı mahallesinde görülmektedir (10,2 °C). Ardından kent merkezi (8,9 °C), Şeyh şamil mahallesi (7,7 °C) ve geleneksel kent merkezi (7,2 °C) gelmektedir.

4.2. Tartışma

Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, maksimum ısı adası etkisinin, yoğun yapılaşmaya sahip kentsel alanlarda oluşma ihtimalinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Kentin geometrik yapısının dikkate alınmasıyla elde edilen bu sonuçlar bir ön tahmindir ve planlama/tasarım disiplinleriyle uğraşanlara ilk fikirleri vermesi bakımından önemlidir. Ancak bu sonuçların çok yönlü olarak değerlendirilmesi daha sağlıklı bir bakış açısı kazandıracaktır. Kentsel ısı adası etkisi, çok sayıda kontrol edilebilir ve edilemeyen değişkenlere bağlı olarak meydana geldiği için çok net olarak belirlenmesi güçtür. Bu gerçek dikkate alınarak Konya kentinin içinde bulunduğu karasal iklim koşulları ve gece gündüz zaman aralıkları dikkate alınarak yorumların yapılması uygun olacaktır.

Yaz dönemlerinde ısı adası etkisini azaltmak için, az yoğun yerleşim alanlarının (yüksek SVF değerleri) planlanması doğru bir yaklaşım olarak kabul edilebilir. Yoğun dokuların (düşük SVF) yaz dönemlerinde gündüz saatlerinde gölge oluşturmaları avantajlı bir durum olarak görülebilir. Ancak Konya iklim koşullarında binaların güneşe erişimleri kış dönemlerinde önemsenmesi gerekmektedir. Yoğun yapılaşma, kış günlerinde binaların güneşten yararlanma durumunu azaltacağı bir gerçektir. Kent ortamının gökyüzü açıklık düzeyi bütünsel bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. Bu durumda Konya iklim koşullarında SVF değerlerinin yüksek olması, yani açık gökyüzü koşullarının desteklenmesi daha avantajlı görülmektedir. Böylece yaz dönemlerinde gece oluşan ısı adası etkisinin azaltılması ve kışın da az yoğun yapılaşmaya bağlı olarak binaların güneşten pasif anlamda yararlanabilmeleri mümkün olabilecektir. Bu kabul doğrultusunda, yaz günlerinde gündüz saatlerinde güneşlenmenin

olumsuz koşullarından korunmak için özellikle mimari ölçekte çözümler gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu önlemler dizisi, hem bina iç kullanıcılarının hem de kent ortamında özellikle kamusal alanlarda dış mekan kullanıcılarının termal konfor koşullarının iyileştirilmesiyle ilgili olmalıdır. Kentsel ortamda mimari çözümlerle ve ağaçlandırma gibi bitkisel unsurlarla gölgeli mekânların var edilmesi gerekmektedir. Mimari bir çözüm olarak yeşil cephe ve çatı uygulamaları desteklenebilir ve yaygınlaştırılabilir. Ancak sözü edilen bu önlemler dizi, kentin geometrik yapısını kalıcı olarak belirleyen bina yükseklikleri, aralıkları ve biçimleri gibi temel fiziki değişkenlerle beraber tamamlayıcı özellikte olabilirler.

5. SONUÇ

Günümüzde global ölçekte önemli yer tutan iklimsel değişim ve artan kentleşme olguları dikkate alındığında, kentsel iklim araştırmalarının önemi ortaya çıkmaktadır. Kentlerimizde yer yer var olan yüksek yoğunluklu yapılaşma anlayışı, beraberinde olumsuz mikroklimatik koşulların oluşmasına yol açacağı açıktır.

Çalışmada kentlerin geometrik yapısının neden olabileceği ısı adası etkisinin belirlenmesinde SVF yani gökyüzü açıklık değerleri dikkate alınmıştır. SVF kentteki yapısal yoğunluğun değerlendirilmesinde başvurulabilecek bir parametredir. Çalışma alanı olarak belirlenen Konya kenti bağlamında seçilen 4 bölgede, gökyüzü açıklık değerleri dikkate alınarak oluşabilecek maksimum kentsel ısı adası etkileri yaklaşık olarak hesaplanmıştır. Oluşması muhtemel ısı adası etkisinin şiddeti, yüksek yoğunluklu yapılaşmaya sahip alanlarda daha yüksek görülmektedir.

Kentleşme aktivitelerin devam ettiği ülkemizde, planlama ve tasarım aşamalarında yapılaşma yoğunlukları belirlenirken SVF parametresi bir girdi olarak değerlendirilebilir. Bilinen yoğunluk değerleri, yapı çevrenin toprakla olan ilişkisini ortaya koyarken, SVF parametresi farklı olarak yapı çevrenin gökyüzü ile olan ilişkisini

belirlenmektedir. Bu yaklaşım sayesinde atmosferle, gökyüzü ile olan ilişki düzeyi belirlenebilmektedir. Dolayısıyla bu parametre ile ısı adası etkisinin belirlenmesi önceden mümkün olabilmektedir. Şehir plancıları genel planlama yaklaşımlarında, mimarlar da ada bazında gerçekleştirecekleri düzenlemelerde, mikroklimatik sonuçların bir ön tahminini yapabilmeleri önemlidir. Planlama ve tasarım aşamasında yapıyı çevrenin geometrik yapısı kesin bir şekilde belirlendiği için, bu aşamada şehir plancıları ve mimarların bilinçli kararlar almaları gerekmektedir.

Mimarlar yoğun kentsel dokularda ısı adası etkisini azaltabilmek için tasarım aşamasında, bina yüzeylerini oluşturan malzemelerin yansıtma katsayılarını daha yüksek değerlerde seçebilirler. Dış mekân düzenlemelerinde yeşil dokunun yoğunluğunu arttırarak evapotranspirasyonla soğutmanın gerçekleşmesini sağlayabilirler.

Kentsel planlamada, kentlerin oluşumunda önemli bir gösterge olan yoğun değerlerinin çok yönlü etkileri dikkate alınmalıdır. Nüfus, ulaşım, yeşil doku ve bina tipolojisi gibi girdilerin yanında mikroklimatik sonuçlar da düşünülmelidir. Yeryüzünün içinde bulunduğu olumsuz çevresel koşulların azaltılması için kent ölçeğinde mikroklimanın iyileştirilmesi önemli bir planlama ve tasarım stratejisi olarak ele alınmalıdır. Kentlerin oluşumunda önemli rolleri olan kentsel planlama ve mimari tasarım disiplinlerinde, tasarım ölçekleri arasında koordineli çalışmalar yapılmalı, her ölçekte mikroklimayı iyileştirecek tasarım önlemleri alınmalıdır.

6. TEŞEKKÜR

Çalışmada Townscope yazılımı kullanımı konusunda destekleri için Liège Üniversitesi (Belçika) Lema Araştırma Merkezi Müdürü Prof. Dr. Jacques Teller'e teşekkürlerimi sunmak isterim.

7. KAYNAKLAR

1. Nakata C., Souza L., 2013. Verification of the Influence of Urban Geometry on the Nocturnal

Heat Island Intensity, *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 7(2), 286-292.

2. Allegrini, J., Dorer, V., Carmeliet, J., 2015. Influence of Morphologies on the Microclimate in Urban Neighbourhoods. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 144, 108-117.
3. Mirzaei, P.A., Haghghat, F., 2010. Approaches to Study Urban Heat Island-Abilities and Limitations. *Building and Environment*, 45 (10), 2192-2201.
4. Chung, M.H., Park, J.C., 2016. Development of PCM Cool Roof System to Control Urban Heat Island Considering Temperate Climatic Conditions. *Energy and Buildings*, 116, 341-348.
5. Rzepa, M., 2009. The Map of Sky View Factor in the Center of Lodz, The Seventh International Conference on Urban Climate, Yokohama.
6. Guo, G., Zhou, X., Wu, Z., Xiao, R., Chen, Y., 2016. Characterizing the Impact of Urban Morphology Heterogeneity on Land Surface Temperature in Guangzhou, China, *Environmental Modelling and Software*, 84, 427-439.
7. Cheung, H.K.W., Coles, D., Levermore, G.J., 2016. Urban Heat Island Analysis of Greater Manchester UK Using Sky View Factor Analysis, *Building Services Engineering Research and Technology*, 37, 5-17.
8. Oke, T.R., 1981. Canyon Geometry and the Nocturnal Urban Heat Island: Comparison of Scale Model and Field Observations. *Journal of Climatology*, 1(3), 237-254.
9. White, M., Kimm, G., 2015. Measuring Sky View Factor of Urban Canyons Using Hacked Gopro Hemispheric Video Processing, *Living and Learning: Research for a Better Built Environment: 49th International Conference of the Architectural Science Association*, Melbourne.
10. Athamena, K., 2012. Modelling and Simulation of Urban Microclimates : Study of the Impact of Urban Morphology on Comfort in Outside Spaces, Cases of Eco-Districts, Doctorate Thesis, Ecole Centrale de Nantes (ECN).
11. Steemers, K.A., Ramos, M.C., Sinou, M., 2004. Urban Morphology, *Rediscovering the*

- Urban Realm and Open Spaces, Designing Open Space in the Urban Environment: A Bioclimatic Approach M. Nikolopoulou, Editor, Centre for Renewable Energy Sources, CRES, Department of Buildings, Greece, 20-25.
12. Rizwan, A.M., Dennis, L.Y.C., Liu, C., 2008. A Review on the Generation, Determination and Mitigation of Urban Heat Island, *Journal of Environmental Sciences*, 20(1), 120-128.
 13. Göksu, Ç., 1999. *Güneş Kent*, 2 ed., Gökusu Yayınları, Ankara.
 14. Chen, L., Ng, E., An, X., Ren, C., Lee, M., Wang, U., He, Z., 2012. Sky View Factor Analysis of Street Canyons and its Implications for Daytime Intra-Urban Air Temperature Differentials in High-Rise, High-Density Urban Areas of Hong Kong: A GIS-Based Simulation Approach, *International Journal of Climatology*, 32(1), 121-136.
 15. Paramita, B., Fukuda, H., 2014. Heat Intensity of Urban Built Environment in Hot Humid Climate Region. *American Journal of Environmental Sciences*, 10(3), 210-218.
 16. Bouyer, J., 2009. Modelling and Simulation of Urban Microclimates-Study of the Urban Planning Impact on the Buildings Energy Consumption, Doctorate Thesis, Université de Nantes.
 17. Theophilou, M.K., Serghides, D., 2015. Estimating the Characteristics of the Urban Heat Island Effect in Nicosia, Cyprus, Using Multiyear Urban and Rural Climatic Data and Analysis, *Energy and Buildings*, 108, 137-144.
 18. Tsoka, S., 2011. Relations Entre Morphologie Urbaine, Microclimate et Confort des Piétons: Application au Cas des Ecoquartiers, Master Thesis, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment [CSTB], Nantes.
 19. Mathew, A., S. Khandelwal, S., Kaul, N., 2016. Spatial and Temporal Variations of Urban Heat Island Effect and the Effect of Percentage Impervious Surface Area and Elevation on Land Surface Temperature: Study of Chandigarh City, India. *Sustainable Cities and Society*, 26, 264-277.
 20. Ward, K., Lauf, S., Kleinschmit, B., Endlicher, W., 2016. Heat Waves and Urban Heat Islands in Europe: A Review of Relevant Drivers. *Science of the Total Environment*, 569-570, 527-539.
 21. Gál, T., Lindberg, F., Unger, J., 2008. Computing Continuous Sky View Factors Using 3D Urban Raster and Vector Databases: Comparison and Application to Urban Climate. *Theoretical and Applied Climatology*, 95(1-2), 111-123.
 22. Unger, J., 2009. Connection Between Urban Heat Island and Sky View Factor Approximated by a Software Tool on a 3D Urban Database, *International Journal of Environment and Pollution*, 36 (1-3), 59-80.
 23. Debbage, N., 2013. Sky-View Factor Estimation: A Case Study of Athens, Georgia. *Geographical Bulletin-Gamma Theta Upsilon*, 54(1), 49-57.
 24. Zhu, S., Guan, H., Bennet, J., Clay, R., Ewenz, C., Benger, S., Maghrab, A., Millington, A.C., 2013. Influence of Sky Temperature Distribution on Sky View Factor and its Applications in Urban Heat Island. *International Journal Of Climatology*, 33(7), 1837-1843.
 25. Li, W., Putra, S.Y., Yang, P.P.J., 2004. GIS Analysis for the Climatic Evaluation of 3D Urban Geometry. The Development of GIS Analytical Tools for Sky View Factor, GISDECO: Roceedings of the 7th International Conference on GIS for Developing Countries, Johor, Malaysia.
 26. Liao, J.W.L., Cavaleri, M.M., 2014. The Study of Sky View Factor, Urban Morphologies: Computational Tools and Methods of Analysis, 30th International PLEA Conference Sustainable Habitat for Developing Societies-Choosing the Way Forward, Ahmedabad, India, Cept University Press Centre for Documentation & Publications.
 27. Kakon, A.N., Nobuo, M., 2009. The Sky View Factor Effect on The Microclimate of a City Environment: A Case Study of Dhaka City, The Seventh International Conference on Urban Climate, Yokohama Japan, 29 June-3 July.
 28. Krüger, E.L., Bröde, P., 2013. Analyzing the Relationship between Local Urban Morphology and Predicted Thermal Perception, 29th PLEA 2013 Conference,

- Sustainable Architecture for a Renewable Future, Munich, Germany.
29. Yuan, C., Chen, L., 2011. Mitigating Urban Heat Island Effects in High-Density Cities Based on Sky View Factor and Urban Morphological Understanding: A Study of Hong Kong. *Architectural Science Review*, 54(4), 305-315.
 30. Rafiee, A., Dias, E., Koomen, E., 2016. Local Impact of Tree Volume on Nocturnal Urban Heat Island: A Case Study in Amsterdam. *Urban Forestry & Urban Greening*, 16, 50-61.
 31. Hu, Y., White, M., Ding, W., 2016. An Urban Form Experiment on Urban Heat Island Effect in High Density Area, *Procedia Engineering*.
 32. Wu, X., Liu, N., 2014. Study of the Relationship between Sky View Factor and Urban Plaza Conformation, *New Urban Configurations*, 574-582.
 33. Svensson, M.K., 2004. Sky View Factor Analysis, Implications for Urban Air Temperature Differences, *Meteorological Applications*, 11(3), 201-211.
 34. Wenjing, L., 2005. Using Sky View Factor As an Indicator for GIS-Based Analysis of 3D Urban Geometry in Relation to Thermal Performance, Master Thesis, Department of Architecture School of Design and Environment, National University of Singapore.
 35. Li, W., Putra, S.Y., Yang, P.P.J., 2004. Climatic Performance of 3D Urban Geometry: GIS-Based Analyses on Sky View Factor Patterns, IUPEA6, Louisville.
 36. Oke, T.R., 1987. *Boundary Layer Climates*. second ed., Routledge Taylor & Francis Group.
 37. Montávez, J.P., González-Rouco, J.F., Valero, F., 2008. A Simple Model for Estimating the Maximum Intensity of Nocturnal Urban Heat Island. *International Journal of Climatology*, 28(2), 235-242.
- Yazılım: Townscope III