



**Climate**  
and  
**Health**  
Journal

SAYI  
ISSUE  
**3**

VOLUME/CİLT: 1  
YEAR/YIL: 2021

İKLİM VE SAĞLIK DERGİSİ

E ISSN: 2757-8607



**İKLİM VE SAĞLIK DERGİSİ /  
CLIMATE AND HEALTH JOURNAL**

**Cilt/ Volume:** 1

**Sayı/Number:** 3

Kasım/November 2021

**Yayın Dili/ Publishing Language**

Türkçe/İngilizce

**E ISSN:** 2757-8607

**Yayın Türü/Type of Publication**

Yaygın Süreli Yayın/Peer Reviewed  
Academic Journal

**Yayın Periyodu/Publishing Period**

Dört ayda bir (Mart, Ağustos, Kasım  
aylarında) yayımlanır/Three times a year  
(March, August, November)

**Dergi Atf Adı/Journal Name**

Climatehealth

**Derginin Sahibi/Owner**

Alban Tanıtım Ltd. Şti.

**Yazı İşleri Müdürü/ General Publication**

**Director**

S. Bahar Alban

**Yönetim Yeri - Akademik İçerik**

**Danışmanlığı ve Hazırlık/Management**

**Location - Content Advisor**

Alban Tanıtım Ltd. Şti.

Tunalı Hilmi Cad. Büklüm Sokak No: 45/3

Kavaklıdere/Ankara Tel: 0.312 430 13 15

e-mail: editor@albantanim.com.tr

web: www.albantanim.com.tr

**Tasarım ve Uygulama/Graphic Design**

Alban Tanıtım Ltd. Şti.

**Tashih/Proofreading**

S. Bahar Alban



**EDİTÖR/EDITOR**

**Prof. Dr. E. Didem Evci Kiraz,**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi /

Aydın Adnan Menderes University

**YAYIN KURULU/EDITORIAL BOARD**

**Dr. Ayşe ÇAĞLAYAN,**

Ministry of Environment and Urbanisation

**Prof. Dr. Binnaz Zeynep ZAIMOĞLU,**

Çukurova University

**Doç. Dr. Çiğdem COŞKUN HEPCAN,**

Ege University

**Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY,**

İstanbul University

**Prof. Dr. Erkan Pehlivan,**

İnönü Üniversitesi / İnönü University

**A/Prof. Dr. Florina TULUCA,**

University of Bucharest, Romania

**A/Prof. Dr. Kambod AMINI HOSSEINI**

Risk Management Research Center, Iran

**Prof. Dr. Nazmiye ERDOĞAN,**

Başkent University

**Dr. Nuran TALU,**

Global Balance Association

**Dr. Reza SABER,**

Ankara University

**Prof. Dr. Semra CERİT MAZLUM,**

Marmara University

**Prof. Dr. Veysel IŞIK,**

Ankara University

\*İsme göre alfabetik sırada/In alphabetical order by Name

İklim ve Sağlık Dergisi ulusal hakemli bir dergidir. Yayımlanan  
makalelerin sorumluluğu yazarına/ yazarlarına aittir.

Climate and Health Journal is a national refereed journal.

Authors bear responsibility for the content of their published  
articles.

# İÇİNDEKİLER

## TABLE OF CONTENTS

<p>ARAŞTIRMA / RESEARCH ARTICLE</p> <p><b>Endüstri Yapılarında Aydınlatma Enerjisinin Karbon Ayak İzine Etkisinin Hesaplanması: Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Örneği / Calculating the Effect of Lighting Energy on Carbon Footprint in Industrial Buildings: The case of Kayseri Industrial Zone</b></p> <p><i>Ahmet Hasdal &amp; Özlem Sümengen</i></p>	<b>111</b>
<p>DERLEME / RESEARCH ARTICLE</p> <p><b>Prediction of Monthly Malaria Outbreaks in Districts of Odisha, India with Meteorological Parameters using Statistical and Artificial Neural Network Techniques</b></p> <p><i>Pulak Guhathakurta &amp; Ram Ratan &amp; Rajib Chattopadhyay &amp; Deepa Kulkarni &amp; Lalit S. Bile &amp; Ashwini Prasad</i></p>	<b>122</b>
<p>ARAŞTIRMA / RESEARCH ARTICLE</p> <p><b>Üniversite Çalışanlarında Mutfak İlişkili Ev İçi Hava Kirliliği Farkındalık Çalışması / Kitchen-Related Indoor Air Pollution Awareness Study Among University Staff</b></p> <p><i>Uzm. Dr. Yağmur Köksal Yasin &amp; Uzm. Dr. Ayşe Taş &amp; Prof. Dr. Emine Didem Evcı Kiraz</i></p>	<b>137</b>

İklim ve Sağlık Dergisi Yazım Ve Yayın Kuralları /  
Climate and Health Journal Rules for Writing and Publishing



**Climate**  
and  
**Health**  
Journal

ARAŞTIRMA / RESEARCH ARTICLE

# Endüstri Yapılarında Aydınlatma Enerjisinin Karbon Ayak İzine Etkisinin Hesaplanması: Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Örneği

## *Calculating the Effect of Lighting Energy on Carbon Footprint in Industrial Buildings: The case of Kayseri Industrial Zone*

Ahmet Hasdal<sup>1</sup>  Özlem Sümengen<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı, Kayseri,Türkiye

<sup>2</sup> Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Doktor Öğretim Üyesi, Kayseri, Türkiye, osumengen@erciyes.edu.tr

### Özet

Ülkemizde gün geçtikçe artan sera gazı salımı ve karbon ayak izi miktarının %11,2'si Endüstri Sektörü tarafından kullanılmakta ve bunun haricindeki %72 lik enerji sektörünün oluşturduğu karbon salımının büyük bölümü endüstri sektörüne aittir[17]. Büyük bölümünün üretimden kaynaklı olmasına karşın güçlü aydınlatma armatürlerinin kullanılması, aydınlatmadan dolayı karbon salımını oranını incelememize neden olmuştur. Bu istatistiklerden yola çıkarak Kayseri ili Organize Sanayi Bölgesinde bulunan endüstri yapılarının aydınlatma enerjileri incelenmiş, bunlar Tier ve Defra-Annex gibi hesaplama yöntemleri ile yıllık CO2 Salım miktarlarına dönüştürülmüştür. Sonuçlar bize göstermiştir ki, 3 farklı organize sanayi bölgesine sahip olan Kayseri'nin en geniş ölçekli organize sanayi bölgesinin yıllık karbon salım miktarı 227.256,54 kgCO2/yıl olmaktadır. Yüksek basınçlı aydınlatma armatürlerinin sıklıkla kullanılması ve eskimiş olan armatürlerin fazla enerji kullanmalarından kaynaklı bu miktarın, tüm firmaların LED aydınlatma sistemlerine geçiş yapmaları halinde yaklaşık %48 azalıyor olması hesaplamalar sonucu ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Karbon Ayak İzi, Sera Gazı, Karbon Salımı, Aydınlatma Enerjisi, LED Aydınlatma Teknolojisi, Endüstriyel Aydınlatma.

*Not: Makale; Dr. Öğretim Üyesi Özlem Sümengen danışmanlığında tez yürüten Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Ahmet Hasdal ile birlikte yürüttükleri çalışmalarından oluşmaktadır.*

### Abstract

In our country, 11.2% of the greenhouse gas emission and carbon footprint amount increasing day by day is used by the Industry Sector, and most of the carbon emissions created by the energy sector, which is 72%, belong to the industry sector[17]. Although most of it originates from production, the use of powerful lighting fixtures has led us to examine the carbon emission rate due to lighting. Based on these statistics, the lighting energies of industrial buildings in the Organized Industrial Zone of Kayseri province were examined, and these were converted into annual CO2 Emission amounts with calculation methods such as Tier and Defra-Annex. The results have shown us that the annual carbon emission amount of the largest scale organized industrial zone of Kayseri, which has 3 different organized industrial zones, is 227,256.54 kgCO2/year. Calculations show that this amount, due to the frequent use of high-pressure lighting fixtures and the excessive use of energy by obsolete fixtures, will decrease by approximately 48% if all companies switch to LED systems.

**Keywords:** Carbon Footprint, Greenhouse Gas, Carbon Emission, Lighting Energy, LED Lighting Technology, Industrial Lighting.

**Bu makeden şu şekilde alıntı yapınız / Cite this article as:** Hasdal A, Sümengen Ö. Endüstri Yapılarında Aydınlatma Enerjisinin Karbon Ayak İzine Etkisinin Hesaplanması: Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Örneği. Climatehealth. 2021;1(3):111-121

### Sorumlu Yazar / Corresponding Author:

Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Kayseri,Türkiye  
E-mail: osumengen@erciyes.edu.tr



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.



## 1. GİRİŞ

İçerisinde bulundurduğu %20,94 Oksijen oranı ile hava, Dünyada canlıların yaşayabilmesi için gerekli olan ilk ögedir. Hava kalitesinin yüksek olması canlıların sağlığını etkileyen bir faktördür. Ancak günümüzde modern yaşam ve gelişmiş teknolojinin etkisi ile daha çok enerji ihtiyacı ve doğal kaynak tüketimi artışı sebebi ile hava yoğun gaz ve toz kalıntıları ile doldurulmaktadır. Bu olayların sonucu olarak da hava kirliliği meydana gelmektedir[1]. Günümüzde modern yaşam ve gelişmiş teknolojinin etkisi ile daha çok enerji ihtiyacı ve doğal kaynak tüketimi artışı sebebi ile hava yoğun gaz ve toz kalıntıları ile doldurulmaktadır. Bu olayların sonucu olarak da hava kirliliği meydana gelmektedir. Hava kirliliği; ekolojik dengeyi bozan, insan sağlığını ve canlı hayatını olumsuz bir şekilde etkileyen insanların çeşitli tüketim aktiviteleri ve ekonomik faaliyetler sonucu, yapay yollarla havanın bileşimindeki maddelerin normalin üzerinde yoğunluğa ve miktara ulaşması ile havanın doğal bileşiminin bozulmasıdır[1].

Hava kirliliğini oluşturan başlıca etken fosil yakıtların kullanımınıdır. Fosil yakıtların kullanımı sonucu artan sera gazı oranı atmosfer dengesini bozmaktadır. Bu durum Sera Etkisi olarak adlandırılır. Kızılötesi ışınları soğuran tüm gazlar sera etkisine neden olan Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) Metan (CH<sub>4</sub>), Diazot monoksit (N<sub>2</sub>O), Hidroflorokarbonlar (HFCs), Perflorokarbonlar (PFCs), Kükürt hekzaflorür (SF<sub>6</sub>) gibi gazlar sera gazları olarak adlandırılır. Sera Gazları oranının artması atmosferin ısı tutma kapasitesinin artmasına, bu da dünyanın yüzey sıcaklığının artıp günümüz sorunlarından biri olan Küresel Isınmanın meydana gelmesine neden olmaktadır. Küresel Isınma mevsimleri ve iklimleri etkileyerek dünya üzerindeki ekolojik dengeyi bozan bir durumdur[2]. 2017 yılında yapılan bir araştırma sonucu göstermektedir ki Türkiye'nin Ekonomik İşbirliği Ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkeleri arasında sera gazı üretim oranı % 3,4 tür[3].

Küresel iklim değişikliği ile mücadele konusundaki en önemli yasal düzenlemeler, BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'dür. BMİDÇS'nin amacı, insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının iklim sistemi üzerindeki etkisini önlemeye çalışmaktır. 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü'nün amacı, BMİDÇS'nin Ek-1'inde yer alan gelişmiş ülkelerin, zamana bağlı emisyon azaltım taahhütlerini somutlaştırmaktır. 1.

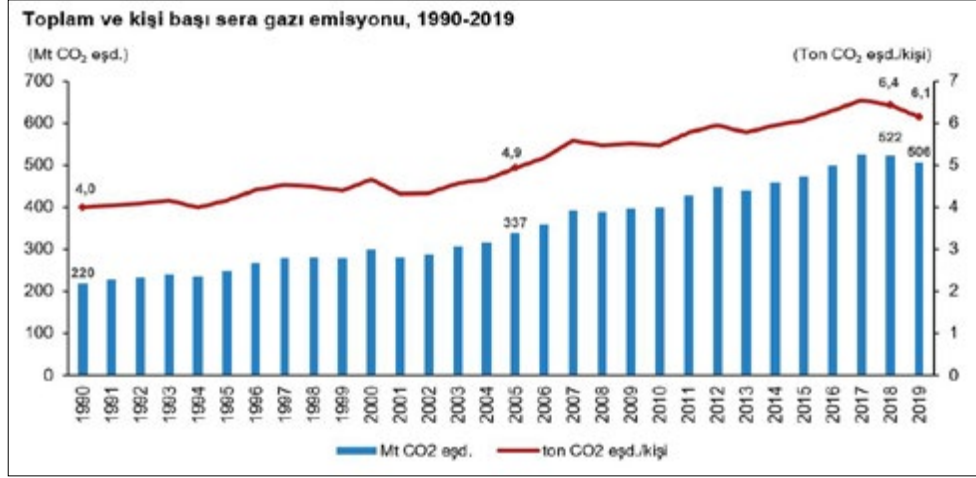
Dönemi sona eren (2008-2012) Kyoto Protokolünün amacı "farklı oranlarda sera gazı azaltımı" görüşü ile sera gazları salımlarını 1990 yılı düzeylerinden % 5 azaltmaktı. II. Dönem(2012-2020) için hedef ise sera gazı salınımının 1990 yılına göre en az %18 azaltmasıdır[4]. Ülkemizde bu protokolü imzalamış olup, sera gazlarının azaltılması ve temiz teknolojilere geçmek için çalışmalarına devam etmektedir. Bu kapsamda Türkiye'nin sera gazı envanterinin hazırlanması için 2012 yılında Resmi Gazete'de "Sera Gazı Emisyonlarının Takibi" hakkında yönetmelik yayınlanmış 2014 yılında bu yönetmelik güncellenmiş ve bu yönetmelik kapsamında "Sera Gazı İzleme Ve Raporlama" tebliği yürürlüğe girmiştir. Bu tebliğ kapsamında tebliğ Ek-1'inde yer alan tesisler faaliyetlerinden kaynaklı sera gazı emisyonlarının izlenmesi, raporlanması ve doğrulanması amacı ile envanterlerini oluşturup Çevre ve Şehircilik Bakanlığına bildirmekle yükümlü olmaktadır[3].

Sera gazlarından olan karbonun, canlıların yaşamı boyunca ihtiyaçlarını karşılamak üzere tükettiği ya da satın aldığı; bir ürünün ise üretiminden, kullanımına ve bertarafına kadar tükettiği enerjinin üretimi ve kullanımı sırasında meydana gelen emisyonların atmosfere yayıldığı miktarına "Karbon Ayak İzi" denir[1]. Küresel ısınmaya etki faktörü EPA tanımlamalarına göre gazların atmosferde ısı tutma kapasitesi ve atmosferde bulunma sürelerinin CO<sub>2</sub> ile kıyaslanarak etkilerinin belirlenmesi katsayısıdır. Her bir gaz CO<sub>2</sub>'nin ısı tutma etkisi ve atmosferde bulunma süresi oranına göre değerlendirilir. CO<sub>2</sub>'nin KIP değeri 1 olarak kabul edilir. Örneğin CH<sub>4</sub>'ün atmosferde bulunma süresi 10 yıl kadar olup CO<sub>2</sub>'den düşüktür. Ancak ısı tutma kapasitesi çok daha yüksek miktarda olduğu için KIP değeri CO<sub>2</sub>'nin 21 katıdır. Bu şekilde gazların atmosferde kalma süreleri ve ısı tutma kapasitelerine göre CO<sub>2</sub> gazı baz alınarak hesaplama yapıldığı için tüm gazların atmosfere etkisi CO<sub>2</sub> gazı üzerinden değerlendirilmiş olup sembolü de CO<sub>2</sub>e (karbondioksit eşdeğeri) olmuştur. Karbon Ayak İzi belirlenmiş bazı standartlara göre, günümüzde bilgisayar simülasyon programları ile de hesaplanabilmektedir. Karbon Ayak İzi ürünler ve kurumlar için ayrı ayrı standartlarda hesaplanır. Ürünler için kullanılan ISO 14067 (International Organization for Standardization) uluslararası standartlar teşkilatı tarafından 2013 yılında yayınlanmış. 2018 yılında ise revize edilmiştir. Bir ürünün karbon ayak izinin miktarının ölçülmesi ve raporlanması için prensipleri, gereklilikleri ve yönergeleri, yaşam döngüsü içinde değerlendirme imkânı sunar. Kurumlar

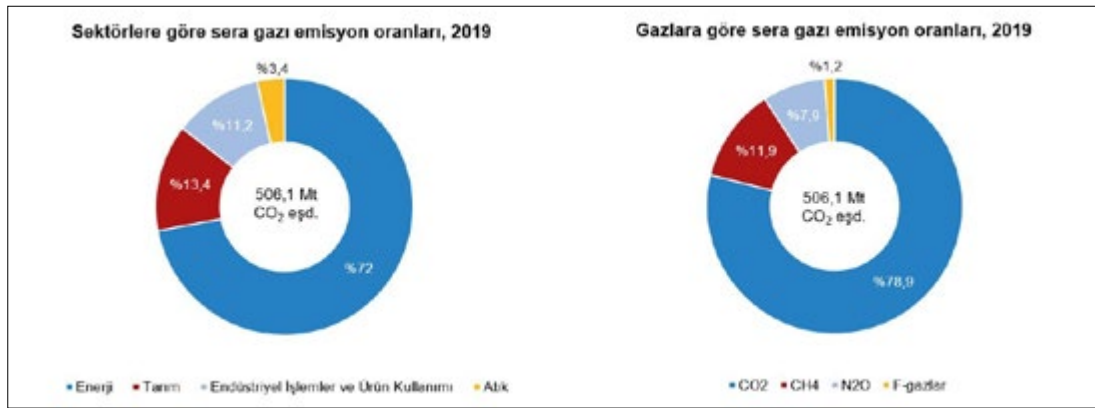
içinse Iso 14064 standartları kullanılmakta olup 2007 yılında yayınlanmış 3 aşamalı(uzaklaştırmanın hesaplanması-Uzaklaştırmanın iyileştirilmesi-Bilgilerin Doğrulanıp Onaylanması) bir standarttır.

TÜİK tarafından 1990-2019 yılları arasında toplumun ve farklı sektörlerin sera gazı emisyon seviyeleri hesaplanmıştır. Ayrıca sera gazının içinde bulunan gazların miktarları da ölçülmüş ve Şekil-1 ile Şekil-2’de grafikler sunulmuştur.

**Şek. 1. TÜİK, Toplam ve Kişi Başı Sera Gazı Emisyonu Miktarı 1990-2019 [17]**



**Şek. 2. TÜİK, Sera Gazı Emisyon Oranları [17]**



Uluslararası Aydınlatma Komisyonu(CIE) aydınlatmanın tanımını; “nesnelerin ve çevrenin yeteri kadar görülebilmesini sağlamak için ışık uygulamak” olarak tanımlamaktadır [5]. Bu tanımdan yola çıkarak Yıldırım ve Erikli (2021) “Aydınlatma, belirli nesne ve yüzeyler üzerine, görsel algılamaya en elverişli biçimde ışık uygulamaktır.” şeklinde bir tanımlama yapmaktadır [6]. Aydınlatma doğal aydınlatma olarak güneş enerjisini kullanarak maliyetsiz ve doğaya zarar vermeden yapılabileceği gibi, doğal aydınlatmanın istenmediği veya yetersiz kaldığı yerlerde/durumlarda da yapay aydınlatma sistemleri kullanılarak yapılmaktadır. Yapay aydınlatma sistemleri doğal aydınlatmanın aksine çoğunlukla fosil kaynakların kullanılmasıyla elde edilen elektrik enerjisi sayesinde çalışmaktadır. Günümüzde artan çevre bilinci sürdürülebilir/yenilenebilir kaynaklara yönelimi artırır da tükenir kaynakların kullanımı yoğunluktadır. Çin’de 2010 yılında yapılan bir çalışmaya göre aydınlatma için kullanılan enerji toplam enerjinin %11’lik kısmını oluşturmaktadır [7]. Bu durum maliyetin yanı sıra doğaya verilen zarar açısından da aydınlatma enerjisinin önemini ortaya koymaktadır.

Aydınlatma için harcanan enerji veya diğer her türlü tükenir kaynaklardan karşılanan enerjinin doğaya vermiş olduğu zarar bilim insanlarının “Karbon Ayak İzi” kavramını ortaya koymaları ve gerekli çalışmaları yapmalarını sağlamıştır. Karbon Ayak İzi, insan faaliyetleri sonucu oluşturulan bir ürünün yaşam evresi boyunca doğrudan ya da dolaylı bir şekilde biriktirdiği karbondioksit emisyonlarının toplam miktarıdır [8]. Birincil ve İkincil Ayak İzi olmak üzere 2 kategorili etmenlere sahiptir. Birincil ayak izi, fosil yakıtlarının kullanılması sonucu ortaya çıkan salınımın doğrudan gerçekleştiği faktörlerken, ikincil ayak izi ise kullanılan ürünlerin yaşam döngüleri sonucu (üretimden kullanım ömrünü tamamlayana kadar) ortaya çıkan dolaylı salınımlarının miktarıdır [9]. Enerji verimliliği için yapılan çalışmalar Karbon Ayak İzini azaltmayı da amaçlar. 1997 yılında imzalanan ve 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolünde CO2 salınım standartları belirlenmiştir ve imza atan her ülke bu standartlara hedef edinerek kendi ulusal/yöresel çalışmalarını yapmaktadır. Tam olarak bu konu ile ilişkilendirebileceğimiz bu çalışmamız Aydınlatma enerjisinin karbon ayak izi üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Örnek çalışma alanı olarak Kayseri Organize Sanayi Bölgesi seçilmiş ve burada bulunan endüstri yapılarının aydınlatma enerjilerinin karbon ayak izleri araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Karbon ayak izi denildiği zaman akla fosil yakıt kullanımının ve karbon salınımının gelmesi, öncelikli olarak endüstri yapılarının incelenmesini gerektirmektedir. Bunun için de Kayseri İlinde bulunan 3 Organize Sanayi ve 1 Serbest Bölge Yerleşkesi içinden en büyük alana ve kullanıcıya sahip olan Kayseri Organize Sanayi Bölgesi seçilmiştir. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Kayseri ili Melikgazi ilçesi sınırları içinde bulunan yaklaşık 22 milyon m<sup>2</sup> alanda ve 1220 firmanın bulunduğu bir endüstri yerleşkesidir [10]. Bölgenin uydu görüntüsü ve kapladığı alan bilgisi Şekil-3’de gösterilmektedir. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi, 1976 yılında kurulmuş olup, 22 milyon m<sup>2</sup> alan üzerinde, 1220 fabrikadaki 70 bin çalışanı, takribi 25 bin araç giriş-çıkışı ile ülkemizde bulunan 300 civarındaki OSB’ler arasında yatırım, üretim, istihdam ve ihracatı ile ilk 10 sırada yer alması örneklem olarak tercih sebebidir. Bölgede faaliyet gösteren firmalardan 122 tanesi Ambalaj-Plastik sektöründe, 18 tanesi Boya-Kimya-Temizlik Ürünleri sektöründe, 46 tanesi Elektrik-Elektronik Sektöründe,

24 tanesi Ev Eşyaları-Elektrikli Ev aletleri sektöründe, 53 tanesi Gıda sektöründe, 122 tanesi İnşaat Yapı Malzemesi sektöründe, 34 tanesi Kâğıt-Baskı ve Reklam sektöründe, 51 tanesi Makine sektöründe, 303 tanesi metal ürünler sektöründe, 279 tanesi mobilya-ahşap ürünler sektöründe, 15 tanesi otomotiv yan sanayi sektöründe ve 153 tanesi tekstil sektöründe faaliyet göstermektedir[10]. Karbon Ayak İzi hesabı yapılırken üretilen ürünler için harcanan enerjiden, personelin evi ile iş yeri arasında harcamış olduğu yakıtı kadar geniş kapsamlı çalışılması gerekir. Ancak bu çalışma daha özel çerçevede olacağından dolayı, yalnızca bölgedeki endüstri yapılarının aydınlatma için harcamış oldukları enerjinin karbon salım miktarı incelenmiştir. Çalışmada Bölgedeki firmaları; aydınlatma sistemlerine göre 4 sınıfta gruplandırılmıştır. Bu dört grup Enkandesan lambalar (Akkor Telli), Floresan Lambalar, Yüksek Basıncılı Lambalar (HG ve HPS) ve LED Lambalar olarak sıralanabilir. Verilerin toplanabilmesi için görüşme sağlanabilen firma yetkilileri ile kısa bir anket çalışması ve fotoğraf ile belgeleme çalışması yapılmıştır. Yapıların elektrik projelerinden alınan aydınlatma verileri ve mimari planlar, simülasyon programı olan ClimateStudio programına işlenerek hesaplamaların bilgisayar ortamında yapılması sağlanmıştır. Her grup için örnek olarak seçilen bir yapının bilgisayar ortamında hesaplanan karbon ayak izi değerleri o gruptaki yapı sayısı ile çarpılarak, o grubun toplam salınım verilerine ulaşılmıştır. Aynı işlem diğer gruplara da uygulanmış ve tamamı için bu yöntemle sonuç değere ulaşılmıştır.

Diğer bir adım olarak; uluslararası çalışmalar referans alınarak, enerji verimli olmayan armatürlerin; LED armatürler ile revize edildiğinde ortaya çıkan karbon salınımına bağlı olarak, elde edilen enerji tasarrufu gözlemlenmiştir.

### Şek. 3. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Uydu Görünümü [11]





### 3. ENDÜSTRİ YAPILARININ AYDINLATILMASINDA GENEL İLKELER

Endüstri yapılarında; yüksek tavanlı ve büyük ölçekteki derin mekânların içine günışığını düzgün şekilde dağıtmak, cephe ve çatıya eklenen bazı açıklıklarla sağlanabilir. Yüksek pencereler ve cephelerde tasarlanan açıklıklar, çatı ışıklıkları, sıra kemerler ile arklar endüstri yapılarına doğal ışığı yaymada kullanılan en bilinen strüktürel elemanlardır[12].

Endüstri yapılarının genel olarak fonksiyonu, kullanım koşulları, mekânların kullanım süreleri göz önüne alındığında çoğunlukla yüksek ve geniş pencerelere ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Endüstri yapılarında ve özellikle fabrikalarda çalışanlar, uzun saatler boyu iç mekânı kullanmakta, dolayısıyla dış çevreyle görsel bir bağlantı kurma ihtiyacı hissetmektedirler. Çünkü günışığı, psikolojik ve fizyolojik açılardan insan bünyesine uyarlık göstermektedir.

Günışığının, yıl ve gün boyunca Gök durumu ile ilgili olarak çok değişken oluşu dolayısıyla pencerelerin yetersiz kaldığı durumlar olabilmektedir ve bununla beraber, pencerelerden giren günışığının iç mekâna derinlemesine yayılma etkisi sınırlıdır. Hacmin ortalarına doğru ortam loşlaşabilir ve istenilen aydınlık düzeyinin altına inilebilir. Bu özellikle, çok katlı tesislerde ve derinliği fazla olan endüstriyel yapılarda karşılaşılabilecek muhtemel bir sorundur. Böyle durumlarda, tasarlanabilecek farklı çatı ışıklıklarıyla, tepeden de aydınlatma sağlanarak çok yönlü bir aydınlatma biçimi sağlanabilmektedir (Şekil 4).

**Şek. 4. Organize Sanayi Bölgesi yapılarından birine ait çatı ışıklığı örneği**



Doğal aydınlatmanın yanı sıra endüstri yapılarında gerek vardiyalı çalışma sistemi kullanıldığı zaman gerekse doğal aydınlatmanın yeterli olmadığı zaman dilimlerinde yapay aydınlatma ile desteklenmesi gerekmektedir. Yapay aydınlatmada kullanılacak ışık kaynaklarının etkinlik faktörleri yüksek ve ömürleri uzun olmalıdır. Kirlenmenin fazla olduğu geniş hacimli üretim hollerinde tavan ve duvarlardan yansıyan ışığın katkısı düşük olduğu için armatürler direkt ışık dağılımlı olmalıdır. Armatürler ayrıca, ortamda olası toz, kir, nem ve patlayıcı gazlara karşı korunmalı, elle dokunulabilecek mesafelerde olanlar ise tamamen izole edilmelidir. Rengin önemli olduğu üretimlerde sürekli renk değiştiren gündüz ışığı kullanılmamalı, floresan ışık kullanılmalıdır.

İncelenen yapılarda dört farklı aydınlatma armatürünün kullanıldığı görülmektedir. Bunlar Akkor Lambalar, Floresan Lambalar, Yüksek Basıncılı Lambalar ve LED Lambalardır. Bu lambalar birbirlerinden, fiziksel boyut elektriksel karakteristik, güç yoğunluğu ve işlem performansı olarak ayrılırlar. Bir kısmı diğerlerine göre kesin uygulamalara daha çok uyarlar bununla birlikte iki ya da daha çok kaynak, belirli bir aydınlatma gereksinimini yerine getirmede yeterli olabilirler. Her lamba sınıfının enerji etkinlik durumuna bağlı olarak harcamış olduğu birim enerji miktarı farklıdır ve bu da karbon salınımı miktarı da değişmesine neden olmaktadır.

### 4. KARBON AYAK İZİNİN HESAPLANMASI

#### 4.1. Mevcut Araştırmalar

Karbon ayak izinin azaltılması için kurumlar bünyesindeki mevcut durum belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla çeşitli üniversitelerde, resmi kurum, kuruluş ve belediyelerde, şirketlerde veya fabrikalarda karbon ayak izinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yürütülmüştür (Tablo 1).

**Tablo 1. Karbon Ayak İzi Çalışmaları Özet Tablosu(14)**

Yapılan Çalışmalar	Yapılan Yer	Değer
Conway ve diğ.(2007)	Toronto Üniversitesi	8744 hektar/yıl
Larsen ve diğ. (2011)	Norveç Teknoloji ve Bilim Üniversitesi	4,6 ton CO <sub>2</sub> e /öğrenci
Turanlı (2015)	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	50,143 kiloton CO <sub>2</sub> (%10 olasılıkla) 56,037 kiloton CO <sub>2</sub> (%90 olasılıkla)
Özlem (2013)	Seçilen Bir Kâğıt Fabrikası	98,948 kiloton CO <sub>2</sub>
Atabey (2013)	Diyarbakır İli	92 kiloton CO <sub>2</sub>
Rippon (2014)	Cape Town Üniversitesi	85,360 kiloton CO <sub>2</sub>
Aroonsrimorakot ve diğ. (2013)	Mahidol Üniversitesi	1091,85 ton CO <sub>2</sub> e
Pendik Belediyesi Strateji Müdürlüğü (2014)	Pendik İlçesi	2013 yılı için;4028,25 kiloton CO <sub>2</sub> 2014 yılı için;7092,92 kiloton CO <sub>2</sub>
Yaka ve diğ. ( 2015)	Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu	98307 kg CO <sub>2</sub> /yıl
Vasquez ve diğ. (2015)	Talca Üniversitesi	1 ton CO <sub>2</sub> e/öğrenci

#### 4.2. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Aydınlatma Enerjisinin Oluşturduğu Karbon Ayak İzi Salım Miktarını Hesaplama

Bu çalışmada Kayseri Organize Sanayisinde bulunan endüstri yapılarında kullanılan aydınlatma için harcanan enerjinin neden olduğu emisyonlar hesaplanmıştır. Oluşan karbon ayak izi miktarını hesaplamak için Tier adı altında IPCC tarafından yayımlanan metodolojiler kullanılmaktadır. Hesaplamalarda Tier yöntemini belirleyen yararlanılan faaliyet ve teknoloji verileridir.

Tier metodolojileri 3'e ayrılır. Tier 1 yöntemi az veri içeren basit bir yöntemdir. CO<sub>2</sub> hesabında yaygın olarak kullanılmaktadır. Öncelikle karbon ayak izi hesabı yapılacak sektörün enerji tüketim miktarı belirlenir. Tüketilen enerjinin içeriği hesaplanır. Enerji türüne göre uygun emisyon faktörü seçilerek kullanılan enerjinin karbon içeriği hesaplanır. Enerji kullanımı sırasında oksitlenen karbon miktarı üzerinden işlem yapılmasına dikkat edilir. Son olarak moleküler ağırlık yardımıyla bulunan karbon miktarı CO<sub>2</sub> cinsine çevrilerek karbon ayak izi hesabı tamamlanır (15).

Bu çalışmada, aydınlatma enerjisinden kaynaklı karbon ayak izinin belirlenmesinde öncelikle ClimateStudio simülasyon programı ile elde edilen veriler ışığında Tier 1 yöntemi kullanılmıştır. Hesaplama yönteminde; enerji tüketim miktarları ton cinsinden miktarları, enerji değerlerinin belirlenmesi için enerji ile ilgili dönüşüm faktörü ile çarpılır.

#### 5. BULGULAR

Çalışmanın temel amacı Kayseri Organize Sanayi Bölgesindeki endüstri yapılarının aydınlatma enerjisi için harcanan karbon ayak izinin ortaya konması ve enerji verimli armatürler ile revize edilmesi ile oluşan azaltım miktarlarının belirlenmesidir.

Buna göre öncelikli olarak yapılarda kullanılan yapma aydınlatma armatürleri tespit edilmiştir.. Endüstri yapılarında kullanılan aydınlatma armatürleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Enkandesan lambalar (Akkor Telli)
- Floresan Lambalar,
- Yüksek Basıncılı Civa Buharlı Lambalar(HG),
- Yüksek Basıncılı Sodyum Buharlı Lambalar(HPS),
- LED Lambalar olarak sıralanabilir.

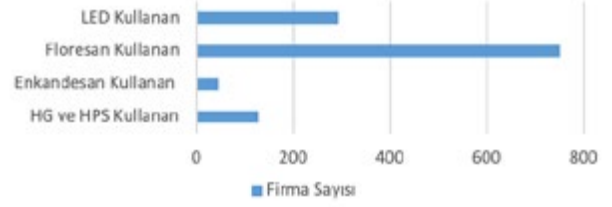
Hangi yapı grubunda hangi aydınlatma armatürünün kullanıldığına istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiş ve bu farklılıklar nedenleri ile birlikte incelenmiştir. Buna göre mekan kullanımı ve kişisel kullanımlar başlığı altında yapılan araştırmalarda istatistiksel olarak belirlenen anlamlı farklılaşmalar aşağıda özetlenmiştir:

Mekân kullanımı açısından;

- Belirli bir tarihten önce yapılmış olan yapılarda HG ve HPS lambalar sıklıkla kullanılmaktadır.
- Bu türdeki yapılar enerjilerini şebeke tarafından sağlanan elektrik enerjisinden sağlamaktadırlar.
- Eski yapım olan ve genel olarak depolama alanı olarak kullanılan yapılar HG ve HPS lambalarla aydınlatma sistemlerini devam ettirmektedir.
- Kullanıcı profiline bağlı olarak; yine eski yapım olan ve kiraya verilmiş olan yapılarda bu eski ve enerji tüketimi yüksek olan lambalar değiştirilmemiştir.
- Soyunma odaları, WC'ler, çay ocakları gibi küçük alanlı hacimlerde enkandesan lambaların kullanıldığı görülmektedir.
- Yapıların büyük bir kısmında ışık kaynağı floresan lambaların kullanıldığı görülmektedir.
- Floresan lambalar farklı armatürle ve farklı sayı kombinasyonlarıyla kullanılabilme ve aynı zamanda HG, HPS ve enkandesan lambalara göre daha az enerji harcadığı, daha çok aydınlık alan oluşturduğu için tercih edilmektedir.
- Ömrü dolan veya arızalanan lambaların yenilenme maliyeti en düşük floresan lambaların olması tercih sebebi olmuştur.
- Daha büyük ölçekli çalışan veya kullanım ömrü biten lambaları değiştirmek isteyen firmaların tercihi LED lambalar olduğu görülmeye başlanmıştır.
- Büyük ölçekli firmalarda ilk yatırım maliyeti ve amorti etme süresi arasındaki ilişki incelenerek, uygun bulunması durumunda LED lambalara geçiş yapılmaktadır.
- LED lambaların yaygınlaşmaya, HG, HPS ve Enkandesan lambaların azalmaya başlamasına rağmen hala en çok kullanılan lamba tipi Floresan Lambalar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu bilgiler bazı firma yetkilileri ve elektrik taahhüt işleri yapan firmalar ile yapılan sözlü görüşmeler ile elde edilmiştir

### Şek. 5. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Yapılarının Aydınlatma Sistemi Dağılımı [16]



Şekil 5'te görüldüğü üzere, Kayseri Organize Sanayi Bölgesinde yer alan yaklaşık 1220 adet firmanın aydınlatma kullanım sınıfları belirlenerek, bu sınıflara bağlı karbon salınımı değerleri hesaplanmıştır.

Buna göre yapılan hesaplara ilişkin sonuçlar Tablo.2'de yer almaktadır. Hesaplamalar sonucunda;

HG ve HPS lamba kullanılan 128 adet yapıda (TİP-1) 70 W'lık aydınlatma armatürü kullandığı, buna bağlı olarak 280 kgCO<sub>2</sub>/yıl karbon salımı belirlenerek toplamda 35.840 kgCO<sub>2</sub>/yıl olarak hesaplanmıştır.

Enkandesan lamba kullanılan 46 adet yapının(TİP-2) 75 W'lık aydınlatma armatürü kullandığı, bundan da yaklaşık 222 kgCO<sub>2</sub>/yıl karbon salımı belirlenerek toplamda 10.212 kgCO<sub>2</sub>/yıl olarak hesaplanmıştır.

Floresan lamba kullanılan 752 adet yapının (TİP-3) 2x36W lık aydınlatma armatürü kullandığı, bundan da yaklaşık 203 kgCO<sub>2</sub>/yıl karbon salımı belirlenerek toplamda 152.656 kgCO<sub>2</sub>/yıl olarak hesaplanmıştır.

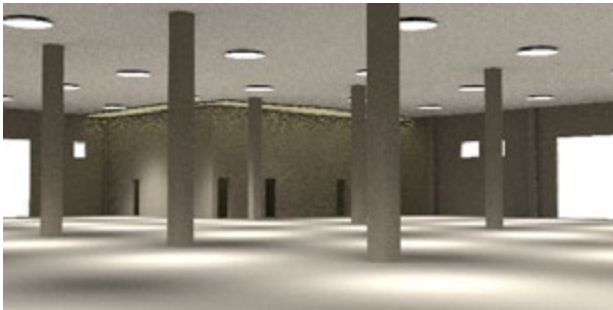
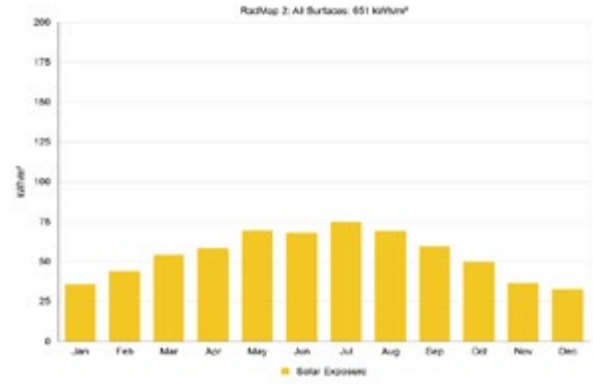
LED lamba kullanan 294 adet yapının (TİP-4) 75W lık aydınlatma armatürü kullandığı, bundan da yaklaşık 97 kgCO<sub>2</sub>/yıl karbon salımı belirlenerek toplamda 28.518 kgCO<sub>2</sub>/yıl olarak hesaplanmıştır.

Toplamda 1220 firmanın bulunduğu Kayseri Organize Sanayi Bölgesinin aydınlatma enerjisinin oluşturduğu karbon salımı 227.256,54 kgCO<sub>2</sub>/yıl olarak hesaplanmıştır. Bulunan sonuçlar özet tablosu olarak Tablo-2'de gösterilmektedir. Grafiksel dökümü ise Şekil-12'de sunulmuştur.

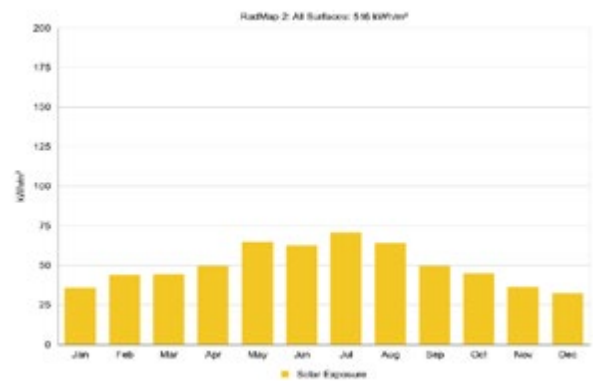
**Tablo 2. Aydınlatma Armatürleri Güç-Karbon Salımı Tablosu**

	Firma Sayısı	Ortalama Güç	Toplam Enerji Miktarı Tüketimi kWh/m2-yıl	Toplam Karbon Salınımı kgCO2/yıl
HG ve HPS Kullananlar	128	651 kW	83.328	35.840
Enkandesan Kullananlar	46	516 W	23.736	10.212
Floresan Kullananlar	752	472 W	354.944	152.656
LED Kullananlar	294	226 W	66.444	28.518
TOPLAM	1220	-	-	227.256,54

Şekil-6 ve Şekil-7'de birim bazında en yüksek enerji sarfiyatı ve karbon salınımı yapan Yüksek Basıncılı Civa veya Sodyum Buharı kullanan bir fabrika binasının planları, iç mekan aydınlatma görüntüleri ve bunlardan çıkarım yapılmış grafikleri görülmektedir. Plan ve iç mekan görüntüleri 21 Haziran tarihini temsil etmekte, grafik ise bir yıl boyunca elde edilen verilerin aylık bazda incelenmesini göstermektedir.

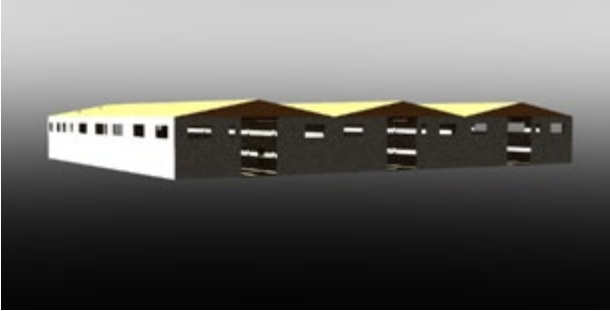
**Şek. 6. Climate Studio ile hesaplaması yapılan Tip-1 Örneğinin İç ve Dış 3D Görselleri****Şek. 7. TİP-1'e ait yıllık aydınlatma için kullanılan elektrik enerjisi miktarını gösteren tablo**

Şekil-8'de birim bazında en yüksek ikinci enerji sarfiyatı ve karbon salınımı yapan bir fabrika binasının bir yıl boyunca aydınlatma enerjisi için harcamış olduğu enerji miktarının aylık bazda grafikleri görülmektedir.

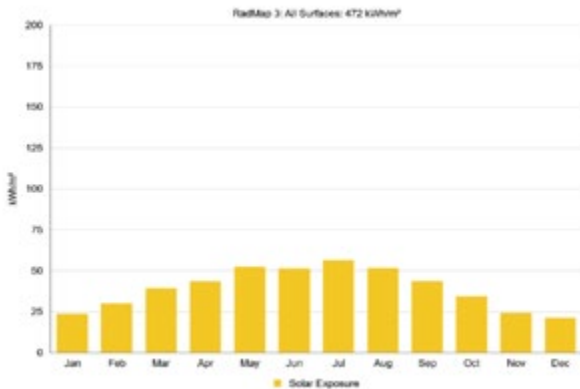
**Şek. 8. TİP-2'ye ait yıllık aydınlatma için kullanılan elektrik enerjisi miktarını gösteren tablo**

Şekil-9 ve Şekil-10'da en yüksek kullanım alanına sahip Floresan Lambaların kullanıldığı bir fabrika binasının dış cephesi, iç mekan aydınlatma görüntüleri ve bunlardan çıkarım yapılmış grafikleri görülmektedir. Floresan kullanılan binaların mimari yaklaşımlarında ortak olarak görülen eleman çatı ışıklıdır. Doğal ışığın yapay aydınlatma ile destekleniyor oldukları görülmektedir. Dış Cephe ve İç Mekan görüntüleri 21 Haziran tarihini temsil etmekte, grafik ise bir yıl boyunca elde edilen verilerin aylık bazda incelenmesini göstermektedir.

**Şek. 9. Climate Studio ile hesaplaması yapılan Tip-3 Örneğinin İç ve Dış 3D GörSELLERİ**

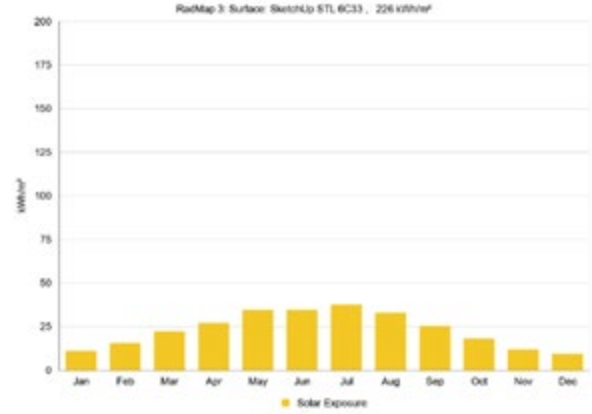


**Şek. 10. TİP-3'e ait yıllık aydınlatma için kullanılan elektrik enerjisi miktarını gösteren tablo**

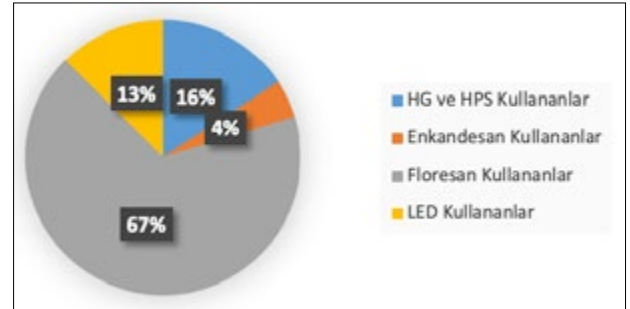


Şekil-11'de ise en yüksek tasarrufa sahip LED lambaların kullanıldığı bir fabrika binasının bir yıl boyunca aydınlatma için harcamış olduğu enerji miktarının aylık bazda incelenmesinin grafikleri görülmektedir.

**Şek. 11. TİP-4'e ait yıllık aydınlatma için kullanılan elektrik enerjisi miktarını gösteren tablo**



**Şek. 12. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Yapılarının Karbon Salımı Dağılımı**



## 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Kayseri Organize Sanayi Bölgesinde bulunan 1220 Endüstri yapısının Karbon Ayak İzlerinin hesaplanması ile elde edilecek bulgulardan çevresel farkındalığın artırılması amaçlanmıştır.

Anket sonuçlarına göre en yüksek karbon ayak izi Floresan Lamba kullanan yapılarda görülmektedir (ortalama 152.656 kg CO<sub>2</sub>/yıl). Ancak bu değeri değerlendirmeyi yapmadan önce değinilmesi gereken önemli bir detay vardır. Floresan lambalara birim ölçüde bakıldığında LED'lerden sonra en fazla enerji tasarrufu sağlayan armatürler olmasına karşılık, diğer rakiplerinden çok



daha geniş bir kullanıcı sayısına sahip olduğu için, toplamda en yüksek karbon salımına ulaşmıştır. Yine birim ölçüğünde bakıldığında ise en fazla karbon salımı HG ve HPS Lambalarda meydana gelmektedir.

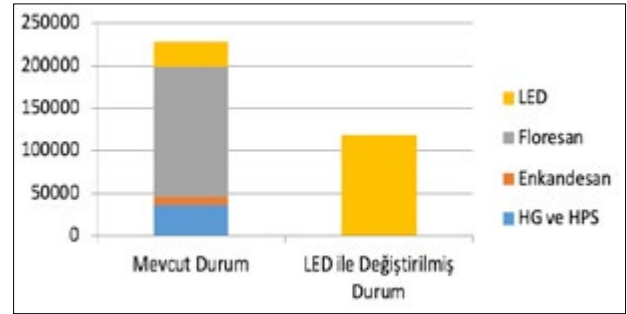
Yüksek enerji sarfiyatı ve buna bağlı olarak oluşan karbon salımına sahip HG ve HPS Lambaların hala kullanılmakta olmasının sebebi yapı sahiplerinin yapılarını kiraya verdikleri için yatırım maliyetine gerek duymamaları veya depo olarak kullanıldığı için olduğu görülmüştür.

Hesaplamaların ortaya koyduğu sonuç, yalnızca aydınlatma enerjisi için bile hangi seviyede karbon salımı olduğu görülmektedir. Bu durumun daha ötesi aydınlatma için harcanan enerjinin asıl üretim ve ulaşım için harcanan enerjinin yanında en küçük ölçekli olarak kalacağı bir gerçektir. Bu çalışmanın değerlendirmeye alınamayan ancak çok önemli olan bir parametresi ise kullanılan lambaların verimlilik süresini doldurup doldurmadığıdır. Bu parametre de incelenecek olsaydı sadece aydınlatmanın oluşturduğu karbon ayak izi bile daha yüksek seviyelerde olacaktı. Bu durumun önüne geçmek için yapılabilecek öneriler;

- Kullanım ömrü dolmuş olan lambaların LED lambalara dönüştürülmesi,
- Kullanım ömrü henüz dolmamış olan armatürlerin, yenileme maliyetleri ile yıpranma payı maliyeti hesaplanarak, uygunsa LED lambalara dönülmesi,
- Lambaların verimli kullanım süreleri dolanların yenileri ile değiştirilmeleri
- Çatı ışıklığı ve cephe açıklığı gibi doğal aydınlatma sağlanabilecek tercihlerin kontrol edilmesi
- Dimmerlenebilir veya hareketli sensörler yardımıyla lambaların kullanım sürelerinin kısaltılması, gereksiz aydınlatmanın önlenmesi,
- Uzman kişilerden aydınlatma simülasyon programları ile hesap edilen uygun ve yeterli güçte aydınlatma elemanı seçimi desteği alınması gerektiği olabilir.

Bu çalışmanın benzer nitelik ve amaçta yapılmış olan yurtdışı çalışmalar incelendiğinde genel olarak LED sistemlere geçişin enerji tasarrufu ve doğal olarak da karbon salımını azaltmış oldukları görülmüştür.

**Şek. 13. Mevcut Durum ve Led ile Değiştirilmiş Durum Karşılaştırma Grafiği**



Kayseri Organize Sanayi bölgesinde bulunan 1220 adet firmanın, aydınlatma armatürlerini LED sistemlerle değiştirmesi durumunda karbon salımı yaklaşık 118.340 kgCO<sub>2</sub>/yıl olacaktır. Değişim ve ilk yatırım maliyeti ihmal edilecek olursa bu değer yaklaşık %48'lik bir tasarruf anlamına gelmektedir (Şekil 13).

#### KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Balta M., Endüstri Kaynaklı Karbon Ayak İzi Azaltımı Ve Enerji Verimliliği, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2020
2. Özlem B., Seçilen Bir Kağıt Fabrikasında Karbon Ayak İzi Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013
3. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliği. Ankara. 2014. Ek-5.
4. Web Sitesi, [https://iklim.csb.gov.tr/paris\\_anlasmasi](https://iklim.csb.gov.tr/paris_anlasmasi) Erişim Tarihi: 16.06.2021
5. CIE Publication, 2002. The Correlation of Models of Vision and Visual Performance. Commission Internationale de L'Eclairage, Vienna, Avustria.
6. Yıldırım, B., Erikli, M., 2021. Aydınlatma İlkeleri ve Kullanıldığı Yapılara Göre Doğal Aydınlatma. Online Journal of Art and Design volume 9, issue 2.
7. Chang, Y., Wei, Y., Zhang, J., Xu, X., Zhang, L., Zhao, Y., 2021. Mitigating The Greenhouse Gas Emissions From Urban Roadway Lighting in China Via Energy-Efficient Luminaire Adoption And Renewable Energy Utilization. Resources, Conservation & Recycling 164 (2021).
8. Wiedmann, T., Minx, J., 2008. A definition of 'carbon footprint'. Hauppauge NY: Nova Science Publishers.
9. Yaka, İ., Koçer, A., Güngör, A., 2015. Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Karbon Ayak İzinin Tespiti. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 12, No: 3, 2015 (37-45)
10. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Personelleri ile yapılan görüşmeden elde edilmiştir.
11. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Uydu Görünümü. <https://www.google.com/intl/tr/earth/> (Erişim Tarihi: 18.05.2021)
12. Sezer S., Endüstri Yapılarının Yeniden İşlevlendirilme Sürecinde Aydınlatma Tasarımı: Ankara Cer Modern Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013

13. Kartal S., Erten Ş., Aydınlatma Enerjisi Verimliliği Üzerine Bir Çalışma: Endüstri Yapısı Örneği, UHMFD, 2016
14. Özçelik G., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsünün Enerji Ve Karbon Ayak İzi Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2017
15. Demirbaş F., Geri Kazanım Tesisinde Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018
16. Anket çalışmaları sonucunda elde edilmiş verilerdir.
17. TÜİK, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2019, Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni Sayı: 37196, 2021
18. Üreden, A., Özden, S., Kurumsal Karbon Ayak İzi Nasıl Hesaplanır: Teorik Bir Çalışma. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi 4(2): 98-108, 2018
19. Gümrükçüoğlu M., Şeneren M., Küresel Isınmaya Karşı Karbon Ayak İzi Azaltılmış Yeşil Bina, ISHAD page: 803-808, 2018
20. Argun M., Ergüç R., Sarı Y., Konya/Selçuklu İlçesi Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi, S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., c.7, s.2, ss. 287-297, 2019
21. Haksevenler B., Onat G., Akpınar B., Bedel T., Yerel Yönetimler İçin Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Ümraniye Belediyesi Örneği, Doğ Afet Çev Derg; 6(2): 319-333, DOI: 10.21324/dacd.639370, 2020
22. Jiandong C. Ming G. Sachin K. Manglab M. S. Jie W. Effects of technological changes on China's carbon emissions. Technological Forecasting and Social Change, Volume 153, April 2020.
23. Adamsa S., Acheampong A. O. Reducing carbon emissions: The role of renewable energy and democracy. Journal of Cleaner Production Volume 240, 10 December 2019.
24. Ergüzel A.T. A study on the implementation of dimmable street lighting according to vehicle traffic density, Optik, Volume 184, Pages 142-152, May 2019.
25. Chao C. Chen H., Tsai Y., Cost Assessment Model of Airport Runway Lighting Systems with Consideration on Carbon Emissions, Journal of Aeronautics, Astronautics and Aviation, Vol.53 No.1 (2021 / 03 / 01) , P67 – 82
26. Pagden M., Ngahane K., Amin R., Changing the colour of night on urban streets - LED vs. part-night lighting system, Socio-Economic Planning Sciences Volume 69, March 2020.
27. Pracki P., Wiśniewski A., Czyżewski D., Krupiński R., Skarżyński K., Wesołowski M., Czaplicki A. Strategies influencing energy efficiency of lighting solutions, Bulletin Of The Polish Academy Of Sciences Technical Sciences, Vol. 68, No. 4, 2020.
28. Benhamaid S., Abdelmadjid, Bouabdallah, Lakhef H., Recent advances in energy management for Green-IoT: An up-to-date and comprehensive survey, Journal of Network and Computer Applications, 2021
29. Crottia D., Grechib D., Maggia E., Reducing the carbon footprint in college mobility: The car commuters' perspective in an Italian case study, Environmental Impact Assessment Review, 2022
30. Szatyłowicz E., Skoczko I., Puzowski P., Method of Estimating the Carbon Footprint of Wastewater Treatment Plants, Department of Technology in Environmental Engineering, Faculty of Civil and Environmental Science, Białystok University of Technology, Wiejska 45A, 15-351 Białystok, Poland.
31. Mancini M.S., Galli A., Niccolucci V., Lin D., Bastianoni S., Wackernagel M., Marchettini N., Ecological Footprint: Refining the carbon Footprint calculation, Ecological Indicators Volume 61, Part 2, February 2016, Pages 390-403.
32. Espinoza-Orias N., Stichnothe H., Azapagic A., The carbon footprint of bread, The International Journal of Life Cycle Assessment volume 16, pages351–365 (2011).
33. Adhikari P., Mahmoud H., Xie A., Simonen K., Ellingwood B., Life-cycle cost and carbon footprint analysis for light-framed residential buildings subjected to tornado hazard, Journal of Building Engineering Volume 32, November 2020.
34. An J., Xue X., Life-cycle carbon footprint analysis of magnesia products, Resources, Conservation and Recycling Volume 119, April 2017, Pages 4-11.
35. Dieleman J.A., Visser P.H.B., Vermeulen P.C.M., Reducing the carbon footprint of greenhouse grown crops: re-designing LED-based production systems, ISHS Acta Horticulturae 1134: VIII International Symposium on Light in Horticulture, 2016.

## ARAŞTIRMA / RESEARCH ARTICLE

# Prediction of Monthly Malaria Outbreaks in Districts of Odisha, India with Meteorological Parameters using Statistical and Artificial Neural Network Techniques

Pulak Guhathakurta<sup>1</sup>  Ram Ratan<sup>1</sup>  Rajib Chattopadhyay<sup>1</sup>  Deepa Kulkarni<sup>1</sup>   
Lalit S. Bile<sup>1</sup>  Ashwini Prasad<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Office of The Head, Climate Research & Services, India Meteorological Department, Pune, India, PUNE- 411005

## Abstract

Malaria is a vector-borne disease spread by female Anopheles mosquitoes. This study provides the relationship between malaria and meteorological parameters over 10 districts in Odisha for the period 2012-2016. The complete life cycle of Plasmodium is dependent primarily on meteorological variables like rainfall, temperature, humidity. Rainfall increases the survival chances of mosquitoes by providing a habitat for the different development stages of mosquito larvae. Temperature and humidity affect the survival of Plasmodium and mosquitoes. Malaria cases peak in the monsoon season and decrease thereafter. The malaria cases have almost doubled over Odisha in 2014-2016 in comparison to 2012-2013. Minimum temperature (Tmin), Rainfall, and RH at noon show a significant maximum positive correlation with the malaria cases while the diurnal variations of temperature (DTR) and relative humidity are negatively correlated with the malaria cases. Almost all the peak occurrences of malaria are associated with the Tmin >20o C range. DTR of 6-8o C is associated with all of the peak malaria cases. The combination of all these meteorological variables decides the transmission of malaria at any place condition on the presence of Plasmodium in the vector mosquitoes. The malaria forecast models for different districts of Odisha are prepared using the relationship between meteorological parameters and malaria occurrence. The simple multiple linear regression and Artificial Neural Network (ANN) methods are applied for this purpose. The performance of ANN method is quite well compared to the multiple linear regression for almost all times. The RMSE range for Angul, Kandhamal, Mayurbhanj and Keonjhar for ANN methods is almost half compared to the Multiple linear regression methods. The lowest and highest RMSE in ANN method is 152 in Keonjhar and 268 in Mayurbhanj, while the multiple linear regression method, is 339 for Ganjam and 776 in Mayurbhanj. Also, the R-Square value is improved in ANN method compared to the Multiple linear regression methods. Plasmodium.

**Keywords:** Malaria Outbreaks, Climate Relationship, Prediction, Artificial Neural Network.

**Bu makaleden şu şekilde alıntı yapınız / Cite this article as:** Guhathakurta P, Ratan R, Chattopadhyay R, Kulkarni D, Bile LS, Prasad A. Prediction of monthly malaria outbreaks in districts of Odisha, India with meteorological parameters using statistical and artificial neural network techniques. Climatehealth. 2021;1(3):122-136

## Sorumlu Yazar / Corresponding Author:

Pulak Guhathakurta, Office of The Head, Climate Research & Services,  
India Meteorological Department, Pune, India, PUNE- 411005  
E-mail:



Content of this journal is licensed under a Creative Commons  
Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## 1. INTRODUCTION

Malaria is a life-threatening disease which is prevalent in Africa and southeast Asia. Africa contributes 90 % of the total global malaria cases and the rest is carried by southeast Asian countries. India contributes to 88% of malaria cases and 86 % of deaths in the South-East Asia region in 2019 (World Malaria Report, 2020). India reports a significant decline in Malaria cases from 20 million in 2000 to 5.6 million in 2019 (World Malaria Report, 2020). Jharkhand, Odisha, West Bengal, Andhra Pradesh states are severely affected by Malaria in India (NCMH report 2005).

Malaria was called a rural disease because it was mostly present in rural parts of India where cleanliness and hygiene are not maintained. Malaria is caused by protozoan parasites *Plasmodium*, which has 5 main species worldwide, *Plasmodium vivax*, *P. falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale* and *P. knowlesi*. Malaria parasite completes its life cycle in two hosts, first part in mosquito and second part in human. Only female mosquito bites and male mosquitoes usually survive on flowers. The female mosquitoes require blood during the development stage of their eggs. The *Plasmodium*-infected, female *Anopheles* mosquitoes transfer these parasites into the human body by biting a human. In Africa, 99% of malaria cases are caused by *P. falciparum* but in India *P. falciparum* and *P. Vivax* are almost equally responsible for Malaria transmission (World Malaria Report, 2020). *Anopheles culicifacies* is primarily accountable for transmission of malaria in rural parts and *An. stephensi* in urban parts while *An. fluviatilis* for hilly and foothills region in India (Kumar et. al.,2007). The female *Anopheles* mosquito lays its eggs in clean water, collected primarily by rain or other sources. The climate relationship with malaria outbreaks has already been studied by many researchers. Lingala (2018), Lingala et al. (2020) have established a statistical relationship with rainfall for *Plasmodium falciparum* malaria outbreaks in India.

### 1.1. Study Area

Vector born disease like malaria, dengue is a major concern for many of the states in India. Odisha is also worst affected by malaria and it's was also called the "Malaria Capital" of India because of the frequent outbreaks of Malaria. Odisha state is situated on the Eastern coast of India at the latitudinal and longitudinal

location between 17.49'N and 22.34'N and 81.27'E and 87.29'E (2,3). It constitutes an area of 155,707 km<sup>2</sup> which accounts for 4.87% of total Indian land with a population of 41,974,218. Odisha has total of 30 districts, which contain 4 meteorological subdivisions. Eastern parts of Odisha are situated on the Bay of Bengal Coast. The neighboring states of Odisha are Jharkhand and West Bengal towards the north, Chhattisgarh to West and Andhra Pradesh to the south. Based on topographical and morphological characteristics Odisha is divided into 5 major zones namely, coastal plains on the Eastern side, middle mountains and high land region, which covers three fourth part of the state, the central plateau region, the western rolling hills and the flood plain. Odisha has 10 major rivers system like Mahanadi, Brahmani, Baitarani, Subarnarekha, Budhabalanga etc. Many of these rivers have catchments inside Odisha (Budhabalanga, the Baitarani) and many originate outside Odisha like Subarnarekha, the Brahmani and the Mahanadi, etc. Odisha receives maximum rainfall in the monsoon season June through September. More details about Odisha can be obtained from <http://magazines.odisha.gov.in/orissaannualreference/2014/ORA-2014.htm>.

Many parts of Odisha are endemic to malaria. Malaria causes a major burden on the state because the economically productive population is worst affected by this disease. It reduces the effective working hours of the working population (Kumar et. al.,2007). Children and pregnant women are worst affected by Malaria. It causes anemia, low birth rate, abortion in pregnant women and children below age 5 has high mortality due to malaria. The percentage of death below 5 years is 67% in 2019, all over the world (World Malaria Report, 2020). It also affects the economic aspects of daily wage workers. Shival (1996), reported that every 1 rupee spend in malaria control yields 19.70 rupees in return profit.

This study primarily focuses on the malaria outbreak over Odisha and the relationship between malaria transmission and meteorological variables. The aim and scope of this report are to quantify the relationship between meteorological parameters and malaria occurrences and thereby use these relationships for the development of monthly forecast models of malaria outbreaks using meteorological parameters and present month malaria cases for the coming months. The ten districts of Odisha considered for the study are shown in fig. 3.

## 2. DATA DESCRIPTION AND METHODOLOGY

The malaria disease data used in this study is obtained from the health department, Government of Odisha. This data reports the monthly occurrences of malaria cases over Odisha for the period 2012-2016, i.e., for 5 years. We have considered 10 districts out of 30 total districts over Odisha viz. Angul, Kandhamal, Ganjam, Mayurbhanj, Keonjhar, Balasore, Bhadrak, Cuttack, Khurda and Puri. However, this data didn't provide the information regarding individual cases that occurred by *P. falciparum* and *P. vivax*.

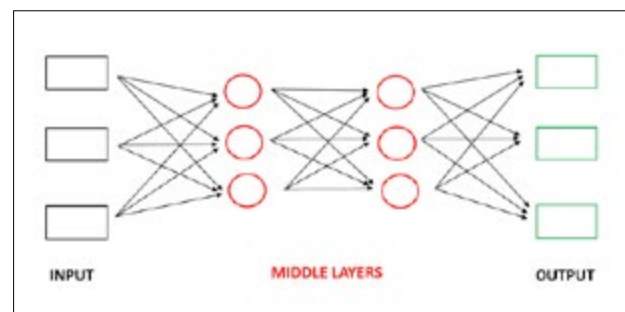
Since India Meteorological Department is already generating a monthly forecast of meteorological parameters with reasonable accuracy, these meteorological forecast data can be used to generate real-time malaria outbreak monthly forecasts. These different meteorological variables like temperature, Relative Humidity (RH) and rainfall are compared with the reported Malaria cases over Odisha. The observed meteorological data is obtained from the India Meteorological Department over these 10 districts. The meteorological variables used in the study are temperature, relative humidity, rainfall, mean temperature (Tmean), mean relative humidity (RHmean), diurnal variabilities of RH (DRH) and temperature (DTR). Daily 03:00 and 12:00 hours UTC observations data of RH and temperature are used for computation of Tmean and RHmean by taking the average of Tmin and daily maximum temperature (Tmax) values and RH at 03:00 and 12:00 hrs for daily for both these variables. The Diurnal Variability of Temperature, DTR is calculated by taking the difference between Tmax and Tmin. Diurnal Variability of Relative Humidity, DRH is calculated using the difference between RH 03:00 and RH 12:00 hrs. The relative humidity is highest at 03:00 hrs. and it is lowest at 12:00 hrs. because high temperature in the afternoon hours expands the air and reduces the RH. Since malaria data is on a monthly scale, we have also converted all the meteorological variables into a monthly scale for easy comparison.

The spatial pattern of malaria occurrences for monthly and yearly scales is looked upon using the malaria occurrence data. Pearson correlation between meteorological variables like temperature, RH, precipitation and malaria occurrences for each district separately as well as combined for all districts is also looked upon. The Bivariate histogram between

meteorological variables and malaria occurrences is also analyzed for these variables separately. The only variables having a significant relationship with the malaria occurrences are used as a predictor for the malaria forecast. After carefully investigating the relationship using the above-mentioned methods, a Malaria forecast for these districts of Odisha is prepared.

We apply two methods, viz. simple Multiple linear regression and Artificial Neural Network to forecast of malaria. The predicted malaria cases from both these methods i.e., Multiple linear regression and Artificial Neural Networks methods are compared to see the differences. Multiple linear regression is used to establish the relationship between independent variables and one dependent variable. In this case, the meteorological variables are independent variables and malaria cases are the dependent variable. The artificial Neural Network method has one input layer and one output layer in-between the middle or hidden layer/ layers which is sandwiched between input and output layers as reported in figure 1. The input layer receives the input, the middle layer does the processing work and the output layer provides the output results. More details about the ANN can be obtained from Hornik et al., 1988, Fisher et al, 1994, Guhathakurta et al., 2008, Guhathakurta, 2013. The training algorithm used is Output Weight Optimization - Hidden Weight Optimization (Guhathakurta, 2013). The Output Weight Optimization - Hidden Weight Optimization (OWO-HWO) method was introduced by Chen et al. (1999) and then modified by Yu and Manry (2002) to train the neural network. They have shown that the OWO-HWO method is superior in terms of convergence to standard OWO-BP (output weight optimization-back propagation) which uses OWO to update output weights and backpropagation to update hidden weights.

**Figure 1: Graphical representation of Artificial Neural Network model with 2 hidden units (middle layer).**





### 3. RESULTS AND DISCUSSION

The spread of malaria is determined by many factors like climatic, seasonal, ecological, environmental, social and economic factors. The combination of these factors determines the transmission and intensity of malaria at any location. Population immunity, household conditions, mosquito control measures and topography also play important role in the malaria outbreak. The female mosquito life span is usually one month but it does not live longer than 1-2 weeks. In the optimum climatic condition's malaria transmission increases and it turns out to be a malaria outbreak

#### 3.1 Spatial pattern of Malaria over Odisha

Figure 2 represents the spatial pattern of monthly occurrences of malaria cases for all 10 districts over Odisha. It also shows the geographical locations of all these 10 districts over Odisha. Coastal districts have fewer malaria cases throughout the year compared to the central districts. Kandhamal, Angul, Mayurbhanj and Keonjhar are the four worst-affected districts by malaria in Odisha among the 10 districts considered. Malaria cases are low in the starting months from January to April, and it increases in the monsoon season. The highest cases come from the month of July and it decreases thereafter till December. The occurrence of malaria cases also depends upon the presence of *Plasmodium* in vectors, mosquitoes biting frequency etc.

**Figure 2: Monthly Mean Malaria cases in different district over Odisha for the period 2012-2016. (Higher number of cases can be clearly noticed in June through September in Monsoon months in compare to pre and post monsoon months).**

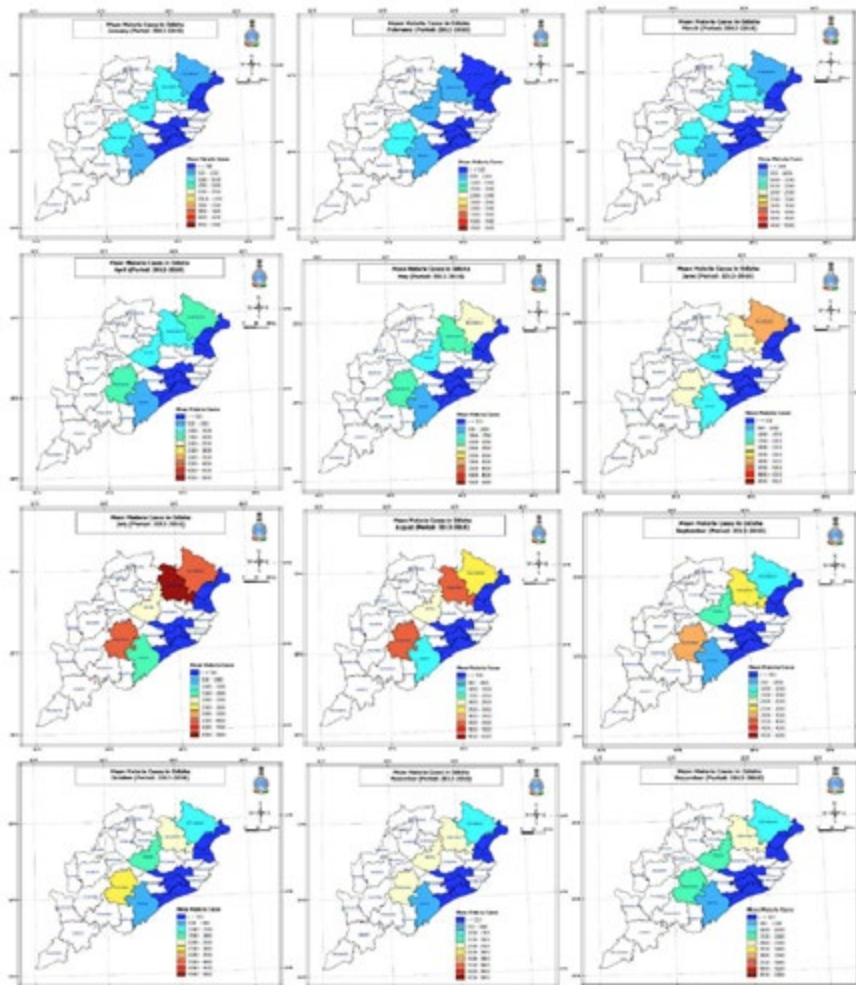
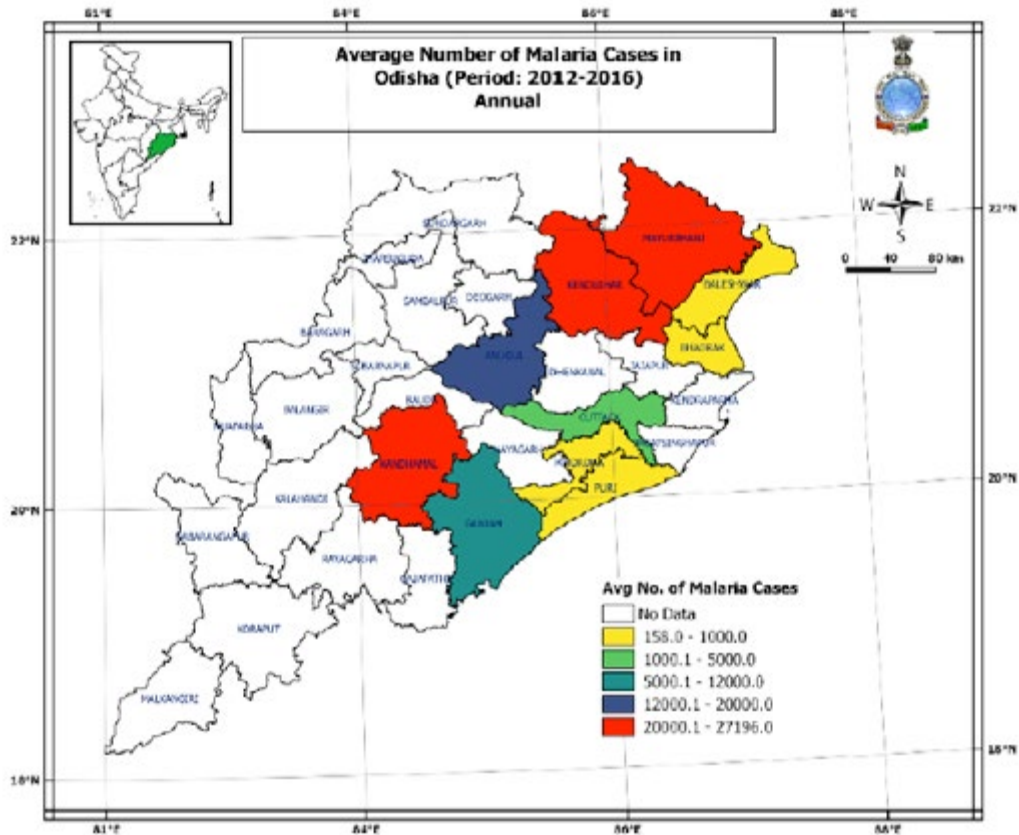


Figure 3 shows the spatial pattern of mean annual malaria cases for the period of 2012-2016. It provides the yearly number of malaria cases over Odisha for the combined five years period. The maximum number of malaria cases reported primarily comes from Kandhamal, Angul, Mayurbhanj and Keonjhar which is consistent with figure 2.

**Figure 3: Mean yearly occurrences of malaria cases reported over different districts over Odisha for the period 2012-2016, with highlighting the location of Odisha in India (in green) at the top left corner.**



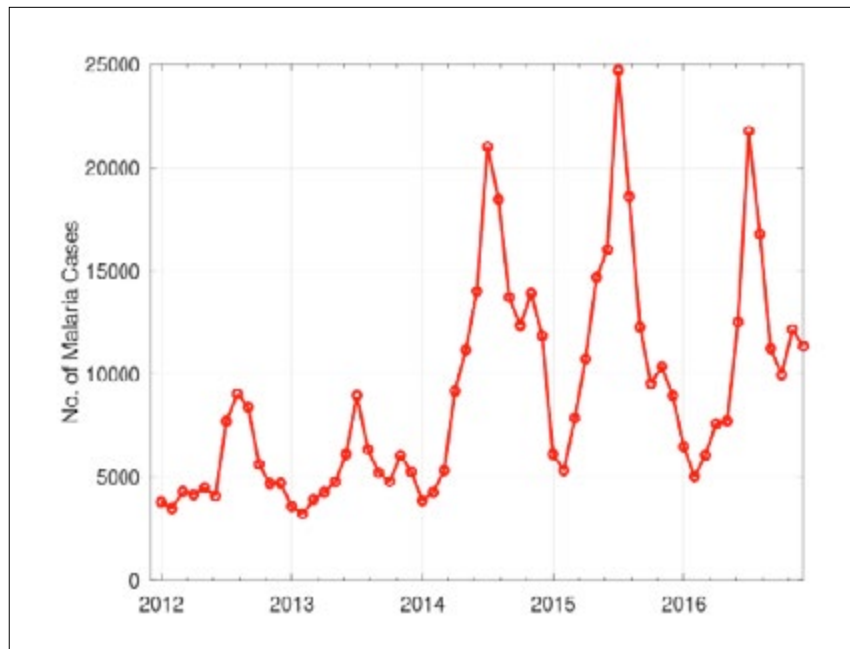
### 3.2 Temporal Pattern of Malaria Occurrences over Odisha

The time series of malaria cases for all 10 districts combined is shown in figure 4. Firstly, the spike in malaria cases can be noticed in the monsoon season over all the years, which clearly indicates that the number of malaria cases is always high for the monsoon months for all these years. Also, Malaria cases have increased in the later years especially 2014 to 2016 compared to previous years. In the later years (2014-2016), around 15000-20000 cases/year can be noticed in each month of monsoon season. It gives a strong linkage between monsoon season and malaria occurrence. The separate

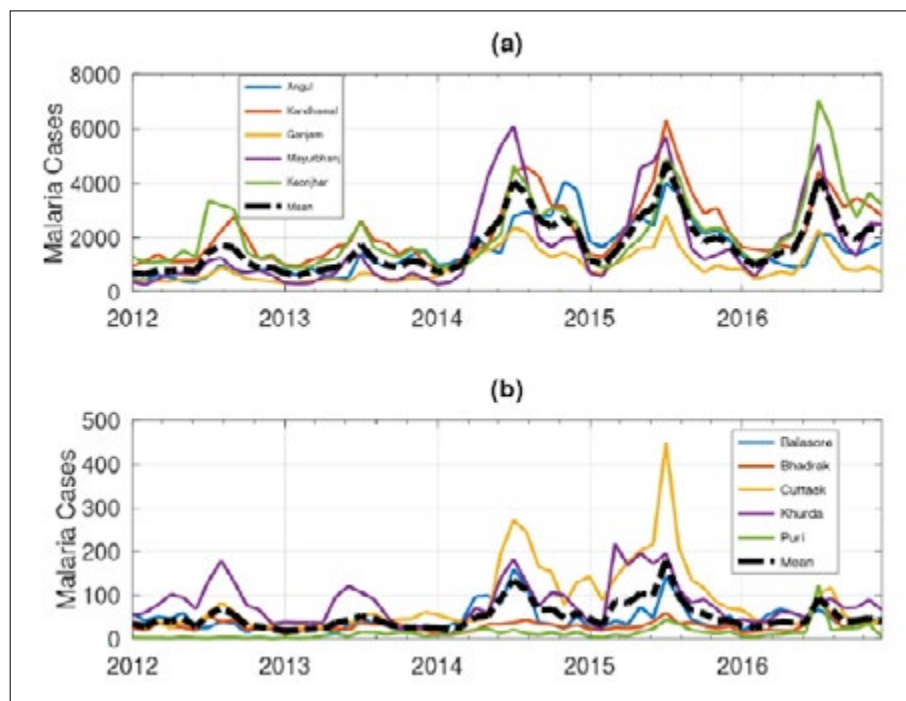
time series for each district's malaria occurrences are also analyzed and reported in figure 5. The inter-annual variability of the malaria occurrences varies from district to district, depending on the availability of parasites and climatic conditions. We have pooled these districts into two groups firstly where the yearly number of malaria cases is < 5000 and other where malaria cases are > 5000. Those districts where malaria cases are relatively high are pooled into figure 5a and the remaining districts into another pool in figure 5b. The peak in malaria cases in the monsoon months is still evident in each of the panels. Also noticed that the higher number of malaria cases in figure 4 in the later year (2014-2016) comes from the increased number of

cases in figure 5a, i.e., from Angul, Kandhamal, Ganjam, Mayurbhanj and Keonjhar districts. Because there is very little increase in malaria cases from other districts in figure 5b. Also noticed that the order of the magnitude of the Y scale in figure 5a is several times high compare to figure 5b. The black dotted line in Figures 5a and 5b is the mean of the curve for all the districts in each panel.

**Figure 4: Timeseries of occurrences of malaria cases for all 10 districts combined for the period 2012-2016.**



**Figure 5: Timeseries of monthly occurrences of malaria cases for each district separately for the period 2012-2016 (a) District with higher number of malaria cases and (b) Districts with lower number of malaria cases. The black solid line is the mean of all curves in the panel.**

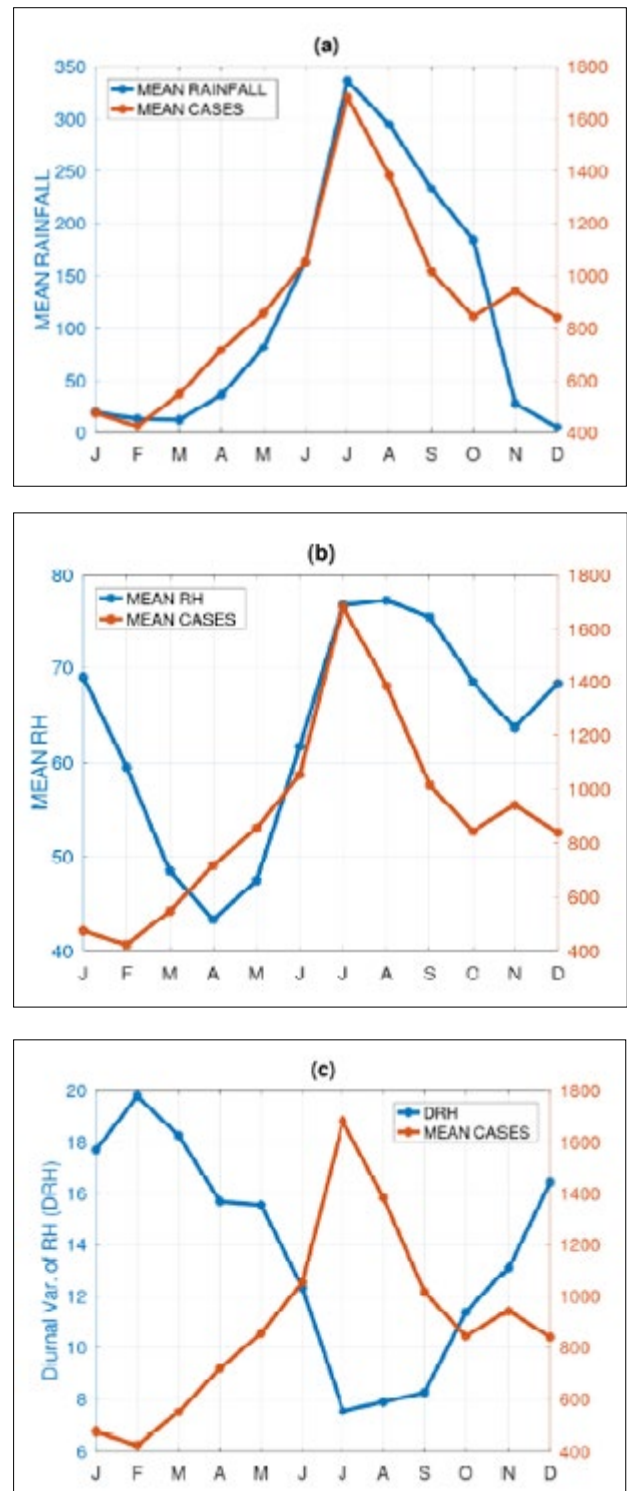


### 3.3 Relationship between malaria and meteorological parameters

Three important meteorological parameters which affect the malaria outbreak are rainfall, temperature and relative humidity. The combination of these three parameters defines the malaria dynamics at any place. Rainfall provides enough freshwater supply which gives an ideal breeding place for mosquitoes and the growth of mosquitoes larvae. The rainfall increases the relative humidity which gives the optimum environment for the development of *Plasmodium* parasite into mosquito's body and also increases the mosquito survival chances. Heavy rain sometimes destroys the breeding places of mosquitoes and flushes out the mosquitoes. Temperature predominantly affects the life cycle of parasites and mosquitoes by changing the survival rate of both parasites and mosquitoes. An increase in temperature increases the digestion process of blood meal in mosquitoes and also increases the biting rate of mosquitoes. The increase in mosquito biting rate increases the malaria transmission speed. 90% of mosquito survival range is between the temperature range of 16° - 36° Celsius. Above and below this range the mosquito survival decreases. 60% RH with a temperature range of 20° -30° C is optimum for the survival of mosquitoes (Bruce-Chwatt, 1980).

The positive relationship between (i) mean rainfall and malaria cases and (ii) mean RH and malaria cases can be clearly depicted in Figures 6(a) and (b). The monthly mean rainfall and monthly mean RH is calculated using monthly rain and monthly RH values overall 10 districts. The number of malaria cases increases with the increase in the mean rainfall as well as the increase in mean RH. In the pre-monsoon months when mean rainfall and mean RH is less the number of malaria cases is low. The malaria cases start increasing with the start of monsoon season and it peaks in July and then starts decreasing thereafter (see figure 6a and b). The Pearson correlation between mean rainfall and mean RH with malaria cases is 0.87 and 0.57 respectively with 95 % confidence level. The Diurnal Variation of RH (DRH) shows an interesting pattern as reported in figure 6(c) and it is always in the opposite phase with the number of malaria cases. DRH starts decreasing from January and lowest in July for the whole of the monsoon season and then increases thereafter. The malaria cases are opposite of DRH and increase till July and then decrease thereafter.

**Figure 6: Relationship between different Meteorological variables and number of Malaria Cases for (a) Monthly mean Rainfall and number of malaria case (b) Mean RH and Mean number of Cases (b) between DRH (Diurnal Variation of RH) and Mean number of malaria case.**

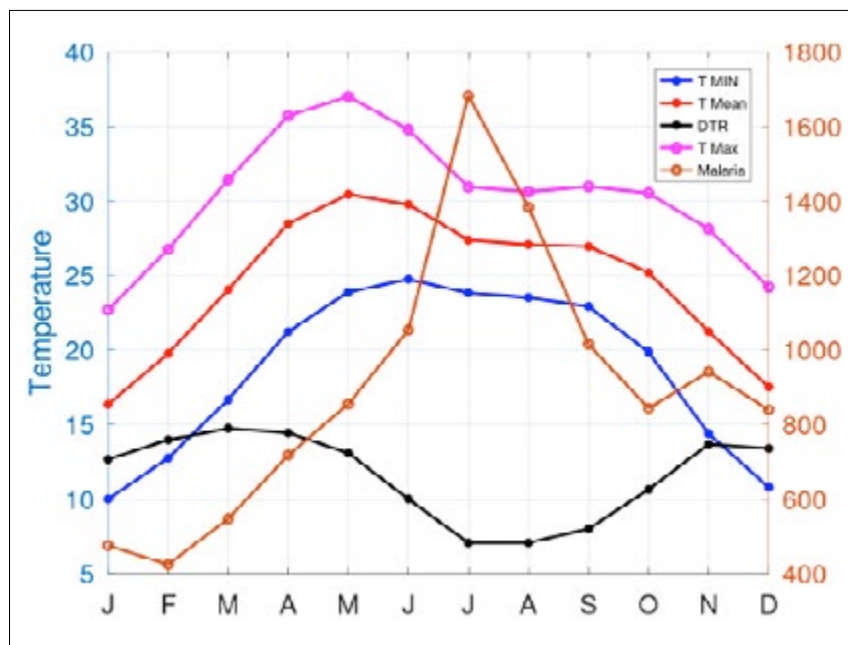




The Relationship between temperature-related variables like Tmin, Tmax, Tmean and DTR, with malaria cases is also analyzed as reported in figure 7. All the variables are on monthly scale as reported in the previous discussion in figure 6. Tmax, Tmin and Tmean increase till June and then decrease thereafter till December. It clearly shows that as the monsoon progresses the difference between Tmax and Tmin i.e., DTR reduces and it is lowest in the JJAS season because frequent rainfall episode reduces the difference between Tmax and Tmin. Interestingly

the DTR and malaria cases are in opposite phases so, as the monsoon progresses the DTR goes down and malaria cases increase till the end of monsoon. The Pearson correlation between DTR and malaria cases is  $-0.89$ . The relationship between malaria occurrences with RH and temperature is also analyzed by various other studies (Paaijmans et. al., 2010, Lingla 2018). They also reported higher positive dependence of Tmin and rainfall with Malaria transmission.

**Figure 7: Monthly variation of Temperature (Tmax, Tmin, Tmean and Diurnal Temperature) with the Number of Malaria Cases.**

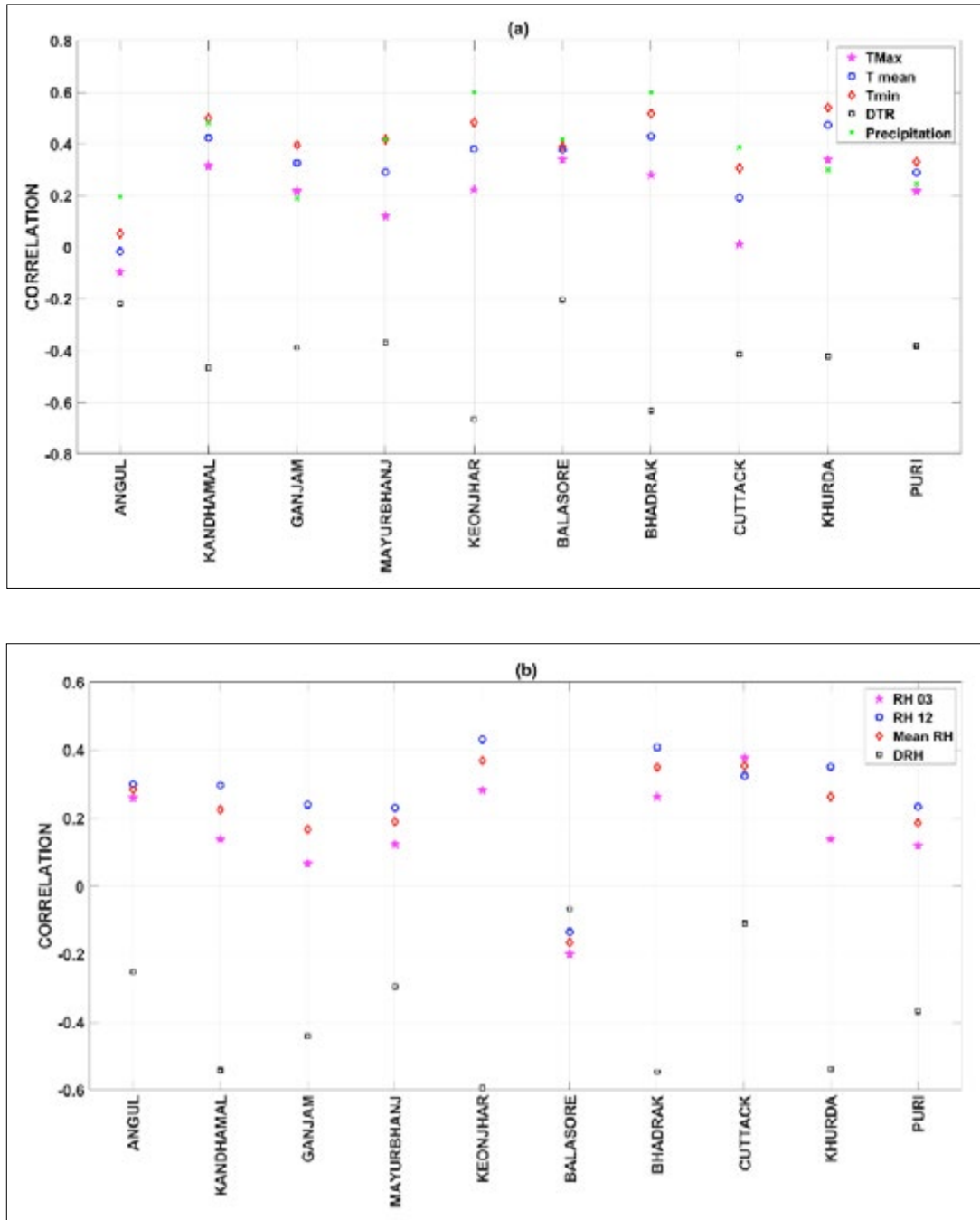


So far, the analysis of meteorological variables and malaria cases is combined for all 10 districts of Odisha. The variation of these variables for each of the districts is also looked for the temperature-related variables (Tmin, Tmax, Tmean, DTR) and rainfall with malaria occurrences as shown in figure 8(a) and RH variables (RH at 03:00 UTC

(RH03), RH at 12:00 UTC (RH12), Mean RH and DRH) with the number of malaria cases in figure 8(b). Tmin, Rainfall and RH12 show maximum and positive correlation with the malaria cases for all the districts as shown in figure 8(a) and (b). All these correlation values are significant with 95% confidence.



**Figure 8: Correlation between different meteorological variables and the number of malaria cases for different districts over Odisha for (a) Temperature (Tmax, Tmin, Tmean and Diurnal Temperature) and precipitation vs malaria cases and (b) Relative humidity (at 03:00, 1200, mean RH and DRH) with malaria cases.**

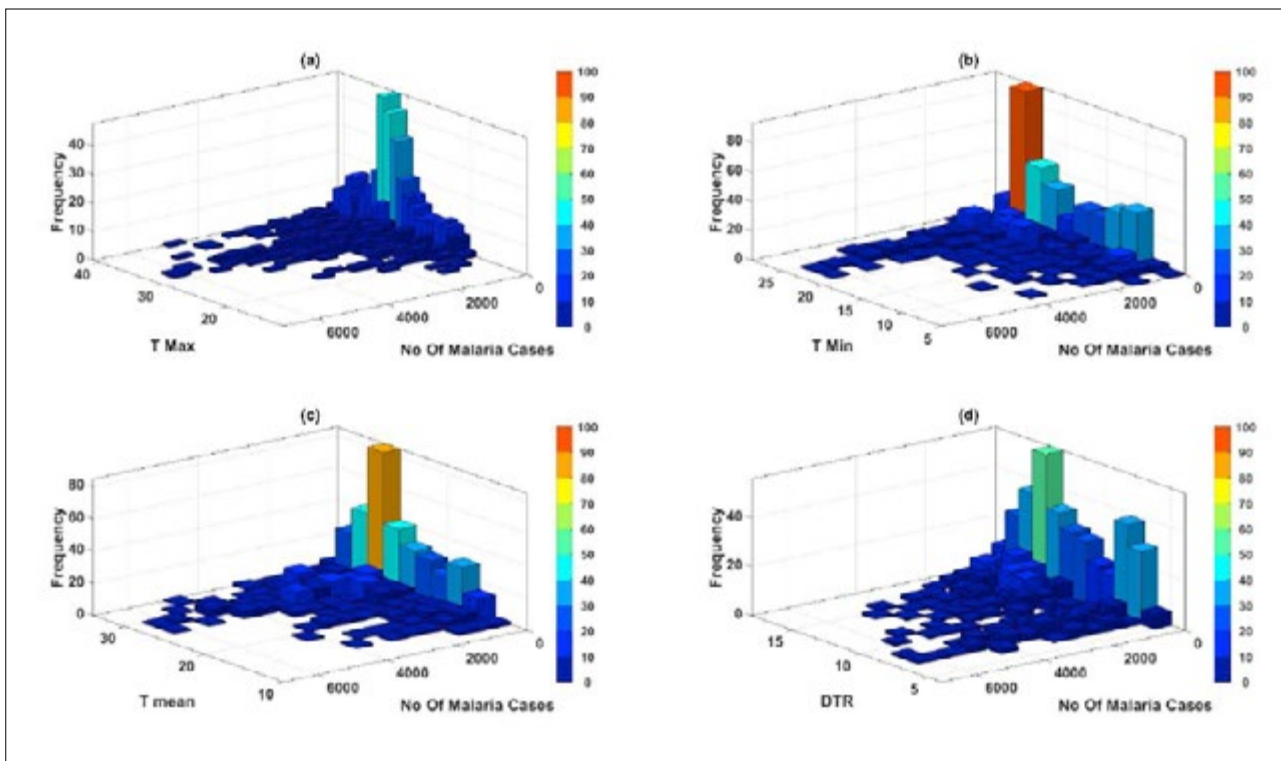


The positive relationship between rainfall and Malaria occurrences is already established. As expected, rainfall episodes lower the DTR and DRH. Since these quantities are negatively correlated with the rainfall and are in the opposite phase with rainfall. So DTR and DTH are also negatively correlated with the number of malaria cases.

Figure 9 depicts the Bivariate histogram of different temperature variables like Tmax, Tmin, Tmean and DTR with the malaria cases. These are 3d histogram where X and Y planes show the two variables distributed in different bin size and Z axis show the frequency. The probability of transmission of malaria with different ranges of Tmax and Tmin is clearly visible here. The peak malaria cases also coincide with a higher limit of Tmax, in the optimum temperature range of 20°-25° C as shown in figure 9a. All the peak malaria cases (>4000) are associated with Tmin >20° and as Tmin crosses the 20° C limit malaria cases jump up to the range of 4000 to 8000 cases as shown in figure 9b. There are no >4000 malaria cases below the Tmin 20° C threshold.

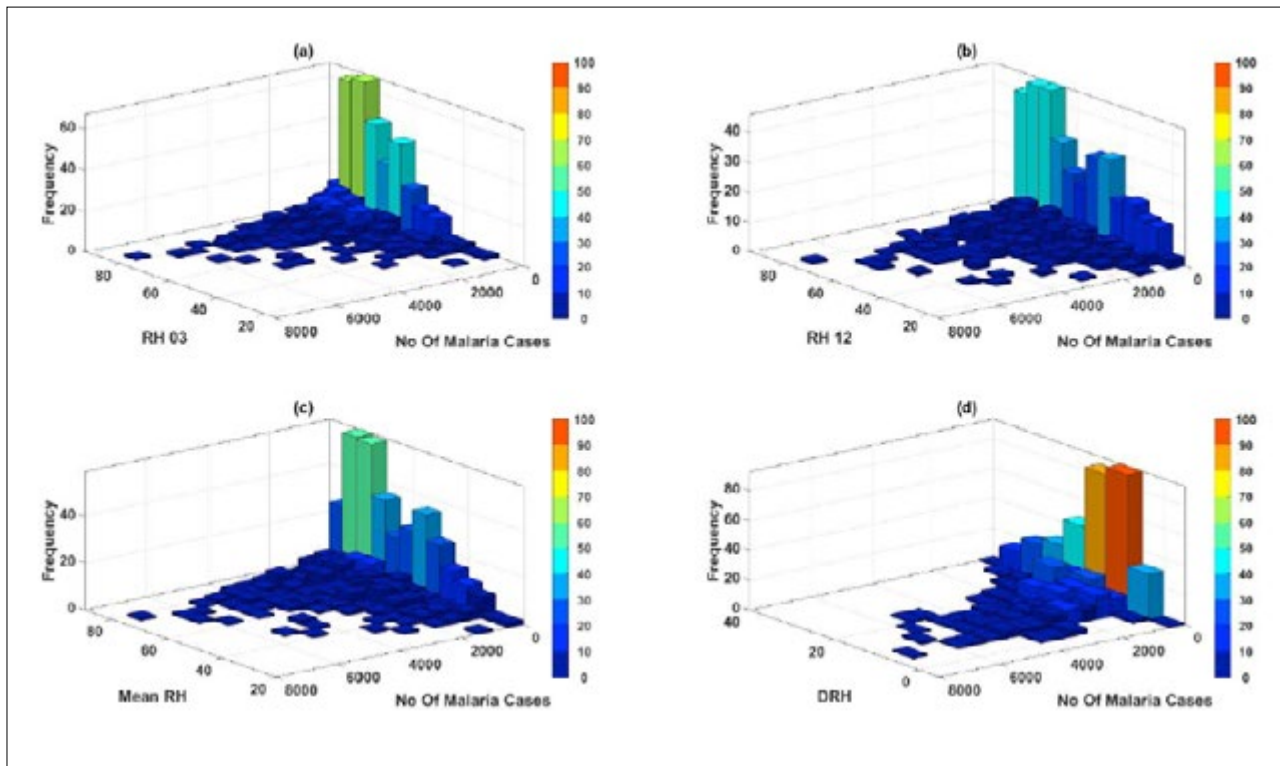
Peak malaria cases with low frequency are also very severe because 3 frequency of 7000 malaria cases will give 21000 cases, which is very high in magnitude. The Bivariate histogram of Tmean and malaria cases also follow the same pattern as Tmin, with peak cases associated with the Tmean range of >25° C as reported in figure 9c. The range of The Bivariate histogram of DTR vs malaria occurrences shows that the maximum occurrences of malaria cases are associated with the low DTR range between 5-15° C. All Peak malaria cases are primarily associated with the lower value of DTR in the range of 6-8° C, these lower range of DTR are mainly caused by frequent rainfall episodes.

**Figure 9: Bivariate Histogram between (a) Tmax. (b) Tmin. (c) Mean Temp.(d) DTR i.e., Diurnal variations of temperature with the number of malaria cases for the period 2012-2016.**



The Bivariate histogram of malaria cases and Relative Humidity variables like RH03, RH12, Mean RH and DRH are also looked upon and shown in figure 9. The comparison between RH03 and RH12 shows that the malaria occurrences have higher preferences for higher RH03 values but opposite in RH12, where preferences shifted toward lower values of RH12 as reported in figure 9a and b. Malaria occurrences have a higher correlation with the RH12 than compared to RH03 as reported in the discussion in figure 8. Mean RH and RH03 show similar behavior with the malaria occurrences. The behavior of DRH is similar to DTR with maximum occurrences of malaria associated with the lower value of DRH and DTR.

**Figure 10: Bivariate Histogram between (a) RH03 (b) RH12 (c) Mean RH and (d) DRH i.e., Diurnal variations of RH with the number of malaria cases for the period 2012-2016.**



### 3.4 Prediction of Malaria outbreaks over Odisha

Based on preliminary analysis, it is found that the occurrence of malaria cases shows higher dependency on many meteorological variables. As already mentioned malaria has a high significant correlation with precipitation, Tmin, RH12, DTR, DRH etc. Based on this information total of 7 predictors are selected and used to forecast the malaria cases over different districts over Odisha. These selected predictors are as follows

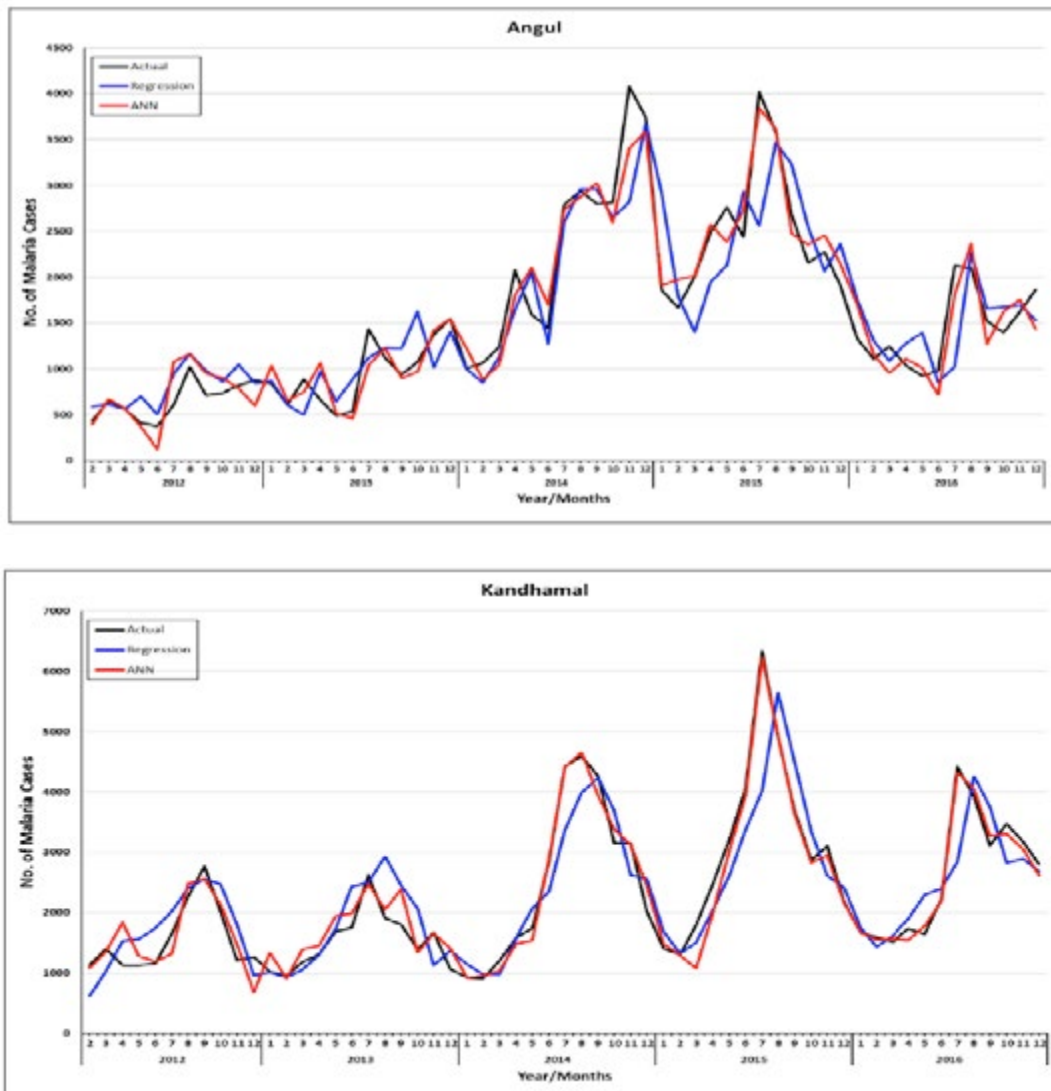
1. Tmin,
2. Rainfall,
3. Diurnal variation of temperature (DTR),
4. RH 12:00 hrs,
5. Diurnal variation of RH (DRH),
6. Previous month rainfall,
7. Previous month malaria cases,

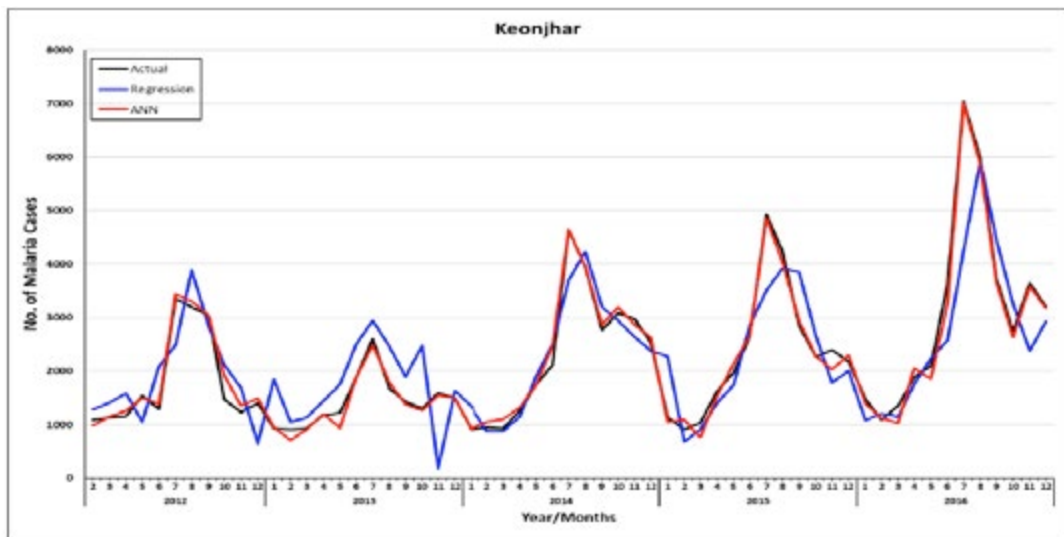
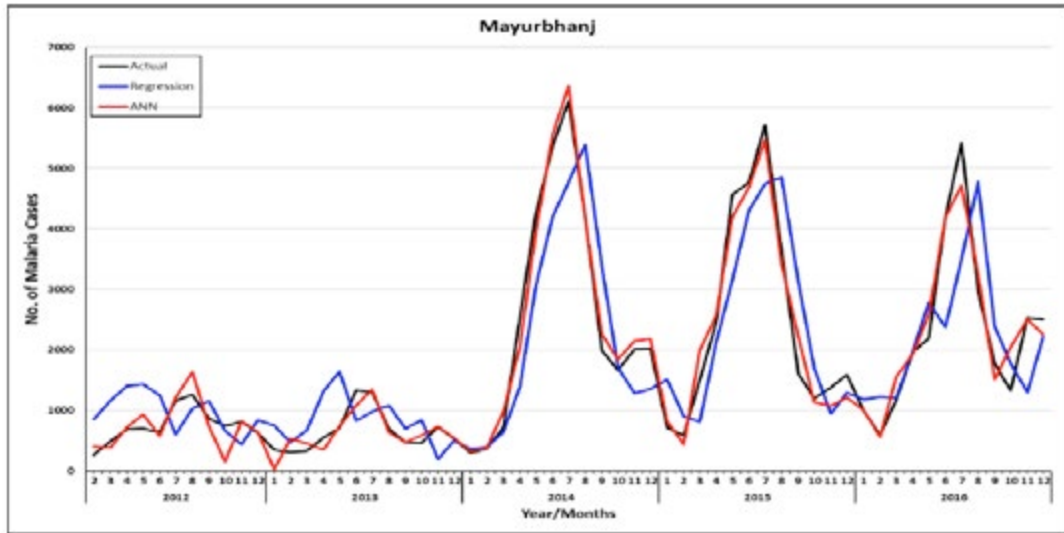
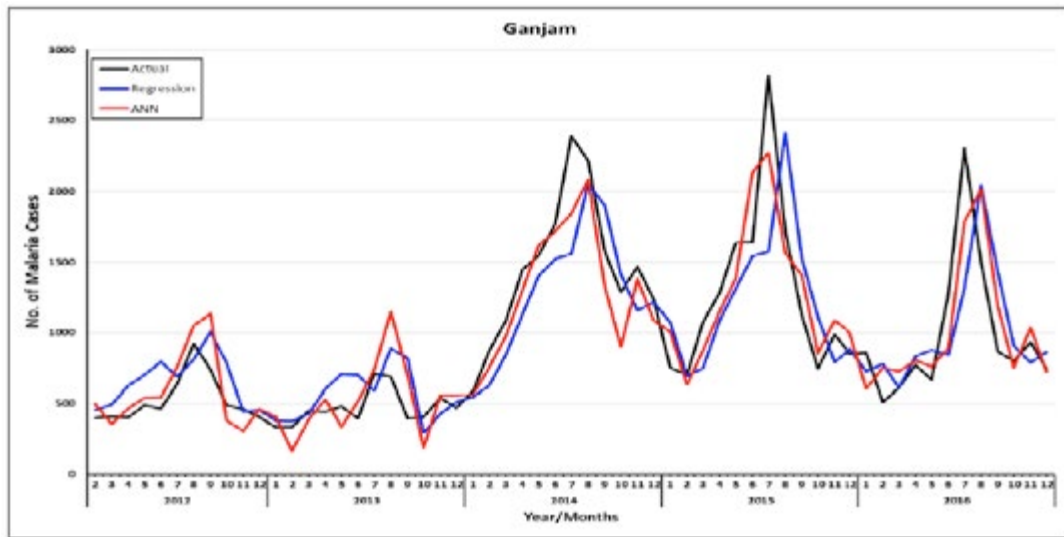
Peng et al, (2003) also reported monthly Tmin and monthly rainfall with one-month lag are significantly correlated for malaria transmission in Shuchan region

in China. Nizamuddin et. al., (2013), used NOAA/AVHRR satellite to construct weather data to forecast malaria epidemics over Tripura. Sudheer et al., (2014) used the support vector machine method to forecast the malaria cases over Jodhpur and Bikaner region. Simple multiple linear regression and Artificial Neural Network methods are used to forecast the malaria cases over the different districts of Odisha. In simple multiple linear regression, all 7 selected meteorological variables are used as predictors for the malaria forecast. The simple multiple linear regression model shows a good relationship to forecast malaria occurrences. The Artificial Neural Network method performs quite well for the malaria forecast. The district-level malaria forecast using Multiple linear regression and ANN methods is shown for 5 districts of Odisha in Figure 11. The peaks of malaria are very well captured by both these methods. The ANN forecast time series is very close to observations compared to the Multiple linear regression method. Root Mean Square Error Value and R Square value associated with both these methods are reported in Table 1. Table 2 gives the Artificial Neural Network Architectures for the forecast of Malaria

occurrences over different districts over Odisha. ANN models are using fewer predictors than the multiple regression models. Table 1 indicates that the performance of ANN method is better than multiple linear regression methods. Root Mean Square Errors for all the districts are less than the standard deviation of the malaria cases in both multiple regression and ANN models and in ANN it is even less than half of the standard deviation. The Artificial Neural Network method can be quite effectively used to forecast the malaria case over different districts of Odisha.

**Figure 11: Predicted values of Malaria cases for using multiple linear regression and Artificial Neural Network methods over (1) Angul and (2) Kandhamal (3) Ganjam, (4) Mayurbhanj and (5) Keonjhar districts of Odisha for the period 2012-2016.**







**Table 1. Root Mean Square Error (RMSE) and R-Square value for Multiple Linear Regression and Artificial Neural Network models over different district over Odisha for the period 2012-2016.**

Name of the District	RMSE (Normal Multiple linear regression)	RMSE (ANN)	R- Square (NORMAL)	R-Square (ANN)
Angul	430	237	0,79	0,93
Kandhamal	580	240	0,76	0,95
Ganjam	339	230	0,65	0,83
Mayurbhanj	802	268	0,73	0,97
Keonjhar	689	152	0,72	0,98

**Table 2. Artificial Neural Network Architecture for the forecast of Malaria occurrences over different districts over Odisha.**

S. No	Name of the District	Predictor Used	Number of Hidden Layers
1	Angul	Previous month Malaria cases, Previous Month Rainfall, Tmin, Rainfall, TDR, RH12, DRH	3
2	Kandhamal	Previous month Malaria cases, Tmin, Rainfall, TDR, RH12, DRH	4
3	Ganjam	Previous month Malaria cases, Tmin, Rainfall, TDR, RH12, DRH	6
4	Mayurbhanj	Previous month Malaria cases, Tmin, Rainfall, TDR, DRH, previous month rainfall	6
5	Keonjhar	Previous month Malaria cases, Tmin, Rainfall, TDR, RH12, DRH	6

## 4. CONCLUSIONS

Odisha is worst affected by malaria for a long time and the maximum load of malaria cases in India comes from Odisha state. The climatic, seasonal, ecological, environmental, social, and economic factors also regulate the transmission of malaria at a place. In this study, five years of malaria cases over 10 districts of Odisha for the period 2012-2016 is used to analyze and compare the relationship between meteorological variables and malaria cases. Meteorological parameters like temperature, precipitation and RH are used to quantify the relationship between malaria occurrences and meteorological variables. It is found that Kandhamal, Keonjhar and Mayurbhanj are the worst affected districts of Odisha, where more than 1 lac malaria cases are reported in a year. Malaria cases peaks in the monsoon months because monsoon seasonal provide enough water and moisture, which provide an ideal environment for the growth of mosquitoes as well as *Plasmodium* parasite. Mosquitoes transfer the *Plasmodium* parasite into the human body when it bites for a blood meal. *P. falciparum* and *P. vivax* are the main species responsible for the spread of malaria in Odisha. The relationship between meteorological variables like temperature, humidity, rainfall and malaria occurrence is looked upon. The temperature shows a good relationship with the malaria cases. Tmin is having a significant positive correlation with the malaria occurrences for all the districts in Odisha. The monthly malaria occurrences also show a good relationship with temperature and DTR. Mean rainfall and mean RH both show significantly positively correlated with malaria cases. DTR and DRH both are in the opposite phase of malaria cases and are significantly negatively correlated with the malaria cases. In the monsoon season when the diurnal range of temperature, humidity i.e., DTR and DRH is lower, the number of malaria cases is highest. DTR, rainfall, RH12 and DRH also shows a significant correlation with malaria cases. Bivariate histogram and normalized frequency of different range of temperature and RH is also analyzed. All peak malaria cases are associated with the range of Tmin >20° C. Based on the preliminary analysis it is found that malaria occurrences are highly dependent on Tmin, RH12, Precipitation, DTR, DRH. Finally, a total of seven predictors are selected to forecast the malaria cases over these ten districts

of Odisha. Simple multiple linear regression and ANN is used for the forecasting of malaria cases for these districts of Odisha. The ANN performs a very good forecast compared to the multiple linear regression method. Based on this analysis and results and using these forecast parameters, we hope to correctly forecast the malaria occurrences over Odisha.

The future scope of this work is in terms of using sub-monthly malaria cases. Since, the temporal resolution of occurrences of malaria cases is on a monthly scale, which is quite high compares to *Plasmodium* life cycle in the mosquito's body, which is usually less than 15 days. Malaria dynamics can be altered very significantly in the sub-monthly scale or weekly time scale because of the variability of meteorological parameters in a sub-monthly scale. So, it is very beneficial to have malaria occurrence data on a daily/weekly scale to carefully look into the behavior of malaria cases using meteorological variables.

### Acknowledgments

The authors acknowledge the suggestions and encouragements of DGM, IMD. The authors are also thankful to all the officers and staff of Climate Application & User Interface Group, IMD Pune for their help and cooperation.

### REFERENCES

1. Kumar A, Valecha N., Jain T, and Dash, AP. Burden of Malaria in India: Retrospective and Prospective View, *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 2007, 77, pp. 69–78.
2. Bruce-Chwatt LJ. Epidemiology of malaria. In *Essential Malariology*. London: William Heinemann, Medical Books Ltd, 1980. pp. 129-168.
3. Burden of Disease in India. A report by National Commission on Macroeconomics and Health. Ministry of Health & Family Welfare, Government of India, New Delhi, 2005
4. Yu C, Manry MT. (2002), A modified hidden weight optimization algorithm for feedforward neural networks, Thirty-Sixth Annual Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, 2002, pp. 1034-1038, Pacific Grove, CA, 3-6.
5. Chen HH, Manry MT and Chandrasekaran H. A neural network training algorithm utilizing multiple sets of linear equations, *Neurocomputing*, 1999, 25, 1-3, 55-72.
6. Fischer MM and Gopal S. Artificial neural networks: A new approach to modeling interregional telecommunication flows, 1994, *J. Reg. Sci.*, 34, 503-527.
7. Hornik K, Stinchcombe M and White H. 1989, "Multilayer feedforward networks are universal approximators", 1989, *Neural Networks*, 2, 359-366.
8. Lingala MA, Climatic variables and malaria transmission, Chapter 5, in *Vector-borne diseases and treatment*. 2018; Vol 2: 1-12.
9. Lingala MA, Singh P, Verma P, Dhiman RC. Determining the cutoff of rainfall for *Plasmodium falciparum* malaria outbreaks in India. *J Infect Public Health*. 2020 Jul;13(7):1034-1041. doi: 10.1016/j.jiph.2019.11.017. Epub 2019 Dec 11. PMID: 31837999.
10. Nizamuddin M, Kogan F, Dhiman R, Guo, W, & Roytman L. Modeling and forecasting malaria in Tripura, India using NOAA/AVHRR-based vegetation health indices. *International Journal of Remote Sensing*, 2013, 3(3), 108–116.
11. Paaijmans KP, Blanford S, Bell AS, Blanford JI, Read AF, Thomas MB. Influence of climate on malaria transmission depends on daily temperature variation *PNAS*, 2010, 107 (34) 15135-15139; DOI: 10.1073/pnas.1006422107.
12. Guhathakurta P. Long lead monsoon rainfall prediction for meteorological sub-divisions of India using deterministic artificial neural network model, *Meteorology and Atmospheric Physics*, 2008,101, pp 93–108.
13. Guhathakurta P, Tyagi A, Mukhopadhyay B. Climatology at any point: A neural network solution, *Mausam*, 2013, Vol-64, 2, pp. 231-250.
14. Peng B, Tong S, Donald K, Parton KA. and Ni J. Climatic variables and transmission of malaria: A 12 year data analysis in Shuchen county China. *Public health report*, 2003, Vol-18: 65-71.
15. Sharma VP. Malaria: cost to India and future trends. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 1996, 4-14. PMID: 9031392.
16. Sudheer C, Sohani, SK, Kumar D, Malik A, Chahar BR., Nema AK, Panigrahi BK., Dhiman, RC. A Support Vector Machine-Firefly Algorithm based forecasting model to determine malaria transmission *Neurocomputing*, 2014, 129, pp. 279-288. doi: 10.1016/j.neucom.2013.09.030
17. World malaria report 2020. 20 years of global progress and challenges. Geneva: World Health Organization; 2020. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

# Üniversite Çalışanlarında Mutfak İlişkili Ev İçi Hava Kirliliği Farkındalık Çalışması

## *Kitchen-Related Indoor Air Pollution Awareness Study Among University Staff*

Yağmur Köksal Yasin<sup>1</sup> 

Ayşe Taş<sup>2</sup> 

Emine Didem Evcı Kiraz<sup>3</sup> 

1 Hatay Dörtüyl İlçe Sağlık Müdürlüğü, Hatay, Türkiye, ygmrrksl@gmail.com

2 Malatya Battalgazi İlçe Sağlık Müdürlüğü, Malatya, Türkiye aysetas90@yahoo.com

3 Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye devci@yahoo.com

### Özet

**Amaç:** "Ev içi hava kirliliği" (EİHK), gelişmekte olan ülkelerde hastalık ve erken ölümün önde gelen nedenlerindedir ve küresel ölümlerin %7,7'sini oluşturmaktadır. EİHK oluşturan etmenlerin en başında pişirme gelir. Mutfak ilişkili EİHK'ni değerlendirmek hem pişirmenin önde gelen kirleticilerden biri olması hem de EİHK ölçümlerinin mutfakta daha yüksek çıkması sebebiyle önemlidir. Çalışmanın ana amacı üniversite idari personelinin ev içi hava kirliliği ile ilgili belirleyiciler açısından durumlarını ve farkındalıklarını saptamaktır.

**Yöntem:** Çalışma kesitsel tipte olup Eylül 2018-Mart 2021 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evrenini Türkiye'nin batı kentlerindeki bir üniversitenin idari personeli olan 1156 kişi oluşturmaktadır. Örneklem büyüklüğü evren göz önünde bulundurularak prevalans %50, d:1, kabul edilebilir hata payı %5 alınarak 288 olarak hesaplanmış ve sistematik örneklemeyle belirlenmiştir. Katılımcılara araştırmacılar tarafından literatüre dayanarak oluşturulan ve 26 sorudan oluşan anket formu üniversite postası yoluyla ve yüz yüze görüşme yöntemiyle uygulanmıştır. Evde yemeği pişiren esas kişinin katılımcıdan başkası olduğu durumlarda verilerin sunumunda kolaylık sağlanması için bu kişiler "ikincil kişiler" olarak adlandırılmıştır.

**Bulgular:** Katılımcıların yaş ortalaması 39,5±8,1 olup %54,2'si kadın, %59,0'ı üniversite mezunudur. Katılımcılar evde yemeği esas pişiren kişi açısından değerlendirildiğinde %56,6'sı evde yemeği kendisi pişirmektedir. Katılımcıların %66,7'si tüpü, %38,9'u elektriği, %31,9'u doğalgazı, %6,3'ü odunu yemek pişirmek için yakıt olarak kullanmaktadır. Katılımcıların %52,4'ü "ev içi hava kirliliği" kavramını daha önceden duymuştur. Kadınlar erkeklerle göre "ev içi hava kirliliği" kavramını daha çok duymuştur (p:0,001).

**Sonuç:** Çalışmaya katılanların sadece yarısı EİHK kavramını duymuştur. EİHK kavramını duymayı etkileyen tek faktör cinsiyet olarak saptanmış ve kadınların farkındalık düzeyi daha yüksek bulunmuştur. EİHK ve özellikle mutfak ilişkili hava kirliliğini değerlendirecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Ev İçi Hava Kirliliği, Ev İçi Hava Kalitesi, Çevre Sağlığı.

**Bu makaleden şu şekilde alıntı yapınız / Cite this article as:** Köksal Yasin Y, Taş A, Evcı Kiraz ED. Üniversite Çalışanlarında Mutfak İlişkili Ev İçi Hava Kirliliği Farkındalık Çalışması. Climatehealth. 2021;1(3):137-145

### Sorumlu Yazar / Corresponding Author:

Yağmur Köksal Yasin, Hatay Dörtüyl İlçe Sağlık Müdürlüğü, Hatay,Türkiye  
E-mail: ygmrrksl@gmail.com



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## Abstract

**Objective:** "Indoor air pollution" (IAP) is a leading cause of morbidity and premature death in developing countries, accounting for 7.7% of global deaths. Cooking comes first among the factors that make up the IAP. Evaluating the kitchen-related IAP is important both because cooking is one of the leading pollutants and because IAP measurements are higher in the kitchen. The main purpose of the study is to determine the status and awareness of university administrative staff in terms of determinants of indoor air pollution.

**Method:** The study is cross-sectional and was carried out between September 2018 and March 2021. The population of the research consists of 1156 people who are administrative staff of a university in the western cities of Turkey. The sample size was calculated as 288 by taking the prevalence of 50%, d:1, and an acceptable margin of error of 5%, taking into account the population, and was determined by systematic sampling. The questionnaire form consisting of 26 questions, which was created by the researchers based on the literature, was applied to the participants via university mail and face-to-face interview method. In cases where the main person who cooks the food at home is someone other than the participant, these people are named as "secondary persons" in order to facilitate the presentation of the data.

**Results:** The mean age of the participants was  $39.5 \pm 8.1$  years, 54.2% were female and 59.0% were university graduates. When the participants are evaluated in terms of the person who cooks the food at home, 56.6% of them cook the food themselves. 66.7% of the participants use the cylinder, 38.9% electricity, 31.9% natural gas, 6.3% wood as fuel for cooking. 52.4% of the participants have heard the concept of "indoor air pollution" before. Women heard the concept of "domestic air pollution" more than men ( $p:0.001$ ).

**Conclusion:** Only half of the participants in the study have heard of the concept of IAP. Gender was the only factor affecting hearing the concept of IAP, and the awareness level of women was found to be higher. There is a need for studies that will evaluate the IAP and especially kitchen-related air pollution.

**Keywords:** Indoor Air Pollution, Indoor Air Quality, Environmental Health.

## GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), hava kirliliğinin bulaşıcı olmayan hastalıklar için kritik bir risk faktörü olduğunu vurgulamaktadır. Hava kirliliği seviyesi dünyanın birçok yerinde tehlike sınırını aşmış durumdadır. Dünya genelinde her 10 kişiden 9'u kirli hava solmaktadır. Her yıl dış ortam ve iç ortam hava kirliliğinden yaklaşık 7 milyon insan ölmektedir (1). Yapılan çalışmalar insan yaşamının %70-90'ının iç ortamda geçtiğini göstermektedir. Ev, iç ortamların en önemlilerindedir (2-4). "Ev içi hava kirliliği" (EİHK) ifadesi ev içerisindeki yapay iklim özellikleri, kirlenici öğeler ve ortaya çıkan her türlü çevre kirlenmelerini kapsamaktadır (5). EİHK büyük ölçüde evsel yakıt ile ortaya çıkmakta, ev içinde ve çevresinde hava kirliliğine neden olmaktadır (6). EİHK dünyanın önde gelen çevre sağlığı risklerinden biridir. EİHK'ne neden olan faktörlerin temiz yöntemlerle değiştirilmesi küresel iklim kalitesini olumlu yönde etkileyecektir (5).

EİHK, gelişmekte olan ülkelerde hastalık ve erken ölümün önde gelen nedenlerinden biridir. İç ortam havasına yayılan kirleniciler, akut ve kronik sağlık sorunlarına sebep olmaktadır(7). Ev içi hava kirlenicilerden etkilenim başta solunum yolu hastalıkları, kanser olmak üzere birçok bulaşıcı olmayan hastalığa

yol açmaktadır (1, 5). EİHK, küresel ölümlerin %7,7'sini oluşturmaktadır (6). Pişirmeden kaynaklanan dumana maruz kalınması, her yıl, çoğunlukla düşük ve orta gelirli ülkeler başta olmak üzere, sağlık açısından zararlı kirlenicilerin oluşmasına sebep olarak 3,8 milyon erken ölüme neden olmaktadır (5).

EİHK oluşturan etmenlerin en başında pişirme gelir (6). Pişirme, sosyodemografik özelliklerden bağımsız olarak kişilerde sağlık risklerine neden olmaktadır (8). Aynı ev içinde ölçülen partikül sayısının mutfakta diğer odalara göre daha yüksek olduğu görülmüştür (9). Yapılan çalışmalarda EİHK'nin havalandırma tipi ve süresi, mutfak tipi, mutfak hacmi, yakıt tipi, pişirilen yemek sayısı, hanede yaşayan kişi sayısı, evin yapısal özellikleri, yemek pişerken mutfakta bulunma durumu ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (7, 9-14). Halk sağlığı açısından en güçlü kanıtlara sahip olan ev içi hava kirlenicileri, partikül madde (PM), karbon monoksit (CO), ozon (O<sub>3</sub>), azot dioksit (NO<sub>2</sub>) ve sülfür dioksittir (SO<sub>2</sub>) (10, 15). Bu kirleniciler esas olarak hanedeki ana pişirici ve diğer hassas kişiler için sağlık riski oluşturmaktadır (16). Etkilenim, özellikle ev ocaklarının yakınında en çok vakit geçiren kadınlar ve küçük çocuklar arasında daha yüksektir (6, 17). Hane halkının sosyal ve ekonomik sınıfı, kullanılan yakıt türünde ve davranışlarda etkilidir (18).

Birleşmiş Milletler, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin 7. Maddesini "2030 yılına kadar herkes için uygun, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişim sağlamak" olarak belirtmiştir (19). Mutfak ilişkili EİHK'ni değerlendirmek hem pişirmenin önde gelen kirleticilerden biri olması hem de EİHK ölçümlerinin mutfakta daha yüksek çıkması sebebiyle önemlidir (6, 9). Bununla birlikte bireylerde davranış değişikliği oluşturmak için birinci adım farkındalık yaratmaktır (20). Ev içi hava kalitesinin iyileştirilmesi ile insan sağlığının korunması sağlanacak, dolaylı olarak da iş gücü kayıplarının ve tıbbi tedaviler nedeniyle ortaya çıkan ekonomik kayıpların da önüne geçilecektir. Bu nedenlerden yola çıkarak konuyla ilgili temel bir durum saptaması yapmak, sonrasında atılacak adımlar için yol gösterici olacaktır. Dünyada ev içi hava kirliliği ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır (3, 4). Türkiye'de de ev içi hava kirliliği yeni bir kavramdır ve bu konuda yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır ve mutfak ilişkili EİHK ile ilgili belirleyicilerin ve farkındalığın sorgulandığı çalışmaya rastlanmamıştır. Üniversite idari personeli neredeyse standardize bir eğitim ve gelir düzeyine sahip bir gruptur. Böyle bir grupta mutfak ilişkili EİHK ile ilgili araştırma yapılması var olan durumun en temel haliyle ortaya konulmasını sağlayacak, farkındalığı artıracaktır. Çalışmanın ana amacı üniversite idari personelinin ev içi hava kirliliği ile ilgili belirleyiciler açısından durumlarını ve farkındalıklarını saptamaktır.

## YÖNTEM

Çalışma kesitsel tipte olup Eylül 2018-Mart 2021 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aşaması Eylül 2018-Ocak 2020 tarihlerinde tamamlanmış, veri analizi ve raporlama Ocak 2020-Mart 2021 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma için Aydın Adnan Menderes Üniversitesi (ADÜ) Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan Protokol No:2018/1460 ile ve ADÜ Rektörlüğü'nden onay alınmıştır. Tüm katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Araştırmanın evrenini Türkiye'nin batı kentlerindeki bir üniversitenin idari personeli olan 1156 kişi oluşturmaktadır. Çalışma evreninin seçim sebebi belli

bir sosyokültürel ve sosyoekonomik standardizasyon sağlanmasıdır. Örneklem büyüklüğü evren göz önünde bulundurularak prevalans %50, d:1, kabul edilebilir hata payı %5 alınarak 288 olarak hesaplanmıştır. 288 kişiye sistematik örnekleme yöntemi ile ulaşılmıştır.

Katılımcılara araştırmacılar tarafından literatüre dayanarak oluşturulan 2 bölümden ve 26 sorudan oluşan anket formu üniversite postası yoluyla ve yüz yüze görüşme yöntemiyle uygulanmıştır. Çalışmamızda da katılımcıların yaşadıkları yerler bu standarda göre değerlendirilmiştir. Yine katılımcılara mutfakta yemek pişirirken kullandıkları yakıt tipleri sorulmuştur. Yakıt tiplerinin dağılımı DSÖ'ne göre belirlenmiş olup elektrik, tüp, doğalgaz temiz yakıt olarak; biyomass (biyokütle), katı yakıtlar kirlitici yakıt olarak değerlendirilmiştir (22). Katılımcıların kullandıkları yakıt tipi, mutfak havalandırma yöntemleri, mutfakta bulunan mobilyalar, yemek pişerken mutfakta bulunan kişiler birden çok cevap işaretlenebilecek şekilde sorulmuştur. Evde yemeği pişiren esas kişinin katılımcıdan başkası olduğu durumlarda verilerin sunumunda kolaylık sağlanması için bu kişiler "ikincil kişiler" olarak adlandırılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesi ve analizi Statistical Package for Social Science (SPSS) 19.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Tüm veriler ilk önce, normal dağılıma uygunluk açısından Kolmogorov-Smirnov testi, diklik ve çarpıklık katsayıları ve histogram ile değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler yüzde ile; normal dağılıma uyan veriler ortalama ve standart sapma, uymayan veriler ortanca, min - max değerleri ile verilmiştir. İstatistiksel değerlendirmede sayım verilerini karşılaştırmak için ki-kare testi, iki grup arasındaki ölçüm verilerini karşılaştırmak için student t testi kullanılmıştır. Tip I hata düzeyi 0,05 olarak belirlenmiştir.

## BULGULAR

Çalışmaya 288 idari personel dahil edilmiş, böylece hedeflenen örneklemin tamamına ulaşılmıştır. Katılımcıların yaş ortalaması 39,52±8,15 olup %54,2'si kadın (n:156), %78,1'i (n:225) evli, %59,0'ı üniversite mezunu (n:170), %51,7'sinin (n:149) gelir durumu



gelir gidere denktir. Katılımcıların tümü (n:288) kentsel bölgede yaşamaktadır. Katılımcıların evlerinde yaşayan kişi sayısı ortancası 3'tür (min:1, max:6). Katılımcıların %29'unun (n:86) evinde kronik hastalığı olan en az bir kişi vardır ve bu kişiler için evde kronik hastalığı olan sayısı ortancası 1'dir (min:1, max:3). Katılımcılar evde yemeği esas pişiren kişi açısından değerlendirildiğinde %56,6'sı (n:163) evde yemeği kendisi pişirmekte,

%43,4'ünde (n:125) yemeği başkası pişirmektedir. Evde yemeği pişiren esas kişinin katılımcıdan başkası olduğu durumdaki yemeği esas pişiren kişilerin (ikincil kişiler) sosyodemografik özellikleri değerlendirilmiştir. Bu kişilerin yaş ortalaması  $42,81 \pm 10,60$  olup %92,0'ı (n:115) kadın, %91,1'i (n:113) evli, %36,0'ı (n:45) üniversite mezunudur. Katılımcıların ve ikincil kişilerin sosyodemografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1: Katılımcıların ve İkincil Kişilerin Sosyodemografik Özellikleri**

Sosyodemografik özellikler	n	Katılımcı (n:288)		İkincil kişi (n:125)	
		%	n	%	n
<b>Cinsiyet</b>	Kadın	156	54,2	115	92,0
	Erkek	132	45,8	10	8,0
<b>Medeni durum</b>	Evli	225	78,1	113	91,1
	Bekar/dul/boşanmış	63	21,9	12	8,9
<b>Eğitim düzeyi</b>	Lise ve altı	62	21,5	76	60,8
	Üniversite ve üzeri	226	78,5	49	39,2
<b>Ekonomik durum*</b>	Gelir giderden az	97	33,7	-	-
	Gelir gidere denk	149	51,7	-	-
	Gelir giderden fazla	42	14,6	-	-

\*Sadece katılımcıya sorulmuştur.

Katılımcılara yemek pişirmek için kullandıkları yakıt tipi sorulduğunda %66,7'si (n:192) tüp, %38,9'u (n:112) elektrik, %31,9'u (n:92) doğalgaz, %6,3'ü (n:18) odun kullandığını belirtmiştir. Katılımcıların tümünün (n:288) mutfakları ev içinde yer almakta olup %93,4'ünün (n:269) mutfağı pencerelessi mutfaktır. Katılımcılara mutfaklarını havalandırma yöntemleri sorulduğunda %84,7'si (n:244) pencere ile, %75,3'ü (n:217) aspiratör ile, %74,0'ı (n:213) kapı ile ve %13,2'si (n:38) baca ile havalandırdıklarını belirtmiştir. Katılımcıların gün içinde mutfaklarını havalandırma süresi ortancası 120 dakika (min:10, max:1440), mutfaklarının hacminin ortancası

36 (min:15, max:82) metreküptür. Mutfakta gün içinde pişen yemek sayısı ortancası 2 (min:1, max:5), gün içinde pişen yemek için harcanan süre ortancası 2 saattir (min:1, max:5). Katılımcıların %17,7'sinin (n:51) evinde koku sensörü, %11,1'inin (n:32) evinde duman sensörü bulunmaktadır. Katılımcıların mutfaklarında yer alan mobilyalar sorulduğunda %94,1'i, (n:271) yemek masası, %13,2'si (n:38) koltuk olduğunu; %3,8'i (n:11) hiçbir şey olmadığını belirtmiştir. Katılımcıların %92,7'si (n:267) evlerinin temel inşaat malzemesinin beton olduğunu bildirmiştir. Katılımcıların mutfakları ile ilgili özellikleri Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 2: Katılımcıların Mutfakları ile İlgili Özellikleri**

Mutfak özellikleri		n	%	ortanca	min-max
Yakıt tipi	Temiz (tüp, elektrik, doğalgaz)	270	93,8	-	-
	Kirli (odun)	18	6,3	-	-
Mutfak tipi	Pencereli	269	93,4	-	-
	Açık	19	6,6	-	-
Havalandırma yöntemi*	Pencere	244	84,7	-	-
	Aspiratör	217	75,3	-	-
	Kapı	213	74,0	-	-
	Baca	38	13,2	-	-
Koku sensörü	Var	51	17,7	-	-
	Yok	237	82,3	-	-
Duman sensörü	Var	32	11,1	-	-
	Yok	256	88,9	-	-
Mutfakta bulunan mobilya*	Yemek masası	271	94,1	-	-
	Koltuk	38	13,2	-	-
Temel inşaat malzemesi	Beton	267	92,7	-	-
	Tuğla	21	7,3	-	-
Havalandırma süresi (dk/gün)		-	-	120	10-1440
Mutfak hacmi (m <sup>3</sup> )		-	-	36	15-82
Pişen yemek sayısı (yemek sayısı/gün)		-	-	2	1-5
Pişen yemek için harcanan süre (saat/gün)		-	-	2	1-5

\*Birden fazla seçenek işaretlenebilmiştir.

Katılımcılara yemek pişerken mutfakta kimlerin bulunduğu sorulduğunda %86,2'si (n:238) kendisinin, %64,2'si (n:185) eşinin, %43,4'ü (n:125) çocukların, %11,8'i (n:34) annesinin, %5,5'i (n:16) evdeki yardımcı/bakıcının olduğunu belirtmiştir. Gün içinde yemek pişirilirken kişilerin mutfakta geçirdikleri zaman değerlendirildiğinde kişinin kendisinin mutfakta bulunma süresi ortalaması 1,54±1,06, eşinin 1,29±1,43, çocukların 0,55±0,78, kendi annesinin 0,29±0,93, evdeki yardımcı/bakıcının 3,46±2,53 saat olduğu bulunmuştur. Katılımcıların %56,6'sı (n:163) yemekle esas ilgilenen kişinin kendisi olduğunu, %33,0'ı (n:95) eşi olduğunu, %8,7'si (n:25) kendi annesi olduğunu, %1,7'si (n:5) yardımcı/bakıcı olduğunu belirtmiştir. Katılımcıların

%29,5'i (n:85) yemekle ikincil olarak ilgilenen kişinin kendisi olduğunu, %25,7'si (n:74) eşi olduğunu, %6,3'ü (n:18) çocuklar olduğunu, %5,5'i (n:16) yardımcı/bakıcı olduğunu, %3,1'i (n:9) annesi olduğunu; %29,9'u (n:86) ikincil ilgilenenin olmadığını belirtmiştir. Katılımcıların %29,2'si (n:84) yemekle esas olarak ilgilenen kişide sağlık sorunu olduğunu belirtmiştir. Bu kişilerdeki sağlık sorunlarına bakıldığında %57,1'inin (n:48) solunum sistemi, %20,3'ü (n:17) kalp ve dolaşım sistemi, %10,7'si (n:9) nörolojik sistem olduğu görülmüştür. Katılımcıların %52,4'ü (n:151) "ev içi hava kirliliği" kavramını daha önceden duymuştur. Katılımcıların mutfak ilişkili davranış ve tutumları ile ilgili özellikler Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3: Katılımcıların Mutfak İlişkili Davranış ve Tutumları**

Davranış ve Tutumlar		n	%	ortalama±ss
<b>Yemek pişirilirken mutfakta bulunan kişiler*</b>	Kendisi	238	86,2	-
	Eşi	185	64,2	-
	Çocuklar	125	43,4	-
	Kendi annesi	34	11,8	-
	Yardımcı/bakıcı	16	5,5	-
<b>Yemek pişirilirken mutfakta geçirilen süre (saat/gün)</b>	Kendisi	-	-	1,54±1,06
	Eşi	-	-	1,29±1,43
	Çocuklar	-	-	0,55±0,78
	Kendi annesi	-	-	0,29±0,93
	Yardımcı/bakıcı	-	-	3,46±2,53
<b>Yemekle esas ilgilenen kişi (n:288)</b>	Kendisi	163	56,6	-
	Eşi	95	33,0	-
	Kendi annesi	25	8,7	-
	Yardımcı/bakıcı	5	1,7	-
<b>Yemekle ikincil ilgilenen kişi (n:288)</b>	Kendisi	85	29,5	-
	Eşi	74	25,7	-
	Çocuklar	18	6,3	-
	Kendi annesi	9	3,1	-
	Yardımcı/bakıcı	16	5,5	-
	Yok	86	29,9	-
<b>Yemekle esas ilgilenen kişide sağlık sorunu (n:288)</b>	Var	84	29,2	-
	Yok	204	70,8	-
<b>Var olan sağlık sorunu (n:84)</b>	Solunum	48	57,1	-
	Kalp damar	17	20,3	-
	Nörolojik	9	10,7	-
	Sindirim	7	8,3	-
	Kas eklem	3	3,6	-
<b>“Ev içi hava kirliliği” kavramını bilme durumu</b>	Evet	151	52,4	-
	Hayır	137	47,6	-

\*Birden fazla seçenek işaretlenebilmiştir.

Katılımcıların sosyodemografik özelliklerine göre “ev içi hava kirliliği” kavramını bilme durumları arasındaki ilişki incelenmiştir (Tablo 4). Katılımcılar yaşlarına göre incelendiğinde “ev içi hava kirliliği” kavramını duyanların yaş ortalaması 39,14±7,74, duymayanların 39,94±5,59

olup istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (t:-0,827, df:286, p:0,409). Mutfak ile ilgili özellikler ile yemeği esas pişiren kişide sağlık sorunu varlığı arasındaki ilişki incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

**Tablo 4. Sosyodemografik özelliklerle “ev içi hava kirliliği” kavramını bilme durumları arasındaki ilişki**

Sosyodemografik özellikler		“Ev içi hava kirliliği” kavramını bilme durumu				p	
		Biliyor		Bilmiyor			
		%	n	%	x <sup>2</sup>		
Cinsiyet	Kadın	96	61,5	60	38,5	11,321	0,001
	Erkek	55	41,7	77	58,3		
Medeni durum	Evli	113	50,2	112	48,8	2,011	0,156
	Bekar/dul/boşanmış	38	60,3	25	39,7		
Eğitim düzeyi	Lise ve altı	29	46,8	33	53,2	1,014	0,314
	Üniversite ve üzeri	122	54,0	104	46,0		
Ekonomik durum	Gelir giderden az	58	59,8	39	40,2	5,603	0,061
	Gelir gidere denk	77	51,7	72	48,3		
	Gelir giderden fazla	16	38,1	26	61,9		
Yemek esas pişiren kişi	Kendisi	93	57,1	70	42,9	3,220	0,073
	Başkası	58	46,4	67	53,6		

## TARTIŞMA

Çalışmamız mutfak ile ilişkili ev içi hava kirliliğinin çok boyutlu olarak irdelenmesi, yalnızca katılımcının değil, hanede yaşayan diğer kişilerin de değerlendirilmesi açısından oldukça değerlidir. Mutfak ilişkili EİHK ihmal edilmiş bir alandır (8). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde pişirme yakıtları EİHK'nin en önemli nedenlerinden biridir. Yapılan araştırmalarda aynı ev içinde ölçülen partikül sayısının mutfakta diğer odalara göre daha yüksek olduğu görülmüştür (9). Kentlerde yaşayan insan sayısının her geçen gün arttığı ve kentlerde yaşayan insanların zamanlarının büyük bir bölümünü kapalı ortamlarda geçirdiği günümüzde; kapalı ortam hava kirliliği ve bunun insan sağlığı üzerine etkileri önemli bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır (3). Çalışmamız belli bir sosyokültürel düzeydeki kişiler alınarak büyük oranda standardizasyonu sağlaması açısından ayrıca değerlidir. Çalışmamızın kısıtlılıklarının başında katılımcıların sağlık durumunun subjektif olarak değerlendirilmemesi ve hane içinde EİHK için ölçüm yapılamaması gelmektedir.

Bangladeş'te kırsal ve kentsel bölgedeki kişilerle yapılan bir çalışmada katılımcıların %96,0'sında solunum yolu

semptomları, %75,0'ında sindirim semptomları, %63,0'ında deri semptomları, %12,0'ında göz semptomları mevcuttu (23). Alabama'da 192 hane halkıyla yapılan bir çalışmada hane halkının %59,4'ü alerji semptomları, %19,8'i astım semptomları, %17,2'si göz semptomları, %15,1'i bronşit semptomlarına sahip olduğunu bildirmiştir (24). Hindistan'da yapılan niteliksel bir çalışmada katılımcıların EİHK ile ilgili bilgileri çoğunlukla sağlık semptomları ile sınırlıydı, bu bilgi daha çok göz ve solunum yolu semptomlarına yol açması ile ilgiliydi (25). Çalışmamızda da yemek pişirmeden birincil olarak sorumlu olan yaklaşık her üç kişiden birinin sağlık problemi olduğu saptanmıştır. Yapılan birçok araştırmada EİHK ile solunum semptomları arasında ilişki gösterilmiştir. Bu ilişki nedeniyle evde yemekle ilgilenen birincil kişiler için rutin sağlık hizmetine temel taramaların dahil edilmesi gündeme gelebilir. Mutfak ilişkili EİHK'den etkilenim en çok birincil ve ikincil pişiricileri etkilese de sadece yemek pişiricilerle sınırlı değildir. Hane içinde yaşayan ailenin geri kalanında da “pasif pişirme etkisi” ortaya çıkar (26). Bu nedenle uygulanacak politikalarda hane halkındaki diğer bireylerin, özellikle de EİHK zararlarına daha açık olan çocuk ve yaşlıların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

New York'ta 55 yaş ve üstü 154 diyabet hastasıyla yapılan bir çalışmada katılımcıların %70'i ev içi hava kalitesi ile ilgili endişe duymadığı saptanmıştır (27). Hindistan'da yapılan niteliksel bir çalışmada EİHK ile ilgili bir eğitim programı mevcut değildi, EİHK'ni anlamada nesiller arası ve cinsiyetler arası fark vardı, EİHK'ne bağlı semptomlar yaşamın bir parçası olarak kabul ediliyordu. Yiyecek hazırlama ve pişirme kültür ve cinsiyet rolleriyle iç içe geçmiş durumdaydı (25). Çalışmamızda da katılımcıların yarısından biraz fazlasının EİHK kavramını duydukları saptanmıştır ve kadınların erkeklerden daha çok duyduğu görülmüştür.

Hindistan'da 32 birincil yemek pişirenlerle yapılan bir çalışmada hanelerin tümünde kirli yakıt kullanılmaktaydı. (28). Çin'de 280 kadın ve 240 çocukla yapılan bir çalışmada katılımcılarının %95'inin mutfaklarında birincil pişirme yakıtı odundur. Elektrik maddi olarak pahalı olduğu için, LPG ise erişimdeki zorluklardan dolayı tercih edilmediği görülmüştür (29). Bangladeş'te kırsal ve kentsel bölgedeki kişilerle yapılan bir çalışmada katılımcıların %74'ünün kullandığı pişirme yakıtı odundu (23). Bizim çalışmamızda kirli yakıt kullanma oranı %6,3 ile oldukça düşük olarak saptanmıştır. Katılımcıların üniversite personeli olması ve kentsel bölgede yaşamaları, erişilebilen enerji tipi bu farkın oluşmasında etkili olabilir. Hindistan'da yapılan bir çalışmada PM<sub>2,5</sub> ve PM<sub>10</sub> seviyeleri kapalı mutfakta açık mutfığa göre ve kirli yakıt kullanılan mutfakta temiz yakıt kullanılabildiğine göre daha yüksek çıkmıştır (14). Yapılan bir sistematik derlemede ise PM<sub>10</sub> ve CO seviyelerinin kirli yakıt kullanılan (odun) mutfakta temiz yakıt kullanılabildiğine göre (LPG) daha yüksek çıkmıştır (8).

Kars Kağızman'da biyokütle etkilenimi olan kadınlarla yapılan bir çalışmada katılımcıların %18'inde solunum yolu rahatsızlığı, %10'unda kardiyolojik rahatsızlık olduğu bulunmuştur. Biyokütle dumanına maruz kalan kadınlarda küçük hava yolu hastalığı olma olasılığı olmayanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Biyokütle dumanına maruz kalan kadınlarda pulmoner hastalıkların gelişme riski daha fazla olduğu, biyokütle dumanına maruz kalma süresinin riski artırdığı saptanmıştır (30). Mutfak ilişkili EİHK daha çok kadınları etkilemektedir ve olumsuz sağlık etkilerine yol açmaktadır. Temiz yakıt kullanımı önemlidir. Temiz enerji politikasının uygulanması, kadınlar için eşit erişimi teşvik edecektir. Toplumun temiz yakıt hakkında farkındalık kazanması, temiz yakıtı erişilebilirliğin

artması değerlidir. Bunun için de hem altyapı problemleri giderilmeli hem de enerjinin ekonomik açıdan ulaşılabilirliği sağlanmalıdır.

Bangladeş'te yapılan bir çalışmada kirletici konsantrasyonları ile havalandırma süresi arasında ilişki bulunmuştur (31). New York'ta 55 yaş ve üstü 154 diyabet hastasıyla yapılan bir çalışmada katılımcıların %73'ü mutfığı havalandırdığı saptanmıştır (27). Çalışmamızda da mutfığı havalandırma süresinin günlük 2 saat olduğu saptanmıştır. Pişirme esnasında mutfığı havalandırmak hiç havalandırmamaya göre PM<sub>2,5</sub> konsantrasyonunu %75 oranında azaltmaktadır (29). Kapalı ortam hava kirliliğinin önlenmesi için alınacak önlemlerin başında havalandırma gelir (3).

Hindistan'da 32 birincil yemek pişirenlerle yapılan bir çalışmada günde 2 yemek pişiriliyordu ve her öğün ortalama 1,5 saatte pişiriliyordu (28). Bangladeş'te kırsal ve kentsel bölgedeki kişilerle yapılan bir çalışmada günlük yemek pişirme saati ortalaması 3,6 saattir (23). Bizim çalışmamızda da gün içinde mutfakta geçirilen süre ve yemek sayısı 2 olarak saptanmıştır. Tayvan'da kadınlarda yapılan bir çalışmada haftada pişirilen öğün sayısı arttıkça ve mutfığı havalandırma kötüleştikçe akciğer fonksiyonlarının bozulduğu görülmüştür (13). Başka bir çalışmada farklı evlerde yemek sayısı ve hanede yaşayan kişi sayısı arttıkça ölçülen partikül sayısının daha yüksek olduğu görülmüştür (32).

Sri Lanka'da 53 kişiyle yapılan bir çalışmada katılımcıların %72'sinde mutfak ev içindeydi (33). Bizim çalışmamızda katılımcıların tümünün mutfığı ev içinde yer almaktaydı. Bu durum katılımcılarımızın tümünün kentsel bölgelerde yerleşmesiyle ve ev dışında tuvalet yapısının daha çok kırsal bölgelerde görülmesi nedeniyle olabilir.

Sonuç olarak çalışmamızda EİHK ile ilgili durum tespiti yapılmış, EİHK kavramını duyma sıklığının oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. EİHK kavramını duymayı etkileyen tek faktör cinsiyet olarak saptanmış ve kadınların farkındalık düzeyi daha yüksek bulunmuştur. Ancak yaş, eğitim ve gelir düzeyi gibi faktörlerin etkili olmadığı saptanmıştır. Farkındalık gelişmesi ve davranış eğitimi EİHK'den korunmanın önemli yöntemlerinden biridir (3). EİHK ve özellikle mutfak ilişkili hava kirliliğini değerlendirecek çalışmalara ihtiyaç vardır. Özellikle hassas gruplar olan kadınlarda, çocuklarda ve yaşlılarda daha detaylı araştırmalar yapılmalıdır.



**KAYNAKLAR / REFERENCES**

1. WHO, News. Air pollution. Erişim adresi: <http://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>.
2. Güler Ç. Kapalı Ortam Hava Kirliliği. TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi. Ekim, Kasım, Aralık 2002; 25-32.
3. Ahmet Soysal, Yücel Demiral. Kapalı Ortam Hava Kirliliği. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 2007: 6 (3)ç
4. Scapellato ML<sup>1</sup>, Canova C, de Simone A, Carrieri M, Maestrelli P, Simonato L, Bartolucci GB. Personal PM10 exposure in asthmatic adults in Padova, Italy: seasonal variability and factors affecting individual concentrations of particulate matter. *Int J Hyg Environ Health*. 2009 Nov;212(6):626-36.
5. WHO Household Air Pollution, Health impacts. Erişim adresi: <http://www.who.int/airpollution/household/health-impacts/en/>
6. WHO, Household Air Pollution. Erişim adresi: <http://www.who.int/airpollution/household/about/en/>
7. Sanaz LAKESTANI, Songül Acar Vaizoğlu, Bahar Güçiz Doğan, Bülent Şekerel, Gülen Güllü. İç Ortam Hava Kalitesi ve Bebeklerde Solunum Yolu Hastalıkları Ardasındaki İlişkinin İncelenmesi. VII. Ulusal Hava Kirliliği Ve Kontrolü Sempozyumu. Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 1-3 Kasım 2017-Antalya
8. K.-H. Kim, S.K. Pandey, E. Kabir, J. Susaya, R.J.C. Brown. The modern paradox of unregulated cooking activities and indoor air quality. *Journal of Hazardous Materials*, 195 (2011), pp. 1-10.
9. Onat B., Sahin U.A., Bayat C. Assessment of particulate matter in the urban atmosphere: Size distribution, metal composition and source characterization using principal component analysis. *J. Environ. Monitor*. 2012;14:1400–1409. doi: 10.1039/c2em10792a.
10. Abdullahi KL, Delgado-Saborit JM, Harrison RM (2013) Partikül madde emisyonları ve iç mekan konsantrasyonları ve pişirme işleminden kaynaklanan spesifik kimyasal bileşenleri: bir inceleme. *Atmos Environ* 71: 260–294
11. Begum, B.A., Paul, S.K., Hossain, M.D., Biswas, S.K., Hopke, P.K., 2009. Indoor air pollution from particulate matter emissions in different households in rural areas of Bangladesh. *Build. Environ*. 44 (5), 898–903
12. Balakrishnan, K., Ghosh, S., Ganguli, B., Sambandam, S., Bruce, N., Barnes, D.F., Smith, K.R., 2013. State and national household concentrations of PM 2.5 from solid cookfuel use: results from measurements and modeling in India for estimation of the global burden of disease. *Environ. Health* 12 (1), 1.
13. Huang-Chi Chen,<sup>#1</sup> Chia-Fang Wu,<sup>#2</sup> Inn-Wen Chong,<sup>#4,5</sup> and Ming-Tsang Wu. Exposure to cooking oil fumes and chronic bronchitis in nonsmoking women aged 40 years and over: a health-care based study. *BMC Public Health*. 2018; 18: 246.
14. Y. Deepthi, S.S. Nagendra, S.N. Gummadi. Characteristics of indoor air pollution and estimation of respiratory dosage under varied fuel-type and kitchen-type in the rural areas of Telangana state in India. *Sci. Total Environ.*, 650 (2019), pp. 616-625
15. WHO Household Air Pollution, Pollutants. Erişim adresi: <https://www.who.int/airpollution/household/pollutants/en/>
16. Dionisio KL, Howie SR, Dominici F, Fornace KM, Spengler JD, Adegbola RA., et al. 2012. Household concentrations and exposure of children to particulate matter from biomass fuels in The Gambia. *Environ Sci Technol* 46(6):3519–3527, PMID: 22304223, 10.1021/es203047e.
17. WHO, Household Air Pollution and Health. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>.
18. Gautam N. Yadama, John Peipert, Manoranjan Sahu, Pratim Biswas, Venkat Dyda. Social, Economic, and Resource Predictors of Variability in Household Air Pollution from Cookstove Emissions. *PLOS*. October 2012, 7;10.
19. WHO Household Air Pollution, Policy and Progress. Erişim adresi: <https://www.who.int/airpollution/household/policy-governance/en/>
20. WHO Air Pollution, Behavior Change. Erişim adresi: <https://www.who.int/airpollution/household/interventions/behaviour/en/>
21. Aydın H.İ., Ciftci S. The Changing Rural-Urban Concepts And The Legislation's Effects On The Nature In Turkey. *Electronic Journal of Social Sciences*. 2015;14;(54).
22. WHO. Burning opportunity: clean household energy for health, sustainable development, and wellbeing of women and children. 2016; 93.
23. Khalequzzaman M, Kamijima M, Sakai K, Ebara T, Hoque BA, Nakajima T. Indoor air pollution and health of children in biomass fuel-using households of Bangladesh: comparison between urban and rural areas. *Environ Health Prev Med*. 2011 Nov;16(6):375-83. doi: 10.1007/s12199-011-0208-z. Epub 2011 Feb 15. PMID: 21431808; PMCID: PMC3206979.
24. Siza C, Morrison M, Harris S, Hatch T, Tyler M. Assessment of Community Awareness and Practices Concerning Indoor Air Pollutants - Madison County, Alabama, June 2017. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2018 Apr 20;67(15):447-450. doi: 10.15585/mmwr.mm6715a3. PMID: 29672477; PMCID: PMC6191097.
25. Alam A, Tawale N, Patel A, Dibley MJ, Jadhao S, Raynes-Greenow C. Household Air Pollution Intervention Implications: Findings from Qualitative Studies and a Field Trial of Clean Cookstoves in Two Rural Villages in India. *Int J Environ Res Public Health*. 2016 Sep 9;13(9):893. doi: 10.3390/ijerph13090893. PMID: 27618083; PMCID: PMC5036726.
26. Ng TP, Hui KP, Tan WC. Respiratory symptoms and lung function effects of domestic exposure to tobacco smoke and cooking by gas in non-smoking women in Singapore. *J Epidemiol Community Health*. 1993 Dec;47(6):454-8. doi: 10.1136/jech.47.6.454. PMID: 8120499; PMCID: PMC1059858.
27. Morin PC, Rosenbaum PF, Abraham JL, Weinstock RS. Poor air quality in homes of Medicare recipients with diabetes. *Home Healthc Nurse*. 2014 Jun;32(6):354-61. doi: 10.1097/NHH.0000000000000094. PMID: 24887272.
28. Mukhopadhyay R, Sambandam S, Pillarisetti A, Jack D, Mukhopadhyay K, Balakrishnan K, Vaswani M, Bates MN, Kinney PL, Arora N, Smith KR. Cooking practices, air quality, and the acceptability of advanced cookstoves in Haryana, India: an exploratory study to inform large-scale interventions. *Glob Health Action*. 2012 Sep 5;5:1-13. doi: 10.3402/gha.v5i0.19016. PMID: 22989509; PMCID: PMC3435509.
29. Baumgartner J, Schauer JJ, Ezzati M, Lu L, Cheng C, Patz J, Bautista LE. Patterns and predictors of personal exposure to indoor air pollution from biomass combustion among women and children in rural China. *Indoor Air*. 2011 Dec;21(6):479-88. doi: 10.1111/j.1600-0668.2011.00730.x. Epub 2011 Jul 11. PMID: 21692855.
30. Balcan B, Akan S, Özsancağ Uğurlu A, Ceyhan B. Altered pulmonary functions due to biomass smoke in a rural population of Turkish women: a descriptive study. *Tuberk Toraks*. 2018 Jun;66(2):122-129. English. doi: 10.5578/tt.54027. PMID: 30246655.
31. Dasgupta S, Huq M, Khaliquzzaman M, Pandey K, Wheeler D. Indoor air quality for poor families: new evidence from Bangladesh. *Indoor Air*. 2006;16:426–44.
32. Onat B, Haksevenler T, Alver Şahin Ü. İstanbul'da Farklı Bina İçeri Ortamlarda Pm2.5, Co Konsantrasyonları ve Partikül Sayısının Belirlenmesi. X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 2011, İzmir.
33. Chartier R, Phillips M, Mosquin P, Elledge M, Bronstein K, Nandasena S, Thornburg V, Thornburg J, Rodes C. A comparative study of human exposures to household air pollution from commonly used cookstoves in Sri Lanka. *Indoor Air*. 2017 Jan;27(1):147-159. doi: 10.1111/ina.12281. Epub 2016 Feb 17. PMID: 26797964.

# İKLİM VE SAĞLIK DERGİSİ

## YAZIM VE YAYIN KURALLARI

Dergiye gönderilecek yazılar Türkçe veya İngilizce olabilir. Dergiye gönderilecek olan çalışmalar daha önce bir yerde yayınlanmamış olmalıdır.

Derginin kurallarına göre yazıldığı belirlenen çalışmalar editörler tarafından incelenir ve iki veya daha fazla hakeme gönderilir. Yazılar reddedilebilir veya yazarlardan düzenleme yapılması istenir. Düzenlemeler belirtilen süreler içerisinde tamamlandıktan sonra yazının kabulü halinde yıl içerisinde çıkacak sayılarda yayımlanır.

### YAZININ HAZIRLANMASI

A4 boyutlarındaki kâğıda üst, alt, sağ ve sol boşluk 2,5 cm bırakılarak çift satır aralıklı, iki yana dayalı, satır sonu tirelemesiz ve 10 punto Times New Roman yazı karakteri kullanılarak yazılmalıdır.

Gönderilen tablo, şekil, resim, grafik ve benzerlerinin derginin sayfa boyutları dışına taşmaması ve daha kolay kullanılmasını amacıyla 10 x 17 cm'lik alanı aşmaması gerekir. Bundan dolayı tablo, şekil, resim, grafik vb. unsurlarda daha küçük punto ve tek aralık kullanılabilir. Tablo, şekil, resim, grafik vb. metin içerisinde yer almalıdır.

Çalışmalar 20 sayfayı aşmamalıdır. Çalışmanın, MS Word ile yazılmış bir kopyasının dergi e-posta adreslerine veya web sitesinden online olarak gönderilmesi editöryal sürecin başlaması için yeterlidir. Çalışma gönderildikten sonra en geç bir hafta içinde alındığını teyit eden bir elektronik posta mesajı gönderilir.

Yapılan araştırmalar için ve etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki çalışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, bu onay makalede belirtilmeli ve belgelendirilmelidir.

Türkçe makalelerde Hem metin içinde hem de kaynakçada TDK Yazım Kılavuzu (Yazım Kılavuzu, 2009, Türk Dil Kurumu, Ankara) veya [www.tdk.gov.tr](http://www.tdk.gov.tr) adresindeki online hali yazım kuralları dikkate alınmalıdır.

Kaynakça (Hem metin içinde hem de kaynakçada Amerikan Psikologlar Birliği (APA) tarafından yayınlanan Publication Manual of American Psychological Association adlı kitapta belirtilen yazım kuralları uygulanmalıdır).

Dergi isimleri Index Medicus veya Ulakbim/Türk Tıp Dizini'ne uygun olarak kısaltılmalıdır.

Gönderilen çalışmaların aşağıda koyu yazılan bölümleri içermesi gerekmektedir;

- Türkçe Başlık Sayfası (makale başlığını, yazar/lar/ın tam adlarını ve unvanlarını, çalıştıkları kurumlarını, adres, telefon, faks ve elektronik posta bilgilerini içermelidir)
- Türkçe Öz (150-200 kelime arası)
- Anahtar Kelimeler (5-8 kelime arası)

- Ana Metin (Nicel ve nitel çalışmalar giriş, yöntem, bulgular, tartışma bölümlerini içermelidir)
- İngilizce Başlık Sayfası (makale başlığını, yazar/lar/ın tam adlarını ve unvanlarını, çalıştıkları kurumlarını, adres, telefon, faks ve elektronik posta bilgileri ve uluslararası geçerliliği bulunan "ORCID" bilgisine yer verilmelidir.)
- Abstract (150-200 kelime arası)
- Key Words (5-8 kelime arası)

İngilizce Ana Metin ((Nicel ve nitel çalışmalar giriş, yöntem, bulgular, tartışma bölümlerini içermelidir)

### YAYIM SÜRECİ ÜZERİNE YAZARLARA NOTLAR

İklim değişikliğinin etkilerine yönelik çalışmalar incelendiğinde; 2018 yılının bir dönüm noktası olduğu görülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü, 2018'de, özel bir rapor yayınlamıştır. Özel rapor, iklim değişikliğinin sağlık etkilerine yönelik artan ilgi talep etmektedir. İlgi, akademik kanıtlarla güçlendirilmelidir. İklim değişikliğinin sağlık etkileri, uluslararası, ulusal ve yerel iklim değişikliği uyum çalışmalarında merkeze konmalıdır.

"İklim ve Sağlık" dergisi, alanından uzman araştırmacıların iklim ve sağlık alanında ürettikleri çalışmaları, elde edilen kanıtları ve deneyimleri bir araya getirme amacıyla hazırlanmaktadır.

### Bu kapsamda;

1. İklim, iklim değişikliği, halk sağlığı, çevre ve diğer ilgili alanlarda çalışan akademisyenlerin, araştırmacıların ve sivil toplum kuruluşlarından (STK), kamu kurumlarından ve uluslararası kuruluşlardan alanlarında uzman araştırmacıların bilimsel değerlendirmelerini, araştırma bulgularını ve analizlerini paylaşmak için etkili bir araç olmayı amaçlayan uluslararası hakemli bir dergi olacaktır.
2. Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir.
3. Birden çok yazarlı makalelerde editöryal yazışmanın kiminle yapılacağı belirlenmeli ve açık bir şekilde belirtilmelidir.
4. Yayımlanan yazıların içeriğinde ya da alıntılarında olabilecek çarpıtma, yanlış, telif hakkı ihlali, intihal vb. hususlardan yazar/ yazarlar sorumludur.
5. Yayımlanan yazıların içeriğinden yazarları sorumludur. İlgili çalışmada, eğer etik onay alınması gereken durumlar söz konusu ise yazarların etik kurullardan ve kurumlardan onay aldığı var sayılmaktadır.
6. Yayımlanmış yazıların yayım hakları yayımcı Firmaya aittir.

Yazar ya da yazarların tamamının ıslak imzasını taşıyan Yayın Hakkı Devir Formu yayımcıya gönderilmelidir.

# CLIMATE AND HEALTH JOURNAL

## RULES FOR WRITING AND PUBLISHING

---

Papers to be submitted to the journal may be in Turkish or English languages. Papers to be submitted to the journal must be not published previously in another platform.

Papers defined to be written in accordance to the rules of the Journal are assessed by the editors and sent to two or more peers for review. Papers may be rejected or the author may be requested to make revision. In the event the paper is approved after the completion of any revisions within indicated periods, it is published in the issues to be developed within the year.

### PREPARATION OF PAPER

The paper should be typed on paper with A4 dimensions, leaving 2.5 cm space from the top, below, right and left edges, with double line space, without hyphenation at line end, by using font size 10 Times New Roman character font.

The tables, figures, graphs and similar that are included should not exceed an area of 10 x 17 cm for preventing exceeding of page borders and for using with convenience. Thus, smaller font sizes and single line space may be used for objects such as tables, figures, images, graphs etc. The tables, figures, images, graphs etc. should be inserted into the text.

Papers should not exceed 20 pages. Sending a copy of the paper produced through MS Word to the Journal's e-mail addresses or submitting the same online from the website is sufficient for the editorial process to commence. An electronic mail message confirming its receipt is sent at the latest in a week after the paper was sent.

For any clinical or experimental studies on humans and animals that require ethics board approval to be used in the research studies, separate ethics board approvals have to be obtained, such approval should be referred to in the paper, and duly documented.

For Turkish papers, the grammar rules in TDK Spelling Book (Yazım Kılavuzu, 2009, Turkish Language Association) or on the address [www.tdk.gov.tr](http://www.tdk.gov.tr) (online version) should be complied with in respect to both the text and the references sections.

References (For both the text and the references sections, the grammatical rules defined in the book named Publication Manual of American Psychological Association and published by American Psychological Association should be implemented).

Journal names should be abbreviated in accordance with Index Medicus or Ulakbim/Turkish Medical Index.

The papers submitted should include the sections presented in bold characters below:

- Turkish Title Page (should include paper title, full names and titles of author(s), the institutions they are employed in, and their address, telephone, fax and electronic mail addresses)
- Turkish Abstract (between 150 and 200 words)
- Keywords (between 5 and 8 words)

- Main Text (quantitative and qualitative studies should include introduction, methodology, findings and discussion sections)
- English Title Page (should include the paper title, full names and titles of author(s), the institutions they are employed in, and their address, telephone, fax and electronic mail addresses, and their "ORCID" data with international validity)
- Abstract (between 150 and 200 words)
- Keywords (between 5 and 8 words)

English Main Text (quantitative and qualitative studies should include introduction, methodology, findings and discussion sections)

### NOTES TO AUTHORS ON THE PROCESS OF PUBLISHING

Considering the studies conducted on the impacts of climate change, it is observed that the year 2018 became a milestone. The World Health Organisation published a special report in the year 2018. The special report requested further involvement on the impacts of climate change on health. Such involvement should be supported with academic evidences. The health related impacts of climate change should be placed as the focus in international, national and local climate change adaptation studies.

"Climate and Health" journal is prepared with the aim to bring together the studies conducted, and the evidences and experiences gathered on the field of climate and health by researchers expert in their fields.

### In this regard, it shall be;

1. An international peer reviewed journal that aims to serve as an effective tool for the academicians and researchers working on the fields of climate, climate change, public health, environment and other related fields, and researchers expert in their fields within non-governmental organisations (NGOs), public sector organisations and international organisations to share their scientific assessments, research findings and analyses.
2. The publishing languages of the journal are Turkish and English.
3. For papers with several authors, the person with whom editorial correspondence is to be made should be defined and indicated clearly.
4. Author(s) are responsible for any falsification, faults, copyright violation, plagiarism etc. issues that may exist within the content or references in the papers published.
5. Authors are responsible for the content of their papers published. In the event there are aspects that require ethics approval related to a given paper, the author(s) are assumed to have obtained approval from the ethics board(s).
6. Publishing rights of the papers published belong to the publishing Company.

The Copyright Transfer Form that bear the wet signatures of the author or all authors should be delivered to the publisher



**Climate**  
and  
**Health**  
Journal