

# TEMEL KLİMATOLOJİ

Editör

Ali Ümran KÖMÜŞCÜ



© Copyright 2024

*Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.*

<b>ISBN</b>	<b>Sayfa ve Kapak Tasarımı</b>
978-625-375-216-3	Akademisyen Dizgi Ünitesi
<b>Kitap Adı</b>	<b>Yayıncı Sertifika No</b>
Temel Klimatoloji	47518
<b>Editör</b>	<b>Baskı ve Cilt</b>
Ali Ümran KÖMÜŞCÜ ORCID iD: 0000-0001-9930-2479	Vadi Matbaacılık
<b>Yayın Koordinatörü</b>	<b>Bisac Code</b>
Yasin DİLMEN	SCI042000
	<b>DOI</b>
	10.37609/akya.3422

**Kütüphane Kimlik Kartı**  
Temel Klimatoloji / ed. Ali Ümran Kömüşcü.  
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2024.  
360 s. : fotoğ, şekil, tablo. ; 160x235 mm.  
Kaynakça var.  
ISBN 9786253752163

**GENEL DAĞITIM**  
**Akademisyen Kitabevi A.Ş.**

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara  
Tel: 0312 431 16 33  
siparis@akademisyen.com

[www.akademisyen.com](http://www.akademisyen.com)

# ÖNSÖZ

İklim gerek sektörel etkileri ve gerekse iklim değışikliği yönü ile günümüzde sürdürülebilir bir kalkınma ve çevre yönetiminin önemli bir gündem maddesi olmaya devam etmektedir. İklim bilgisi başta tarım ve su kaynakları olmak üzere, şehircilik, enerji üretimi, turizm ve sağlık gibi birçok alanda sektörel planlamanın önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. İklim bilgisi sektörel kullanımı yanısıra, doğal afetlerle ilgili risk yönetim planlarının temel girdilerinden birisi konumuna gelmiştir. Bu kitap temel klimatoloji konularına güncel bir yaklaşım getirmeyi hedefleyerek, iklim okuryazarlığını geliştirmeyi ve aynı zamanda akademik düzeyde öğrencilere ve araştırmacılara iklim biliminin temel konularında farkındalık oluşturmayı ve referans bir kitap olmayı amaçlamaktadır. Farklı başlıklar altında toplanan 10 bölümden oluşan bu kitap sadece coğrafya alanında değil yer bilimleri, atmosfer bilimleri ve çevre alanlarında farklı disiplinlerdeki öğrenci ve araştırmacıları temel iklim bilimi konularında aydınlatmayı amaçlamaktadır. Her bir bölüm, konunun uzman akademisyenleri tarafından titizlikle hazırlanmış ve hazırlanan bilgiler güncel kaynaklarla desteklenmiştir.

Kitabın içeriği, temel klimatoloji konularına değinmekle birlikte, iklim değışikliği ve iklim modellemesi gibi güncel konulara da yer vermektedir. Kitap ayrıca, lisans düzeyindeki coğrafya öğrencilerinin iklim verilerine uygulanabilecek temel istatistik yöntemler hakkında bilgi sahibi olmalarına imkan sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Sonuç olarak, **Temel Klimatoloji** adlı bu kitap, iklim bilimi alanındaki temel konuları güncel konularla sentezleyerek iklim bilgisinin sektörel planlamada daha etkin kullanımı, iklim sistemi, iklim değışikliği ve iklim veri analizi konularının daha iyi tanınması yönündeki bilimsel bilgi ve anlayışın artırılmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir. Bu kitabın başta coğrafya bilimi olmak üzere atmosfer, çevre, yer bilimleri vb. gibi konularda eğitim gören öğrencilere ve akademisyenlere ihtiyaç duydukları temel klimatoloji bilgilerine ulaşmada faydalı olacağını umuyorum. Bu vesile ile bu kitabın basımını teşvik eden ve hazırlanmasından basım sürecinin tamamlanmasına kadar çok yakın işbirliği içinde olduğumuz ve ilgilerini gördüğümüz Akademisyen Yayınevinin değerli yönetici ve çalışanlarına da ayrıca teşekkür ederim.

*Editör*  
*Prof. Dr. Ali Ümran KÖMÜŞCÜ*

# İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1	Klimatolojiye Giriş.....	1
	Serkan SABANCI	
BÖLÜM 2	İklim Sistemi .....	25
	İlker EROĞLU	
BÖLÜM 3	Atmosfer ve Bileşimi .....	43
	Baştürk KAYA	
BÖLÜM 4	Güneş Radyasyonu ve Sıcaklık .....	79
	Bariş DURMUŞ	
BÖLÜM 5	Atmosferde Nem ve Yağış.....	103
	Fatma ESEN	
BÖLÜM 6	Hava Basıncı, Atmosferik Sirkülasyon ve Rüzgârlar .....	159
	Cemil İRDEM	
BÖLÜM 7	Hava Kütleleri, Cepheler ve Siklonlar .....	197
	Halil GÜNEK	
BÖLÜM 8	İklim Sınıflandırması ve İklim Tipleri .....	233
	Ali Ümran KÖMÜŞCÜ Muhammet Ali PEKİN	
BÖLÜM 9	İklim Değişikliği ve İklim Modelleme.....	285
	Bariş DURMUŞ	
BÖLÜM 10	Klimatolojik Analiz İçin Temel İstatistik Yöntemler .....	317
	Ali Ümran KÖMÜŞCÜ	

# YAZARLAR

**Dr. Öğr. Üyesi Barış DURMUŞ**  
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi,  
Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya  
Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi İlker EROĞLU**  
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen  
Edebiyat Fakültesi

**Doç. Dr. Fatma ESEN**  
Bingöl Üniversitesi Fen-Edebiyat  
Fakültesi Coğrafya Bölümü

**Prof. Dr. Halil GÜNEK**  
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen-  
Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Cemil İRDEM**  
Karabük Üniversitesi, Edebiyat  
Fakültesi, Coğrafya Bölümü

**Prof. Dr. Baştürk KAYA**  
Necmettin Erbakan Üniversitesi,  
Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi,  
Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi  
Bölümü

**Prof. Dr. Ali Ümran KÖMÜŞCÜ**  
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi,  
Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

**Muhammet Ali PEKİN**  
Mühendis, Meteoroloji Genel  
Müdürlüğü

**Dr. Öğr. Üyesi Serkan SABANCI**  
Siirt Üniversitesi, Fen-Edebiyat  
Fakültesi, Coğrafya Bölümü

# BÖLÜM 1

## Klimatolojiye Giriş

Serkan SABANCI<sup>1</sup>

### |GİRİŞ

#### Klimatoloji

Klimatoloji; **klima**: iklim, **loji**: bilim kelimelerinden oluşmakta olup, “**iklim bilimi**” demektir. Klima Yunancada “eğim” anlamına gelmekte veya güneşin ufuktan yükselişini ve mevsime göre eğimli gelen güneş ışınlarını, iklim kuşaklarını ifade etmektedir. Arapçada “klm” kökünden türeyen kelime yeryüzünün yedi kuşağını ifade etmektedir. Doğu dillerinde de iklim kelimesiyle ifade edilmektedir. Türkçeye 19. yüzyılda Fransızcada “**climat**” kelimesinden geçmiştir. Klimatoloji kısaca atmosferde meydana gelen hava olaylarını ve iklim tiplerini inceleyen bilim dalıdır. Genel anlamıyla yeryüzünde meydana gelen atmosferik olayların uzun süreli ortalamalarını, bu hava olaylarının kökenini, bunları etkileyen faktörleri ve dağılımlarını incelemektedir. Uzun yıllar içindeki ekstrem hava olaylarını, bunları tekrarlanma sıklıklarını, değişkenliklerini izlemektedir. Bu uzun süreli ortalamaların en az 30 yıl ve üzeri olması öngörülmektedir. Klimatoloji sadece bugünkü iklim koşullarını değil jeolojik devirlerde meydana gelen iklim değişiklikleri ve gelecekte oluşabilecek koşulları da araştırmaktadır. İklim değişiklikleri klimatolojinin ana konularında birisini oluşturmaktadır (Erinç 1996; Erlat, 2009).

Klimatoloji bilimini incelerken hava durumu ve iklim konuları arasındaki farkı incelemek gerekir. Hava durumu kısa süreli atmosferik olayları ve daha

---

Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü,  
sabanciserkan@gmail.com, ORCID iD: 0009-0002-6008-5213

alanlarına baktığımızda ürünlerin çoğunlukla klimatolojik şartlara bağlı olarak çeşitlenmektedir.

Dünya nüfus yoğunluğuna baktığımızda yerleşim ve faaliyetler büyük ölçüde klimatolojik şartlara bağlıdır. Çöllerde iklim faktörleri ve ekonomik faaliyetlerin az olması, kutup bölgelerinin soğuk olması, yüksek dağ kesimlerinde şartların elverişli olmaması yerleşmenin az olmasına neden olmuştur.

İnsan da birçok yönden coğrafyayı ve klimatolojiyi etkilemektedir. Yerleşik hayata geçiş, sanayi devrimi ve günümüze yakın teknolojik gelişmelerin hızlanması dünyamızı hızla tahrip etmektedir. İklim dinamik bir süreçtir ve sürekli bir değişim ve dönüşüm halindedir. Geçmişten günümüze birçok kez iklim değişmiş birçok canlı türü yok olmuştur. Glasiyal ve interglasiyal dönemler birbirini takip etmiştir. Ancak sanayi devrimiyle başlaya süreçte insan faaliyetlerinin etkisiyle sera gazlarındaki artış ısınmayı hızlandırmaktadır. İnsanın doğayı hor kullanması ve kaynakların hızla tükenmesi ve kirlenmesi iklimi ve coğrafyayı etkilemektedir.

## KAYNAKLAR

- Ackerman, S. A. and Knox, J. A., (2012). Meteoroloji, Çeviri Editörleri: Mikdat Kadioğlu ve Sedef Çakır, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Ardel, A. (1973). *Klimatoloji*. İstanbul Üniversitesi yayını, İstanbul.
- Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı Klimatoloji*, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri. İzmir.
- Balasubramanian, T. N. and Jaganathan, R. And Geethalakshmi, V., (2022). , *Agro-Climatology Advances and Challenges*, New India Publishing Agency, New Delhi.
- Conrad, V., and Pollak, W. L., (1950). *Methods in Climatology*, Harvard University Press, Massachusetts.
- Dönmez, Y., (1990). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*, Güryay Matbaacılık, İstanbul
- Eken M. vd., (2008). *Klimatolojik Rasat El Kitabı*, DMİ Genel Müdürlüğü Matbaası Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Erinç, S., (1996). *Klimatoloji ve Metodları*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1984.
- Erlat, E. (2009). *İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri*, Ege Üniversitesi yayını, İzmir.
- Erol, O., (2004). *Genel Klimatoloji*, Çantay Kitapevi, İstanbul.
- Hartmann, D. L., (2016). *Global Physical Climatology*, ISBN: 978-0-12-328531-7, Elsevier.
- Heymann M., (2010). *The Evolution of Climate Ideas and Knowledge*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change 1, Sayı: 4, 581-597.
- Koçman, A. (1993). *Türkiye'nin İklimi*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Landsberg, H. E. ve Oliver. J. E., (2005). *Climatology*. Encyclopedia of Climatology içinde. Ed. J. E. Oliver. Dordrecht: Springer Verlag.
- Rohli, R. V. and Vega, A. J. (2018). *Climatology*. Jones and Bartlett Learning. USA Burlington: Massachusetts,
- Qian, W. (2017). *Temporal Climatology and Anomalous Weather Analysis*, Springer Atmospheric Sciences, ISSN 2194-5225 (electronic), ISBN 978-981-10-3641-5 (eBook).

Türkeş, M., (2010). Klimatoloji ve Meteoroloji, Kriter Yayınevi, İstanbul.

URL:

URL 1: <https://www.mgm.gov.tr/Genel/meteorolojiyegir.aspx?s=20>

URL 2: <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojikaetler.aspx?s=9>

URL 3: <https://mgm.gov.tr/FILES/kurumsal/yatirimfaaliyet/2022-faaliyet-raporu.pdf>

URL 4: <https://cevreşehir iklim kutuphanesi.csb.gov.tr/SourcePDF/758688a9-ce2a-49f2-8a-b3-c128e939e668>

URL 5: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/klimatoloji1.pdf>



## BÖLÜM 2

# İklim Sistemi

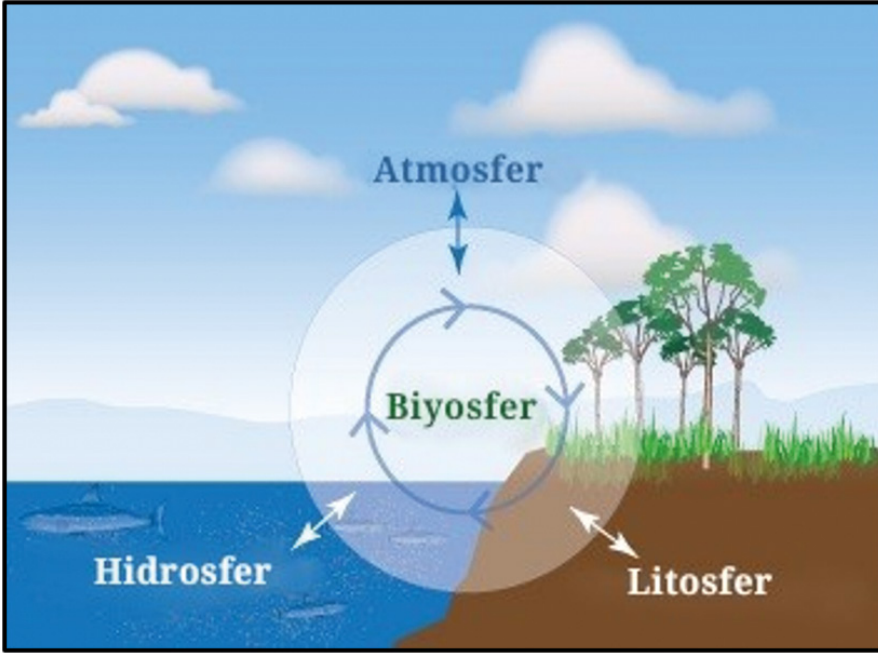
İlker EROĞLU<sup>1</sup>

### | A. HAVA VE İKLİM KAVRAMLARI

Fiziki coğrafyanın alt araştırma alanlarından birini oluşturan klimatoloji, iklim bilimi anlamına gelmektedir. Klimatoloji atmosfer olaylarının, hava ve iklim tiplerinin yeryüzündeki dağılışı ve etkilerini insan faktörünü de dâhil ederek karşılıklı ilişkiler bağlamında açıklayan bir bilim dalıdır. Hava ve iklim birbiriyle ilişkili fakat farklı anlamlar içeren kavramlardır. Bu iki kavram insanın yaşadığı doğal ve beşerî çevreyi şekillendiren, beşerî ve ekonomik faaliyetlerin dağılışı ve genel karakteri üzerinde önemli rol oynayan, insan yaşamını doğrudan etkileyen unsurlardır.

Hava, herhangi bir yerde günlük hatta saatlik bir zaman diliminde etkili olan atmosferik sistemlere bağlı olarak gözlenen güneşlenme, hava basıncı, sıcaklık, bağıl nem, bulut kapallığı, yağış, sis, rüzgâr hızı ve yönü gibi meteorolojik parametrelerin durumunu anlatmaktadır (Nişancı, 1990; Türkeş, 2010; Erlat, 2016). Havanın anlık durumu meteoroloji istasyonları tarafından gözlemlenerek kayıt altına alınmakta ve bu değerler iklim çalışmalarının en önemli verilerini oluşturmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü bu gözlem verilerini elektronik ortamda yayınlamaya insanları bilgilendirir ve çeşitli uyarılarda bulunur (Şekil 1). Nitekim insanların günlük faaliyetleri ile planlamalarında, hava durumu ve hava durumu tahminlerinin tutarlılığı büyük önem arz etmektedir. Öte yandan son yıllarda birçok meteorolojik uydu verisi anlık olarak takip edildiğinden tutarlılığı oldukça yüksek hava durumu tahminleri yapıldığına da belirtmek gerekir (Acar Deniz, 2018).

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, ieroglu@nku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-4601-024X



Şekil 11. Biyosfer. (Kaynak: Human Impacts On The Biosphere, 2024'e göre yeniden düzenlenmiştir).

## KAYNAKLAR

- Abayechaw, D. & Dikir, W. (2022). The impact of hydrosphere on climate change. *Journal of Agricultural Research*, 7(2),1-14, DOI: 10.23880/oajar-16000286.
- Acar Deniz, Z. (2018). Genel klimatoloji. B. Gönençgil (Ed.), *Genel fiziki coğrafya* (s.203-258), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara. ISBN:978-605-7928-54-2.
- Ackerman, S. A. & Knox, J. A. (2015). *Meteoroloji atmosferimizi anlamak* (Üçüncü basımdan çeviri), Mikdat Kadioğlu, Sedef Çakır (Çeviri ed.), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, ISBN: 978-605-320-209-7.
- Baede, A. P. M., Ahlonsou, E., Ding, Y., & Schimel, D. S. (2001). The Climate System: An Overview. J. J. Maccarthy, O. F. Canziani, & N. A. Leary (Eds.), *Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability* (pp. 87-98). New York: Cambridge University Press, <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/TAR-01.pdf>, (Erişim tarihi:25.05.2024).
- Barry, R. G. & Chorley. R. J. (2003). *Atmosphere, weather and climate* (Eighth edition), Routledge 11 New Fetter Lane, London, ISBN 0-203-42823-4 Master e-book ISBN. <http://danida.vnu.edu.vn/cpis/files/Books/Atmosphere%20Weather%20and%20Climate%208th%20ed%20-%20R%20Barry%20R%20Chorley%20-%20Routledge%202003%20WW.pdf>, (Erişim tarihi:25.05.2024).
- Chapin, F. S., Matson, P. A., & Vitousek, P. M. (2011). *Principles of terrestrial ecosystem ecology*, Second edition, Springer, ISBN 978-1-4419-9503-2, doi:10.1007/978-1-4419-9504-9\_2, <https://>

- educons.edu.rs/wp-content/uploads/2020/05/2011-Principles-Of-Terrestrial-Ecosystem-Ecology.pdf, (Erişim tarihi:25.05.2024).
- Cubasch, U., Wuebbles, D., Chen, D., Facchini, M. C., Frame, D., Mahowald, N. & Winther, J.- G. (2013). *Introduction. in: Climate change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2017/09/WG1AR5\\_Chapter01\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2017/09/WG1AR5_Chapter01_FINAL.pdf), (Erişim tarihi:10.06.2024).
- Erlat, E. (2016). *İklim sistemi ve iklim değişimleri* (6. baskı), Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayın No.155, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Erol, O. (2014). *Genel klimatoloji* (10. baskı), Çantay Kitabevi, İstanbul, ISBN:975-7206-31-8, ISBN:978-975-7206-31-6.
- Foley, J.A., Costa, M.H., Delire, C., Ramankutty, N. & Snyder. P. (2003b). Green surprise? How terrestrial ecosystems could affect Earth's climate, *Frontiers of Ecology and the Environment*, 1(1),38–44.
- Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R., Fahey, D.W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D.C., Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M. & Van Dorland, R. (2007). *Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. in: Climate change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-chapter2-1.pdf>, (Erişim tarihi:30.05.2024).
- Gottelman, A. & Rood, R. B. (2016). *Demystifying climate models, Earth systems data and models 2*, DOI 10.1007/978-3-662-48959-8\_1, ISBN 978-3-662-48959-8. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/27950/1002049.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, (Erişim tarihi:30.05.2024).
- Goosse H., Barriat, P.Y., Lefebvre, W., Loutre, M.F. & Zunz, V. (2010). Introduction to climate dynamics and climate modeling, <http://www.climate.be/textbook>, (Erişim tarihi:30.05.2024).
- Harris, S. A. (2002). Global heat budget, plate tectonics and climatic change, *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 84A (1), 1–9. doi:10.1111/j.0435-3676.2002.00157.x.
- Human Impacts On The Biosphere (2024). The Biosphere, <https://hiotbiosphere.weebly.com/whats-the-biosphere.html>, (Erişim tarihi:10.08.2024).
- IPCC (2007). IPCC fourth assessment report: Climate change 2007, [https://web.archive.org/web/20191219023831/https://archive.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg2/en/annexesglossary-e-o.html](https://web.archive.org/web/20191219023831/https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/annexesglossary-e-o.html), (Erişim tarihi:30.05.2024).
- Jacob, D. (2001). The role of water vapour in the atmosphere. A short overview from a climate modeller's point of view. physics and chemistry of the Earth, *Part A: Solid Earth and Geodesy*, 26(6-8), 523–527. doi:10.1016/s1464-1895(01)00094-1.
- Karl, T. R. & Trenberth, K. E. (2003). Modern global climate change, *Science*, 302, 1719–1723, DOI: 10.1126/science.1090228.
- Khromova, T. E. (2010). Cryosphere and climate, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 13,1-8, 012002, doi:10.1088/1755-1315/13/1/012002.
- Koch, D., Menon, S., Genio, A. D., Ruedy, R., Alienov,I. & Schmidt, A. (2009). Distinguishing aerosol impacts on climate over the past century, *Journal of Climate*, 22(10), 2659–2677, DOI: <https://doi.org/10.1175/2008JCLI2573.1>.
- Kundzewicz, Z. W. (2008). Hydrosphere, *Encyclopedia of Ecology*, (pp1923–1930), doi:10.1016/b978-008045405-4.00740-0.

- Le Treut, H., R. Somerville, U. Cubasch, Y. Ding, C. Mauritzen, A. Mokssit, T. Peterson & M. Prather, (2007). Historical overview of climate change in: Climate change 2007: *The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4-wg1-chapter1.pdf>, (Erişim tarihi:30.05.2024).
- Lickley, M., Solomon, S., Fletcher, S., Velders, G.J.M., Daniel, J., Rigby, M., Montzka, S. A., Kuijpers, L.J.M. & Stone, K. (2020). Quantifying contributions of chlorofluorocarbon banks to emissions and impacts on the ozone layer and climate, *Nature Communications*, 11, 1380, 1-11, <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15162-7>.
- Lutgens, F. K., Tarbuck, E. J. & Tasa, D. (2014). *Genel jeoloji temel kavramlar*, (Onbirinci basımdan çeviri), Cahit Helvacı (Çeviri ed.), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, ISBN: 978-605-133-433-2.
- Mar, K. A, Unger, C., Walderdorff, L. & Butler, T. (2022). Beyond CO<sub>2</sub> equivalence: the impacts of methane on climate, *Ecosystems, and Health, Environmental Science and Policy*,134,127-136. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.03.027>.
- Mcguffie, K. & Henderson-Sellers, A. (2001). Forty years of numerical climate modelling, *International Journal Of Climatology*, 21, 1067-1109, DOI: 10.1002/joc.632.
- Myhre, G., Myhre, C. E.L., Samset, B. H. & Storelvmo, T. (2013) Aerosols and their relation to global climate and climate sensitivity. *Nature Education Knowledge 4(5)*:7, <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/aerosols-and-their-relation-to-global-climate-102215345/>. (Erişim tarihi:25.05.2024).
- Nisbet, E. G., Manning, M. R., Dlugokencky, E. J., Fisher, R. E., Lowry, D., Michel, S. E., vd., (2019). Very strong atmospheric methane growth in the 4 years 2014-2017: Implications for the Paris Agreement. *Global Biogeochemical Cycles*, 33, 318-342, <https://doi.org/10.1029/2018GB006009>.
- Nişancı, A. (1990). *Klimatoloji*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Yayın No:59, Samsun. ISBN: 975-7636-09-6.
- Polarpedia (2024). Lithosphere, <https://polarpedia.eu/en/lithosphere/>, (Erişim tarihi:10.08.2024).
- Rohli, R. V.& Vega, A. J. (2018). *Climatology (Fourth edition)*, Burlington, Massachusetts: Jones & Bartlett Learning, LCCN 2017010380, ISBN 9781284126563, <https://dokumen.pub/qdownload/climatology-fourth-edition-9781284119985-128411998x-9781284126563-1284126560.html>, (Erişim tarihi:25.05.2024).
- Sabine, C. L. & Feely, R. A. (2015). Climate and climate change: Carbon dioxide, *Encyclopedia of Atmospheric Sciences, 2nd Edition*, (Volume 2, pp.10-17). doi:10.1016/b978-0-12-382225-3.00095-5. [https://www.researchgate.net/publication/282566938\\_Climate\\_and\\_Climate\\_Change\\_Carbon\\_Dioxide](https://www.researchgate.net/publication/282566938_Climate_and_Climate_Change_Carbon_Dioxide). (Erişim tarihi:25.05.2024).
- Schneider, T., O'Gorman, P. A. & Levine, X. J. (2010). Water vapor and the dynamics of climate changes, *Reviews of Geophysics*, 48,1-22, RG3001, Doi:10.1029/2009RG000302.
- Skiba, U. M. & Rees, R. M. (2014). Nitrous oxide, climate change and agriculture, *CAB Review*, 9, 1-7, doi: 10.1079/PAVSNNR20149010.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2024a). Meteoroloji Genel Müdürlüğü Son Durum <https://www.mgm.gov.tr/sondurum/turkiye.aspx>, (Erişim tarihi:20.07.2024).
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2024b). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Hidrometeoroloji, <https://www.mgm.gov.tr/Genel/hidrometeoroloji.aspx?s=4>, (Erişim tarihi:10.08.2024).
- The Open University (2024). Open Learn, [https://www.open.edu/openlearn/mod/oucontent/view.php?id=110022&section=\\_unit2.3.3](https://www.open.edu/openlearn/mod/oucontent/view.php?id=110022&section=_unit2.3.3), (Erişim tarihi:10.08.2024).

Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve meteoroloji*. Kriter Yayınevi, İstanbul. ISBN:978-605-5863-39-6.  
World Meteorological Organization (2024). Global Cryosphere Watch, <https://globalcryosphere-watch.org/about/cryosphere.html>, (Erişim tarihi:10.08.2024).

WEB Kaynakları:

URL-1: <https://tua.gov.tr/tr/blog/dunya/dunya-nin-atmosferi-ve-katmanlari>, (Erişim tarihi: 10.08.2024).

URL-2: <https://www.americoceans.org/facts/what-is-thermohaline-circulation/>, (Erişim tarihi: 29.08.2024).

## BÖLÜM 3

### Atmosfer ve Bileşimi

Baştürk KAYA<sup>1</sup>

#### |ATMOSFER (HAVAKÜRE)

Atmosfer, yer küreyi dıştan çevreleyen ve onunla dönme hareketine katılan, çeşitli gaz, sıvı ve katı parçacıklardan oluşan bir tabakadır. Atmosferi diğer gezegenlerin atmosferinden ayıran özelliklerin başında içerisinde oksijen ve su buharı bulundurması gelmektedir. Her yönden dünyayı tamamen kuşatan atmosfer yer çekiminin etkisiyle yerinde tutulmaktadır. Dünyada sıcaklığının muhafaza edilmesi ve zararlı olan ultraviyole ışınlarının engellenmesi atmosfer sayesinde gerçekleşmektedir. Atmosfer yeryüzünün aşırı ısınma ve soğumasını önleyerek, iklim ve hava olaylarının meydana gelmesinde de önemli rol oynamaktadır.

Atmosfer bir gaz örtüsü olarak, fiziksel durumu ve kimyasal bileşimi ile ilgili bir dizi özelliğe sahiptir. Aynı zamanda bu özellikleri koruyabilen veya değiştirebilen çeşitli iç işlemlere ve dış etkileşimlere de maruz kalmaktadır (Salstein, 1995). Diğer gezegen atmosferleri gibi, dünya atmosferi de güneş ile gezegen (dünya) yüzeyi arasında ve ayrıca dünyanın bir bölgesinden diğerine enerji aktarımında merkezi bir rol oynamaktadır. Bu transferlerle termal denge korunarak, gezegenin iklimi belirlenmiş olur. Ancak Dünya'nın atmosferi, atmosferle birlikte yaşamın temelini oluşturan okyanuslar ve karasal yüzey süreçleriyle de yakından ilişkilidir. Akışkan bir sistem olduğundan atmosfer, birkaç metrelik türbülanslı girdaplardan küresel ölçekteki sirkülasyonlara kadar çok çeşitli hareketleri destekleme kapasitesine sahiptir (Salby, 1996). Başka bir ifadeyle atmosfer (hava küre), günlük yerel rüzgârlardan (meltemler gibi), mevsimlik ya

<sup>1</sup> Prof. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, basturkbhk@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-4801-4386

mindedir ve bu nedenle küresel yüzey sıcaklıklarının düşmesine neden olurlar. Örneğin 1991 yılında Piantubo Yanardağı'nın patlaması, Dünya yüzeyinin yakınında geçici soğumaya neden olmuştur (Khan ve Arsalan, 2007). Bu küçük parçacıklar, örneğin toz, deniz tuzu ve volkanik kalıntılar doğal olarak üretilir. Ayrıca yanma ve endüstriyel süreçler yoluyla antropojenik olarak da üretilirler. Aerosollerin önemli bir kaynağı, diğer öncüllerin yanı sıra endüstri tarafından ve doğal olarak volkanlar tarafından üretilen gaz halindeki sülfür dioksit (SO<sub>2</sub>) emisyonunu içeren kimyasal reaksiyonlar yoluyla meydana gelen gazdan partiküle dönüşümdür. Antropojenik kaynakları yansıtabilecek şekilde, kentsel alanlarda ve endüstriyel komplekslerin yakınında aerosol konsantrasyonları daha yüksektir; örneğin bu kesimlerdeki konsantrasyon deniz bölgelerindeki konsantrasyonlardan bir kat daha fazladır. Yine çöllerde toz fırtınaları sırasında rüzgârla savrulan silikatlarla bağlantılı olarak toz konsantrasyonları daha da yüksek değerlere ulaşmaktadır (Salby, 1996).

Atmosferde bulunan tozlar bir taraftan absorpsiyon yoluyla, bir taraftan da bulanıklık derecesini artırarak ve refleksiyona sebep olarak güneş radyasyonunun azalmasına neden olurlar. Su buharı gibi, atmosferdeki tozların büyük bir kısmı atmosferin alt tabakasında toplanmış bulunmaktadır. Bunun iki önemli sonucu vardır; bunlardan birisi güneş radyasyonunun maruz kaldığı kayıplar bilhassa atmosferin alt tabakasında meydana gelmiş olur. Diğeri ise atmosferin bu alt tabakası uzun dalgalı yer radyasyonunun büyük kısmının emilimini sağlar. Bu nedenlerden dolayı atmosferin bu kısımda sıcaklığın fazla düşmesi önlenmiş olur. Aynı zamanda bu alt tabaka ile daha yüksek atmosfer tabakaları arasında düşey istikamette kuvvetli bir sıcaklık farkı da meydana gelmiş olur (Erinç, 1969). Aerosol parçacıkları; nitrojen, kükürt ve atmosferik oksidanlar dahil olmak üzere bu gibi atmosferik kirletici maddelerin döngüleri üzerinde de önemli etkiye sahiptir. Diğer bir özellikleri ise görünürlüğü azaltıcı rollerinin bulunmasıdır (Lagzi vd., 2013).

## KAYNAKLAR

- Ahrens, C. D. (2000). *Essentials of meteorology: an invitation to the atmosphere*. (3th Edition), Brooks Cole.
- Akman, Y. (1990). *İklim ve biyoiklim*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., ve Yiğit, N. (2012). *Ekolojik sentez*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Alpaydın, S., Şimşek, A. (2014). *Genel kimya*. (8. Baskı), Konya: Eğitim Yayınevi.
- Ardel, A. (1073). *Umumi coğrafya dersleri cilt I, klimatoloji*. (3. Baskı), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.



- Ardel, A., Kurter, A., Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji tatbikatı*. İstanbul Üniversitesi Yayınları No:1123, İstanbul: Taş Matbaası.
- Atalay, İ. (2012). *Genel fiziki coğrafya*. (7. Baskı), İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Carter, T. R. (1996). Developing scenarios of atmosphere, weather and climate for northern regions. *Agricultural and Food Science in Finland*, 5, 235-249.
- Chernick, C. L. (1967). *The chemistry of the noble gases*. United States Atomic Energy Commission Division of Technical Information.
- Critchfield, H. J. (1968). *General climatology*. (2th Edition). New Delhi: Prentice Hall of India.
- Çepel, N. (1992). *Doğa çevre ekoloji ve insanlığın ekolojik sorunları*. İstanbul: Altın Kitaplar Yayınevi.
- Deniz, Z. A. (2018). *Genel klimatoloji, genel fiziki coğrafya içinde*. (Ed. Barbaros Gönençgil), 203-258. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Doğanay, H. (1993). *Coğrafyaya giriş I (metotlar, ilkeler ve terminoloji)*. Ankara: Gazi Büro Kitabevi.
- Doğanay, H., Sever, R. (2013). *Genel ve fiziki coğrafya*. (12. Baskı), Ankara: Pegem Akademi
- Dönmez, Y., 1990, *Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları*. İstanbul Üniversitesi Yayını, No: 3648, İstanbul.
- Efe, R. (2010). *Biyocoğrafya*. İstanbul: Marmara Kitap Merkezi.
- Eken, M., Ceylan, A., Taştekin, A. T., Şahin, H., Şensoy, S., *Klimatoloji-II*. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/klimatoloji2.pdf>, Erişim Tarihi, 26. 04. 2024.
- Erdik, E., Sarıkaya, Y. (1993). *Temel üniversite kimyası, (1. Cilt)*. Ankara: Gazi Büro Kitabevi.
- Erinç, S. (1969). *Klimatoloji ve metotları*. İstanbul Üniversitesi yayınları, No:994, İstanbul.
- Erol, O., (2014). *Genel Klimatoloji* (10. Baskı). İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Ertaş, Sıtkı Kağan (2018). *Meteoroloji ders kitabı*. DHMİ Genel Müdürlüğü, Seyrüsefer Dairesi Başkanlığı, Hava Trafik Müdürlüğü, Ankara.
- Gençer, M., Uğurlu, A., Kacar, M., Özcan, H., Kesim A. ve Aydın B. (2005). *Hidrometeoroloji*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Ghous, M., Ali, Z., Jabbar, M., Basit, A. (2019). *Fundamentals of geography*. Asian Traders, 17-Urdu Bazaar, Lahore.
- Günay, O., Aközcan, S., Kulalı, F. (2018). Bina İçi Radon Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 13, 91-97. <https://doi.org/10.31590/ejosat.442702>
- Kadıoğlu, M. (2007). *Küresel iklim değişikliği ve Türkiye/bildiğiniz havaların sonu*. (2. Baskı), İstanbul: Güncel yayıncılık.
- Karaoğlu, M. (2013), *Meteoroloji klimatoloji ziraat meteorolojisi*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Khan J.A. and Arsalan M.H. (2007). *General climatology*. University of Karachi. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2327.6241>
- Kılınç, M., Kutbay, H. G. (2004). *Bitki ekolojisi*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Kumar, S. (2016). *Fundamentals of climatology*. Edupedia Publications (P) Ltd.
- Lagzi, I, Mészáros, R., Gelybó, G., and Leelőssy, A. (2013). *Atmospheric chemistry*. Eötvös Loránd University.
- Lal, D. S. (2010). *Climatology*. Allahbad: Shards Pustak Bhawan.
- Lutgens, F.K, Tarbuck, E. J., Herman, R. L., Tasa, D. (2019). *The atmosphere an introduction to meteorology*. (14th Edition), Pearson.
- Muslu, Y. (2000). *Ekoloji ve çevre sorunları*. İstanbul, Aktif Yayınevi.
- Okuroğlu, M., ve Yağanoğlu, V. (2015). *Meteoroloji-I. Atatürk üniversitesi yayınları*. No: 833, Erzurum.
- Özden, Ö. (2005). *Hava kalitesinin monitorlanmasında pasif örnekleyicilerin kullanılması*. (Yayınlanamamış Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.



- Pehlivanoğlu, V. (2011). *Havacılık ve uzay bilimlerine giriş*. (3. Baskı), İstanbul: Hava Harp Okulu Yayınları.
- Petrucci, R. H., Harwood, W. S., Herring, F. G. (.2005). *Genel kimya ilkeler ve modern uygulamalar 1*. (Çev. Ed. Tahsin Uyar ve Serpil Aksoy) (8. Baskıdan Çeviri), Ankara: Palme Yayıncılık.
- Pryor, S. C., Crippa, P, Sullivan, R. C. (2015). "Atmospheric chemistry." in *reference module in earth systems and environmental sciences*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09177-6>
- Saha, K. (2008). *The earth's atmosphere: its physics and dynamics*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Salby, M. L. (1996). *Fundamentals of atmospheric physics*. Elsevier.
- Salstein, D. A. (1995). *Mean properties of the atmosphere, composition, chemistry, and climate of the atmosphere*. (Edit. Hanwant B. Singh), 19-49. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Sarker, S. (2022). Fundamentals of climatology for engineers: Lecture note. *Eng*, 3(4), 573-595. <https://doi.org/10.3390/eng3040040>
- Seinfeld, J. H. ve Pandis, S. N. (2016). *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*. John Wiley & Sons.
- Sienko, M.J. ve Plane, R.A. (1984). *Temel kimya*. (4. Baskı), (Çev. Necla Gündüz, Turgut Gündüz, Tüzün Celal, Pulat Emsal, Üneri Saadet, Zeren Ayhan, Özgüner Selmin), Ankara: Savaş Kitap ve Yayınevi.
- Spence, C. (2007). *Küresel ısınma-sağlıklı bir Dünya için çözümler*. (Çev. Selin Gönen ve Serkan Açar). İstanbul: Pegasus.
- Türkeş, M. (2015). *Biyocoğrafya bir paleocoğrafya ve ekoloji yaklaşımı*. Ankara: Kriter Yayınevi.
- Türkeş, M. (2021). *Genel klimatoloji: atmosfer, hava ve iklimin temelleri*. (5. Baskı), İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Yazıcı, Ö. (2020). *İklim bilgisi klimatoloji*. Genel Fiziki Coğrafya (Ed. Hamza Akengin ve İskender Dölek), Ankara: Pegem Akademi.
- URL-1: <https://scied.ucar.edu/learning-zone/atmosphere/change-atmosphere-altitude>. Erişim Tarihi: 26.09.2024.
- URL-2: <https://endustrilab.com/barometre-nedir-ve-ne-icin-kullanilir/>. Erişim Tarihi: 26.09.2024.
- URL-3: <https://mgm.gov.tr/genel/meteorolojiyegir.aspx?s=2>. Erişim Tarihi: 22.06.2024.

## BÖLÜM 4

### Güneş Radyasyonu ve Sıcaklık

Barış DURMUŞ<sup>1</sup>

#### | GÜNEŞ RADYASYONU VE ELEKTROMANYETİK SPEKTRUM

Radyasyon, uzay boşluğunda veya bir materyal aracılığıyla, dalgalar, partiküller halinde iletilen ya da yayılan bir enerji aktarım biçimidir. Genel olarak Güneş'ten Dünya'ya çeşitli dalga boylarında ulaşan enerjiyi ifade eden güneş radyasyonu (solar radiation), elektromanyetik radyasyon spektrumu adı verilen geniş bir enerji koleksiyonunu oluşturur. Bu enerjinin çoğu gökkuşağının renkleri olarak algıladığımız görünebilir ışık şeklinde olmakla beraber, Güneş aynı zamanda doğrudan görülemeyen ultraviyole ve kızılötesi ışıklar da yaymaktadır (McArthur, 2005; Anderson & Strahler, 2008; A. H. Strahler, 2013). Diğer enerji kaynaklarından; Dünya'nın iç dinamikleri sonucunda meydana gelen jeotermal ısı akışı, doğal karasal reaktivite ve kozmik radyasyon kaynakları, güneş enerjisi yanında oldukça zayıf kalmaktadır (Wald, 2021). Birincil enerji kaynağımız Güneş'ten yayılan ısı ve ışık enerjisi; atmosferik süreçlerden termohalin dolaşımına, hidrolojik döngüden biyoçeşitliliğe ve fotosentez süreçlerine kadar, neredeyse tüm doğal sistem ve döngüleri doğrudan ya da dolaylı şekillerde etkilemektedir.

Mutlak sıfır (-273°C veya 0 Kelvin) üzerinde sıcaklığa sahip tüm nesnelere dalgalar halinde elektromanyetik radyasyon yayar. Yayılan bu radyasyonun niteliği; nesnenin sıcaklığına, yoğunluğuna, dalga boyuna ( $\lambda$ ) ve mesafeye bağlıdır. Mesafe, genellikle metrenin milyonda birine karşılık gelen nanometre (nm) ve mikrometre ( $\mu\text{m}$ ) cinsinden ölçülür. Dalga boyu (wavelength) ise kavramsal olarak birbirini takip eden ışık dalgalarının iki tepesi veya çukuru arasındaki

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, barisdurmus@nevsehir.edu.tr, ORCID iD 0000-0001-6556-493X

## KAYNAKLAR

- Alexander, & Herold. (2016). *ClimPACT2—ARCCSS-extremes/climpact2* [R]. ARCCSS climate extremes. <https://github.com/ARCCSS-extremes/climpact2> (Original work published 2015)
- Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A. M. G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Rupa Kumar, K., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D. B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., ... Vazquez-Aguirre, J. L. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 111. doi.org/10.1029/2005JD006290
- Anderson, B., & Strahler, A. H. (2008). *Visualizing Weather and Climate*. John Wiley & Sons.
- Bailey, W. G. (2005). Microclimatology. İçinde J. E. Oliver (Ed.), *Encyclopedia of World Climatology* (ss. 486-500). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8\\_137](https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8_137)
- Critchfield, H. J. (1983). *General Climatology*. Prentice-Hall.
- Çengel, Y. (2004). *Heat Transfer: A Practical Approach*. McGraw-Hill Education.
- Dewitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2006). *Fundamentals of Heat And Mass Transfer* (F. P. Incropera, Ed.; 6th edition). John Wiley & Sons.
- Erol, O. (2014). *Genel Klimatoloji*. Çantay Kitabevi.
- Hobbs, J. E. (1980). The Atmospheric System. İçinde J. E. Hobbs (Ed.), *Applied Climatology* (ss. 15-28). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-408-10737-2.50009-3>
- McArthur, L. J. B. (2005). Solar Radiation. İçinde J. E. Oliver (Ed.), *Encyclopedia of World Climatology* (ss. 667-673). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8\\_191](https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8_191)
- Mills, G. (2005). Radiation Climatology. İçinde J. E. Oliver (Ed.), *Encyclopedia of World Climatology* (ss. 603-611). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8\\_167](https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8_167)
- NOAA. (2023). *The Earth-Atmosphere Energy Balance | National Oceanic and Atmospheric Administration*. <https://www.noaa.gov/jetstream/atmosphere/energy>
- Rohli, R., & Vega, A. J. (2011). *Climatology*. Jones & Bartlett Learning.
- Shirley, J. H. (2005). Solar Constant. İçinde J. E. Oliver (Ed.), *Encyclopedia of World Climatology* (ss. 666-667). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8\\_189](https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8_189)
- Strahler, A. H. (2013). *Introducing Physical Geography* (6. bs). Wiley. <https://www.perlego.com/book/3866050/introducing-physical-geography-pdf>
- Strahler, A. H., & Merali, Z. (2007). *Visualizing Physical Geography* (1st edition). Wiley.
- Strahler, A. N., & Strahler, A. H. (1989). *Elements of Physical Geography*. Wiley.
- Tobiska, W. K. (2002). Variability in the solar constant from irradiances shortward of Lyman-Alpha. *Advances in Space Research*, 29(12), 1969-1974. [https://doi.org/10.1016/S0273-1177\(02\)00243-0](https://doi.org/10.1016/S0273-1177(02)00243-0)
- Wald, L. (2021). *Fundamentals of Solar Radiation*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003155454>

## BÖLÜM 5

### Atmosferde Nem ve Yağış

Fatma ESEN<sup>1</sup>

#### | ATMOSFERDE NEM VE YAĞIŞ

Yeryüzünün en önemli ve kritik bileşenlerinden birini oluşturan su, yaşamın da temel yapı taşlarından biridir. Dolayısıyla su, canlılar için hayati bir bileşen olup, iklimin dengelenmesinde, ekosistemlerin işleyişinde ve insan faaliyetlerinin sürdürülebilirliğinde kritik öneme sahiptir. Örneğin, biyolojik çeşitliliği destekleyen tatlı su ekosistemleri aynı zamanda tarım ve endüstri gibi insan faaliyetlerinin devamlılığını da sağlar. Ancak küresel ısınma nedeniyle iklimdeki değişim, ekstrem hava olaylarının sıklaşması ve temiz su kaynaklarının kirlenmesi, tatlı su kaynaklarının giderek tükenmesine neden olmaktadır. Bu açıdan günümüzde suyun sürdürülebilir yönetimi her zamankinden daha önemli hale gelmiştir.

Dünyada 1.386 milyar km<sup>3</sup> su bulunur. Yani yaklaşık olarak Dünya yüzeyinin %71'i sularla kaplıdır. Ancak, bu suyun büyük bir kısmı okyanus ve denizlerden oluşan tuzlu sulardır (%97,5) (Şekil 1).

Tatlı sular, toplam suyun sadece %2,5'ini (35 milyar km<sup>3</sup>) oluşturur. Tatlı su kaynaklarının %68,7'sini buzullar (24 milyar km<sup>3</sup>) ve %30,1'ini de yeraltı suları (8 milyar km<sup>3</sup>) oluşturur. Göller, nehirler ve atmosferde su buharı olarak bulunan tatlı su, toplam tatlı suyun sadece %1,2'sine karşılık gelir (Şekil 1).

<sup>1</sup> Doç. Dr., Bingöl Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, fesen@bingol.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-3740-1751

## KAYNAKLAR

- Akgün, N. (2004). *Meteoroloji ve Klimatoloji*. İTÜ Yayınları, İstanbul.
- Aksoy, H. (2013). *Uygulamalı Klimatoloji*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Atalay, İ. (2008). *Uygulamalı Klimatoloji*. Meta Basım, İstanbul.
- Atalay, İ. (2012). *Klimatoloji ve Ekosistem Analizi*. Meta Basım, İstanbul.
- Barry, R. G., & Chorley, R. J. (2009). *Atmosphere, Weather and Climate*. Routledge, London.
- Brutsaert, W. (1982). *Evaporation into the Atmosphere: Theory, History, and Applications*. Part of the book series: Environmental Fluid Mechanics (EFME 1), Springer.
- Coşkun, M. (2003). Coğrafya Öğretiminde Nem Konusundaki Kavram Yanlışlıkları ve Giderilmesine Yönelik Öneriler. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (3), 147-158.
- Çiçek, İ. (2006). *Klimatoloji: Temel Kavramlar ve Uygulamalar*. Atlas Yayınları, İstanbul.
- Doğan, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. Gazi Kitabevi, Ankara.
- Emanuel, K. A. (1994). *Atmospheric Convection*. Oxford University Press.
- Erinç, S. (1984). *Klimatoloji ve Metotları*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Erol, O. (2007). *Genel Klimatoloji*. Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- Gleick, P. H. (Ed.). (1993). *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. Oxford University Press.
- Glickman, T. S. (2000). *Glossary of Meteorology*. American Meteorological Society.
- Hartmann, D. L. (1994). *Global Physical Climatology*. Academic Press.
- Houghton, J. T. (2009). *The Physics of Atmospheres*. Cambridge University Press.
- IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Karaca, M. (2002). *İklim ve İnsan*. Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- Kömüşcü, A. Ü. & Aksoy, M. (2023). Long-Term Spatio-Temporal Trends and Periodicities in Monthly and Seasonal Precipitation in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 151 (3-4), 1623-1649.
- Kundzewicz, Z. W., et al. (2007). *Freshwater Resources and Their management. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC.
- Lovett, G. M., & Kinsman, J. D. (1990). Atmospheric Pollutant Deposition and the Uncertainty in its Effects on the Environment. *Ecological Applications*, 1(2), 165-169.
- Marco, J. L. et al. (2017). Monitoring Water Resources and Water use from Earth Observation in the Belt and Road Countries. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 32, 62-73.
- Monteith, J. L., & Unsworth, M. (1990). *Principles of Environmental Physics*. Edward Arnold, London.
- Özdemir, A. (2011). *Türkiye Klimatolojisi*. Selçuk Üniversitesi Yayınları, Konya.
- Öztürk, M. & Kadioğlu, M. (2008). *Türkiye'nin İklimi*. Alfa Yayınları, İstanbul.
- Peixoto, J. P., & Oort, A. H. (1992). *Physics of Climate*. American Institute of Physics, USA.
- Rogers, R. R., & Yau, M. K. (1989). *A Short Course in Cloud Physics*. Pergamon Press.
- Rogers, R. R., & Yau, M. K. (1989). *A Short Course in Cloud Physics*. Pergamon Press.
- Salby, M. L. (1996). *Fundamentals of Atmospheric Physics*. Academic Press, USA.
- Shiklomanov, I. A. (2000). Appraisal and Assessment of World Water Resources. *Water International*, 25 (1), 11-32.
- Smith, J. E. (2003). *Atmospheric Science: An Introductory Survey*. Academic Press, USA.
- Stull, R. (2000). *Meteorology for Scientists and Engineers*. Brooks/Cole Publishing.

Trenberth, K. E. (1999). *Climate System Modeling*. Cambridge University Press.

Türkeş, M. (2021). *Genel Klimatoloji Atmosfer, Hava ve İklimin Temelleri*. Kriter Yayınevi, Ankara

Van der Gun, J. (2012). *Groundwater and Global Change: Trends, Opportunities and Challenges*.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

Wallace, J. M., & Hobbs, P. V. (2006). *Atmospheric Science: An Introductory Survey*. Academic Press, USA.

World Health Organization (WHO). (2019). *Drinking Water*. WHO Fact Sheet.

<https://climate.nasa.gov>

<https://climateactiontracker.org>

<https://public.wmo.int/en>

<https://unfccc.int>

<https://www.climate.gov>

<https://www.eea.europa.eu/themes/climate>

<https://www.ipcc.ch>

<https://www.mgm.gov.tr>

<https://sage.nelson.wisc.edu/data-and-models>

<https://www.worldbank.org/en/topic/climatechange>

## BÖLÜM 6

# Hava Basıncı, Atmosferik Sirkülasyon ve Rüzgârlar

Cemil İRDEM<sup>1</sup>

### | HAVA BASINCI

Evrende kütlesi olan tüm cisimlerin birim yüzeye uyguladıkları dik kuvvet basınç olarak tanımlanır. Bu tanıma göre basıncın büyüklüğünü belirleyen iki önemli faktör olarak cisimlerin kütlesi (F) ve kuvvet uygulanan yüzeyin büyüklüğü (A) dikkati çekmektedir. Standart basınç birimi olarak Pascal (Pa) kullanılır. Pascal, bir metrekaarelik ( $m^2$ ) alana uygulanan bir Newton (N) büyüklüğünde kuvvete (F) karşılık gelir.

Katıların basıncı, söz konusu katı cismin herhangi bir yüzeye temas ettiği yerde uyguladığı basınçtır. Katılar, üzerlerine uygulanan kuvveti aynı yönde aynen iletirler. Örneğin bir inşaat ustası çekiçle çiviye bir kuvvet uyguladığında çivinin ucuna kadar kuvvet aynen iletilir. Ancak çivinin baş kısmında yüzey alanı geniş olduğu için daha az basınç oluşurken, uç kısmında sivri olduğu için daha fazla basınç oluşacaktır. Yani katılarda kuvveti sabit tutup yüzey alanını küçülttüğümüzde basınç artacaktır.

Sıvılarda basınç katılardan biraz daha farklıdır. Çünkü sıvılar akışkandır ve bulunduğu kabın şeklini alır. Sıvılar, içinde bulunduğu kabın her noktasına basınç uygularlar. Uygulanan basıncın büyüklüğü derinliğe bağlı olarak değişir. Derinlik arttıkça basınç da artmaktadır. Sıvıların yoğunluğu da basıncı etkiler. Derinlik ve yerçekimi ivmesi değişmeden özkütle artarsa basınç da artacaktır.

---

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, cemilirdem@karabuk.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-4796-0618

El Niño'nun Türkiye'ye olası etkilerini ilişkin Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün değerlendirmesine göre; Türkiye'nin El-Niño ve La-Niña'dan ziyade yine geniş çaplı bir atmosfer olayı olan Kuzey Atlantik Salınımı (NAO)'ndan daha çok etkilendiği, Türkiye'nin bir okyanus ülkesi olmaması ve Kuzey Yarım Küre'de bulunması sebebiyle, El Niño ve La Niña olaylarının, Ülkemize etkisinin küresel etkilerinden bahsedildiği kadarıyla dolaylı olarak yaşanabileceği ve Pasifik Okyanusu'na kıyaslı olan ülkelerde olduğu kadar bir etkiden söz edilemeyeceği belirtilmektedir (URL 19). Bununla birlikte Türkiye'de El Niño yılları, 2024 yılında olduğu gibi genelde ekstrem sıcaklıkların görüldüğü dönemler olarak kendini göstermektedir. Diğer taraftan Türkiye'de havza bazında yağışın El Niño ve La Niña ile ilişkisinin 1971-2010 dönemi yağışları için incelendiği bir çalışmada (URL 20) El Niño pozitif anomali (El Niño) olduğu yıllarda Türkiye de yıllık yağış miktarının uzun yıllar ortalamasının üzerinde, negatif anomali olduğu (La Niña) olduğu yıllarda ise uzun yıllar ortalamasının altında yağış gerçekleştiği tespit edilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı Klimatoloji*. İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Barry, R.G., ve Chorley, R.J. (2003). *Atmosphere, Weather and Climate*. London: Taylor & Francis Group; 8 edition.
- Dönmez, Y. (1979). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basımevi.
- Eriñç, S. (1996). *Klimatoloji ve Metodları*. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Erlat, E., 2009. *İklim Sistemi ve İklim Değişimleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Erol, O. (1999). *Genel Klimatoloji*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Harris, S.A (2019). The relationship of sea level changes to climatic change in northeast Asia and northern North America during the last 75 ka B.P.[J]. *AIMS Environmental Science*, 6 (1): 14-40. Doi: 10.3934/environsci.2019.1.14
- Koçman, A. (1993). *Türkiye İklimi*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Kömüscü, A. Ü., Kılar, H. (2024). *İklim Değişikliği ve Meteorolojik Afetler*. (Ed. Gül E, Dölerslan Melda), İklim Değişikliği ve Etkileri, (pp.114-158), Ankara: Bidge Yayınevi.
- Lalic, B.; Eitzinger, J.; Marta, A.D.; Orlandini, S.; Sremac, A.F.; Pacher, B. (2018) *Agricultural Meteorology and Climatology*. Firenze, Italy: Firenze University Press.
- Türkeş, M. (2000). El Niño-Güneyli Salınım Ekstremleri ve Türkiye'deki Yağış Anomalileri ile İlişkileri. *TMMOB Çevre Bilim ve Teknoloji*, 1:1-13.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. İstanbul: Kriter Yayıncılık.
- Türkeş, M. (2018). *Genel Klimatoloji: Atmosfer, Hava ve İklimin Temelleri*. İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Web Kaynakları  
 URL 1: <https://atmos.uw.edu/~hakim/101/pressure/>  
 URL 2: <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojiyegir.aspx?s=10>



- URL 3: <https://www.basinc.gen.tr/basinc-kusaklari.html>
- URL 4: <https://www.britannica.com/science/climate-meteorology/Atmospheric-pressure-and-wind>
- URL 5: <https://www.biyolojiduragi.com/2022/09/ruzgar-olayi-ve-alcak-basinc-yuksek.html>
- URL 6: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/klimatoloji1.pdf>
- URL 7: [https://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_rose#/media/File:Wind\\_rose\\_plot.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_rose#/media/File:Wind_rose_plot.jpg)
- URL 8: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/coriolis-kuvveti>
- URL 9: <https://www.noaa.gov/jetstream/global/global-atmospheric-circulations>
- URL 10: <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojiyegir.aspx?s=15>
- URL 11: <https://www.sciencefacts.net/global-winds.html>
- URL 12: <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojisozlugu.aspx?m=M&k=aa941>
- URL 13: <https://www.harita.gov.tr/uploads/files/products/avrupa-fiziki-haritasi-1699.pdf>
- URL 14: <https://www.britannica.com/science/breeze#ref244496>
- URL 15: <https://apollo.nvu.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter10/nao.html>
- URL 16: [UW scientists say Arctic oscillation might carry evidence of global warming | UW News \(washington.edu\)](https://www.washington.edu/news/2015/01/28/uw-scientists-say-arctic-oscillation-might-carry-evidence-of-global-warming/)
- URL 17: <https://www.climate.gov/news-features/blogs/enso/walker-circulation-ensos-atmospheric-buddy>
- URL 18: [https://www.noaa.gov/jetstream/enso\\_impacts](https://www.noaa.gov/jetstream/enso_impacts)
- URL 19: [https://www.mgm.gov.tr/FILES/Haberler/2015/20150908\\_elninohaber.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/Haberler/2015/20150908_elninohaber.pdf)
- URL 20: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/havze-el.pdf>

## BÖLÜM 7

# Hava Kütleleri, Cepheler ve Siklonlar

Halil GÜNEK<sup>1</sup>

### |GİRİŞ

Klimatoloji çalışmaları, atmosferin dinamikleri ve dünya üzerindeki hava olaylarının anlaşılması açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu kapsamda hava kütleleri ve cepheler, atmosferin hareketlerini ve hava durumunu belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Hava kütleleri, geniş coğrafi alanlar üzerinde uzun süre kalarak belirli karakteristik özellikler kazanan büyük atmosfer parçalarıdır. Bu kütleler, sıcaklık ve nem gibi parametreler açısından homojen özellikler gösterirler ve genellikle kara veya deniz yüzeyleri üzerinde oluşurlar (Ahrens, 2021).

Cepheler ise, farklı hava kütlelerinin karşılaştığı ve etkileşime girdiği bölgelerde meydana gelir. Bu etkileşimler, hava durumunda ani değişikliklere yol açabilen karmaşık meteorolojik süreçleri tetikler. Cepheler, sıcak ve soğuk hava kütlelerinin karşılaşmasıyla oluşan yüzeyler olarak tanımlanır ve genellikle bulut oluşumu, yağış ve rüzgâr gibi hava olaylarını beraberinde getirirler (Barry & Chorley, 2009)

Hava kütlelerinin bilimsel araştırma tarihi, meteoroloji ve klimatolojinin gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. Bu kavramın bilimsel olarak anlaşılması, 20. yüzyılın başlarına kadar uzanır ve bu dönemde yapılan çalışmalar, günümüz meteorolojik tahmin ve analiz yöntemlerinin temelini oluşturmuştur.

Hava kütleleri kavramının bilimsel araştırma tarihindeki ilk önemli adım, Norveçli meteorolog ve oğlu Jacob Bjerknes'in çalışmalarına dayanır. 1918'de

<sup>1</sup> Prof. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, halil.gunek@ahievran.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2005-2743

## KAYNAKLAR

- Krishnamurti, T., Stefanova, L., & Vasubbandhu, M. (2013). *Tropical meteorology-Introduction*. Dordrecht: Springer.
- Longshore, D. (2008). *Encyclopedia of hurricanes, typhoons, and cyclones*. New York:: Infobase Publishing.
- Ahrens, C. D. (2021). *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate and the Environment*. Brooks/Cole.
- Allaby, M. (2014). *Hurricanes (p. 209)*. New York: Infobase Publishing.
- Anthes, R. (2016). Tropical cyclones: Their evolution, structure and effects volume 19 of meteorological monographs. *American Meteorological Society*, s. 208.
- Barry, R. G., & Chorley, R. J. (2009). *Atmosphere Weather and Climate*. T&F INDIA.
- Bjerknes, V. (1919, 2). On the structure of moving cyclones. *Monthly Weather Review*, s. 663 - 669.
- Bjerknes, j., & Solberg, H. (1922, 3 1). Life cycle of cyclones and the polar front theory of atmospheric circulation. *Geofysiske Publikasjoner*, s. 3.
- Brooks, C. F. (1949). *Climate through the ages*. McGraw: Hill.
- Carlsion, T. (2012). *Mid-latitude weather systems*. Penn State University Press;.
- Erinç, S. (1996). *Klmatoloji ve Metoflari*. İstanbul: Alfa Basım Yayın Dağıtım.
- Holton, J. (2004). *An introduction to dynamic meteorology*. Elsevier Academic Press;.
- Jakob, C. (2011, 2 19). A global climatology of atmospheric fronts. *Geophysical Research Letters*, s. 1-5.
- LaBeau, T. (2009). Cyclones: Background, history and impact (Vol. 17, p. 269). Inc : Nova Science Publishers. .
- Lutgens, F. K., Tarbuck, E. J., & Herman, R. L. (2019). *The Atmosphere An Introduction to Meteorology*. New York: Pearson.
- Martin, J. E. (2006). *Mid-latitude atmospheric dynamics: A first course*. Wiley.
- Mishra, P. D. (2017, 10). Origin of Air Masses and their Classification. *ResearchGate Logo*, s. 1-17.
- Rogers, R. R., & Yau, M. K. (1989). *A Short Course in Cloud Physics*. Pergamon Press.
- Russell, D., & Thompson, R. (2002). *Atmospheric processes and systems*.
- Schroeder, M. J., & Charles C. , B. (1970). Chapter 8. Air Masses And Fronts. M. J. Schroeder İçinde, *A Guide For Application Of Meteorological Information To Forest Fire Control Operations* (S. 127-144). U.S. Department Of Agriculture Forest Service.
- Spiridonov, V., & Ćurić, M. (2021). *Fundamentals of*. Belgrade: Springer Nature Switzerland AG.
- STULL, R. (2020). Chapter 12 • Fronts & Airmasses. R. STULL içinde, *Practical Meteorology* (s. 389 - 425). Vancouver: The University of British Columbia.
- Terry, J. (2007). *Tropical cyclones - climatology and impacts in the South Pacific* (p. 210). Dordrecht: Springer.
- Wallaca, J., & Hobbs, P. (2006). *Atmospheric science: An introductory survey (2nd Ed)*, . Academic Press;.
- Wallace, J. M., & Hobbs, P. V. (2006). *Atmospheric Science: An Introductory Survey*. Academic Press.

## BÖLÜM 8

# İklim Sınıflandırması ve İklim Tipleri

Ali Ümran KÖMÜŞCÜ<sup>1</sup>  
Muhammet Ali PEKİN<sup>2</sup>

### | İKLİM SINIFLANDIRMASINDA TEMEL YAKLAŞIMLAR

Herhangi bir lokasyonda veya coğrafik alanda uzun bir zaman diliminde sıcaklık, yağış, atmosferik hava basıncı, rüzgâr ve nem gibi meteorolojik değişkenlerde gözlemlenen ortalama koşullar olarak tanımlanan iklim, hâkim olduğu coğrafyada ekosistem ve insan yaşamı üzerindeki önemli etkiler oluşturmaktadır. Bir yerin iklimini belirlemede en az 30 yıllık ve tercihen daha uzun süreli ve kesintisiz meteorolojik ölçümler gereklidir. Özellikle iklim değişikliği çalışmaları için daha uzun süreli verilere ihtiyaç vardır. Uzun yıllar değişmeyen ortalama koşulların yanı sıra ekstrem (uç) değerler de bir yerin iklim karakteristiğinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Kısacası iklim; atmosferik koşulların durumunu gösteren değişkenlerin belirli bir bölgede uzun süreli istatistiği ile karakterize edilmesidir. İklim beşeri ve ekonomik her türlü insan faaliyeti üzerinde en belirleyici doğal unsurların başında gelmektedir. İklim; başta su kaynakları, tarım, enerji ve turizm olmak üzere hemen hemen tüm sektörlerde planlama ve stratejilerin önemli bir bileşeni ve sürdürülebilir kalkınma planlarının vazgeçilmez bir parçasıdır. İklim faktörünün dikkate alınmadığı bir sektörel planlamada risk ve maliyetler ekstrem iklim olaylarına bağlı olarak artmakta ve kaynakların yönetilebilir olması zorlaşmaktadır. Yağış azlığına bağlı kuraklık su kaynakları ve tarım sektörleri için tehdit oluştururken, aşırı yağışlara bağlı sel ve taşkın olayları da altyapı, yerleşim yerleri ve tarım alanları için tehlike oluşturabilmektedir.

<sup>1</sup> Prof. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, ali.komuscu@hbv.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9930-2479

<sup>2</sup> Mühendis, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, mapekin@mgm.gov.tr, ORCID iD:0000-0002-6807-890X

şur. Rusya ve Kanada'nın kuzeyi, Alaska (ABD), Güney Grönland ve uzak Avrupa'nın kuzeyi subarktik iklime sahiptir. Subaantarktik iklim ise Güney Yarımküre'de ılıman ve Antarktika bölgeleri arasında bulunur. Subantarktik bölgenin büyük kısmı okyanustan oluşur. Bu bölgelerde yıllık yağmur ve kar yağı 500 mm'ye kadar çıkmaktadır.

**Kutup iklimi:** Bu iklim tipi Kuzey Yarımküre'de 70° enleminin kuzeyinde (Arktik iklim) ve Güney Yarımküre'de 65° enleminin güneyinde (Antarktika iklimi) bulunur. Kutupsal hava kütleleri tüm yıl boyunca baskındır. Kar ve buz, emdiklerinden daha fazla ısıyı yansıttığından dolayı (yüksek albedo) hava çok soğuktur ve kar tabakası yüzeyde tüm yıl boyunca kalıcıdır. Atmosfer basıncı tüm yıl boyunca yüksektir (antisiklon), bu nedenle rüzgârlar zayıftır ve neredeyse hiç bulut yoktur. Yaz aylarında ortalama sıcaklık 0 °C'nin altında, kış aylarında ise -20 ila -40 °C arasındadır.

## KAYNAKLAR

- Akman, Y. (1990). İklim ve biyoiklim. Ankara, Palme Yayın Dağıtım
- Alisov, B.P. (1954). Die Klimate der Erde (ohne das Gebiet der UdSSR). Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, p 277
- Ardel, A., Kunter, A., & Dönmez, Y. (1969). *Klimatoloji Tatbikatı*. Taş Matbaası, İstanbul
- Arnfield, A. J. (2016). Climate classification. *Encyclopedia Britannica*. Retrieved from <https://www.britannica.com/topic/classification>
- Atalay, İ. (1997). *Türkiye Coğrafyası*. Ege Üniversitesi yayınları, İzmir
- Atalay, İ. (2010). *Uygulamalı Klimatoloji*. META Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir
- Avcı M. (1992). Thornthwaite rasyonel iklim sınıflandırma sistemine göre Türkiye iklimi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1(1): 67-88
- Aydeniz A. (1985). Toprak amenajmanı. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayını*, No:928, Ankara
- Beck, C., Grieser, J., Kottek, M., Rubel, F., & Rudolf, B. (2005). Characterizing global climate change by means of Köppen climate classification. *Klimastatusbericht*, 51, 139-149
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, 5(180214). <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- Birsoy, Y., & Ölgün, K. (1992). Thornthwaite yöntemi ile su bilançosunun ve iklim tipinin belirlenmesinde bilgisayar kullanımı. *Ege Coğrafya Dergisi*, 6, 153-178
- Bölük, E., & Kömüşçü, A.Ü. (2018). *Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi*. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayınları, s.19, Ankara.
- Chen, D., & Chen, H. W. (2013). Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901-2010. *Environmental Development*, 6, 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2013.03.007>
- Çiçek, İ. (1995). Türkiye'de kurak dönemin yayılışı ve süresi (Thornthwaite metoduna göre). *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 4, 77-102
- Çiçek, İ. (1996). Thornthwaite metoduna göre Türkiye'de iklim tipleri. *Ankara Üniversitesi, Dil ve*

- Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 12, 33-71
- Çiçek, İ. (2000). Türkiye'de termik dönemlerin yayılışı ve süreleri. *Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 40(1-2), 189-212
- Çiçek, İ. (2001). Türkiye'de günlük yağış şiddetleri ve frekansları. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 8, 27-48
- Çiçek, İ., & Ataoğlu, M. (2009). Türkiye'nin su potansiyelinin belirlenmesinde yeni bir yaklaşım. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 51-64
- Çolak, E., & Memişoğlu, T. (2021). Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Karadeniz Bölgesi iklim sınır haritasının CBS ile üretilmesi. *Geomatik*, 6(1), 31-43
- Demir, Y., Doğan Demir, A., Meral, R., & Yüksel, A. (2015). Bingöl Ovası iklim tipinin Thornthwaite ve Erinç indisine göre belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(4), 332-337
- Demircan, M., Gürkan, H., Türkoğlu, N. Ve Çiçek, İ. (2018). Türkiye Sıcaklıklarının Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) İndisi ile İlişkisi. TÜCAUM 30.Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 3-6 Eylül 2018, ss.799-812
- Deniz, A., Toros, H., & Incecik, S. (2011). Spatial variations of climate indices in Turkey. *International Journal of Climatology*, 31(3), 394-403. <https://doi.org/10.1002/joc.2081>
- De Martonne, E. (1942). Nouvelle carte mondial de l'indice d'aridité. *Annales de Géographie*, 241-250
- Dönmez Y. (1984). Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları, İ.T.Ü. Yayın No: 2506, Coğrafya Enstitüsü, Yayın No: 102
- Dursun, İ., & Babalık, A. A. (2021). De Martonne-Gottman ve standart yağış indeksi yöntemleri kullanılarak kuraklığın belirlenmesi: Isparta ili örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 22(3), 192-201
- Dursun, İ., & Yazıcı, N. (2022). Köppen-Trewartha ve Thornthwaite yöntemlerine göre Isparta yöresi iklim tipinin belirlenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(2), 264-279
- Erinç, S. (1949). The climates of Turkey according to Thornthwaite's classifications. *Annals of the Association of American Geographers*, 39(1), 26-46
- Erinç, S. (1951). Türkiye'de kontinentalitenin tesirleri. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 1(2), 6-68
- Erinç, S. (1957). *Tatbiki klimatoloji ve Türkiye'nin iklim şartları*. İTÜ Hidroloji Enstitüsü Yayınları, İstanbul
- Erinç, S. (1965). *Yağış müessiriyeti üzerine bir deneme ve yeni bir indis*. İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Yayınları, İstanbul
- Erinç, S. (1984). *Klimatoloji ve metodları*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve metodları* (2. basım). İstanbul: Alfa Basım ve Yayımlar Dağıtım
- Erlat, E. (2014). *Dünya iklimleri*. İzmir Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları
- Erol, O. (1999) *Genel Klimatoloji*. Çantay Kitabevi, Genişletilmiş 5. Baskı, İstanbul, ISBN:975-7206-31-8
- Ertürk, A. K., & Bayar, F. A. (1984). *Türkiye'nin iklim tasnifi - Erinç kuraklık indis formülüne göre*. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara
- Feddema, J. J. (2005). A revised Thornthwaite-type global climate classification. *Physical Geography*, 26(6), 442-466. <https://doi.org/10.2747/0272-3646.26.6.442>
- Feddema, J. J. (2013). A revised Thornthwaite-type global climate classification. *Physical Geography*, 26(6), 442-466
- Iyigun, C., Türkeş, M., Batmaz, İ., Yozgatligil, C., Purutçuoğlu, V., Koç, E. K., & Öztürk, M. Z. (2013). Clustering current climate regions of Turkey by using a multivariate statistical method. *Theoretical and Applied Climatology*, 114(1-2), 95-106
- Kadioğlu, M. (2020). *Bildiğiniz Havaların Sonu: Küresel İklim Değişimi ve Türkiye*, s. 272, SİA Kitap, İstanbul.

- Kafalı Yılmaz, F., & Yılmaz, Ö. (2013). Rize and Ardahan cases in respect of Thornthwaite climate classification. In *3rd International Geography Symposium- GEOMED 2013, Symposium Proceedings* (pp. 978-605-62253-8-3)
- Kalvova, J., Halenka, T., Bezpalcova, K., & Nemesova, I. (2003). Köppen climate types in observed and simulated climates. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 47, 185-202
- Khlebnikova, E.I.(2009). Classification of the climate of the earth. In: Gruza GV (ed) *Environmental structure and function: climate system*, Vol: 1. EOLSS, pp 229–245
- Koçman, A. (1993). *Türkiye iklimi*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İzmir
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259-263
- Komuscu, A. U.(2002). An analysis of recent drought conditions in Turkey in relation to circulation Patterns, *Drought Network News*, 13, 5–6
- Kömüscü, A.Ü., Turgu, E., and Deliberty, T. (2022). Dynamics of precipitation regions of Turkey: A clustering approach by K-means methodology in respect of climate variability. *Journal of Water & Climate Change*. 13 (10): 3578–3606. <https://doi.org/10.2166/wcc.2022.186>
- Köppen, W. (1918). Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Classification of climates according to temperature, precipitation and seasonal cycle). *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 64, 193-203
- Köppen, W., & Geiger, R. (1954). *Klima der Erde* (Climate of the earth) [Wall Map]. Gotha: Klett-Perthes
- MGM, 2016. De Martonne Kuraklık İndeksine Göre Türkiye İklimi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara, [https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari/Demartonne.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Demartonne.pdf), Erişim: 15.03.2021
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). (2016). Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Retrieved from [https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari/Thornthwaite.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thornthwaite.pdf)
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). (2017). İklim sınıflandırmaları. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Klimatoloji Şube Müdürlüğü. Retrieved from [http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari.pdf](http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf)
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). (2018). Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Retrieved from [https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari/K%C3%B6ppen-Trewatha.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/K%C3%B6ppen-Trewatha.pdf)
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). (2021). İllere ait bazı meteorolojik istatistiksel analizleri (1926-2020). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı, Ankara
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (n.d.). İklim sınıflandırmaları. Retrieved from <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx>
- Muñoz Sabater, J. (2019). ERA5-Land monthly averaged data from 1950 to present. *Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS)*. DOI: 10.24381/cds.68d2bb30 (Erişim: 02-07-2024)
- Nişancı, A. (1975). Sıcaklık dağılışları ve hava durumlarına bağlılıkları içinde Türkiye'nin yağış şartlarının incelenmesi. Erzurum Atatürk Üniversitesi Yayınları
- Miller, D. H., & Oliver, J. E. (1971). Climatic classification. *Annals of the Association of American Geographers*, 61(4), 815–818. <http://www.jstor.org/stable/2562411>
- Oliver, J.E., Wilson, L. (1987). Climatic classification . In: Climatology. *Encyclopedia of Earth Science*. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/0-387-30749-4\\_38](https://doi.org/10.1007/0-387-30749-4_38)
- Oliver, J. E. (1991). The history, status and future of climatic classification. *Physical Geography*, 12,



235–251

- Oliver, J. E. (2005). Climate classification. In J. E. Oliver (Ed.), *Encyclopedia of World Climatology*. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer. [https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8\\_43](https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8_43)
- Öztürk, M. Z., Çetinkaya, G., & Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi*, 35, 17-27. <https://doi.org/10.26650/JGEOG330955>
- Papacharalampous, G., Tyrallis, H., Markonis, Y., & others. (2023). Features of the Earth's seasonal hydroclimate: characterizations and comparisons across the Köppen–Geiger climates and across continents. *Progress in Earth and Planetary Science*, 10, 46. <https://doi.org/10.1186/s40645-023-00574-y>
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1633–1644.
- Petersen, J.F., Trapasso, L.M., Sack, D. (2010). *Fundamentals of Physical Geography*. Cengage Learning EMEA, ISBN:9780538734639, p.496
- Pidwirny, M. (2006). Climate classification and climatic regions of the world. In *Fundamentals of Physical Geography* (2nd ed.). Retrieved from <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7v.html>
- Rohli, R. & Vega, A.J. (2011). *Climatology*. Jones & Bartlett Learning, ISBN: 0763791016, pp-432
- Sabater, J.M. (2019). ERA5-Land monthly averaged data from 1950 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). doi: 10.24381/cds.68d2bb30 (Accessed on 02-06-2024)
- Sariş, F., Hannah, D. M., & Eastwood, W. J. (2010). Spatial variability of precipitation regimes over Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 55(2), 234-249
- Schmittner, A. (2019). *Introduction to Climate Science*. Oregon State University, ISBN: 978-1-955101-00-4
- Sezer, L. İ. (1988). İklim ve vejetasyon sınıflandırması konusunda yeni bir indis denemesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 4(1), 161-201
- Shimabukuro, R., Tomita, T. & Fukui, Ki. (2023). Update of global maps of Alisov's climate classification. *Prog Earth Planet Sci* 10, 19. <https://doi.org/10.1186/s40645-023-00547-1>
- Sönmez, İ., & Kömüçü, A. Ü. (2008). K-ortalamaları kümeleme yöntemi ile Türkiye yağış bölgelerinin yeniden tanımlanması ve alt-periyodlardaki değişimleri. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 38-49
- Strahler, A. N. (1951). *Physical Geography*. New York: John Wiley & Sons
- Strahler, A. N. (1970). *Principles of Physical Geology*. New York: John Wiley & Sons
- Şensoy, S., & Ulupınar, Y. (2014). İklim sınıflandırmaları. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*, Ankara
- Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, Y., & Balta, İ. (2007). Türkiye iklimi. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*. Retrieved from [http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiye\\_iklimi.pdf](http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiye_iklimi.pdf)
- Tatlı, H. (2017). Classification of the Köppen and Holdridge life zones with respect to the climate scenarios - Rcp4.5 over Turkey. In *8th Atmospheric Sciences Symposium* (pp. 651–657)
- Tatlıdil, H. (1996). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz, Akademi Matbaası, Ankara
- Temuçin, E. (1990). Aylık değişme oranlarına göre Türkiye'de yağış rejim tipleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 5, 160-183
- Thorntwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1), 55-94
- Trewartha, G. T. (1968). *An introduction to climate*. New York: McGraw-Hill.
- Trujillo, A.P. & Thurman, H.V. (2019). *Essentials of Oceanography, 13th edition*. Published by Pearson, ISBN-13: 9780134891521, pp-624
- Türkeş, M., & Erlat, E.(2008). Influence of the Arctic Oscillation on variability of winter mean temperatures in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 92, pp: 75-85
- Türkeş M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*, Kriter Yayınları, Yayın No. 63, Fiziki Coğrafya Serisi



No. 1, İstanbul.

Ünal, Y., Kindap, T., & Karaca, M. (2003). Redefining the climate zones of Turkey using cluster analysis. *International Journal of Climatology*, 23(9), 1045-1055. <https://doi.org/10.1002/joc.910>.

Yılmaz, E. (2020). Türkiye’de Thornthwaite iklim indislerindeki eğilimler. *Coğrafya Dergisi*, 40, 163-185

Yılmaz, E., & Çiçek, İ. (2016). Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3973-3994. <https://doi.org/10.14687/jhs.v13i3.3994>

Yılmaz, E., & Çiçek, İ. (2018). Türkiye’nin detaylandırılmış Köppen-Geiger iklim bölgeleri. *Journal of Human Sciences*, 15(1), 225-242. <https://doi.org/10.14687/jhs.v15i1.5040>

Yüksel, E., & Ömer, K. (2024). Thornthwaite yöntemine göre iklim tiplerinin belirlenmesi: Bursa ili örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 25. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.1435376>

**Web kaynakları:**

<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/hava-olaylarinin-ardindaki-gizemli-ikili-el-ni-no-ve-la-nina>

<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml>

<https://www.climate.gov/enso>

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-variability-north-atlantic-oscillation>

<https://climate-box.com/toolkit/textbooks>

<https://cografyabilim.net/2017/10/04/turkiyenin-mutlak-konumu/http://cografyaharita.com/dunya-iklim-haritalari1.html>

<https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx>

## BÖLÜM 9

# İklim Değişikliği ve İklim Modelleme

Barış DURMUŞ<sup>1</sup>

### | İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ TEMEL KAVRAMLARI

#### Tanımlar

Küresel iklim; atmosfer, hidrosfer, litosfer, biyosfer ve kriyosfer bileşenleri ve bunların etkileşimleri sonucu şekillenen ve değişebilen kompleks bir yapıdır. Jeolojik devirler boyunca; volkanik aktiviteler, solar ve yörüngesel değişimler gibi birtakım doğal faktörler etkisinde sürekli değişme eğiliminde olan iklim sistemleri, son yüzyılda antropojenik faaliyetlerin de baskısı altında değişime uğramaktadır (IPCC, 2001, 2018; Ruddiman, 2008; Abatzoglou & Williams, 2016).

İklim sistemlerinde yaşanan etkileşim ve değişimleri anlayabilmek adına, birtakım kavramların tanımlanması ve ölçeklendirilmesi gerekmektedir. Tanımlamalar için Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporlarından faydalanılmıştır (IPCC, 2012; 2018).

**Hava durumu veya olayları;** belirli bir bölgedeki atmosfer koşullarında (sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr, bulutluluk veya basınç) dakika, saat, gün veya hafta ölçeklerinde meydana gelen kısa süreli olayları kapsamaktadır. **İklim** ise belirli bir bölgedeki hava koşullarının uzun vadeli (genellikle 30 yıl ve daha fazlası) ortalama değerlerini ifade eder. Her iki kavram da mekân ve zaman ölçekleri açısından farklılıklar gösterirler. Hava durumu oldukça değişken, iklim ise daha öngörülebilir ve istikrarlı bir yapıya sahiptir. Etkileri bakımından hava durumu, günlük ve kısa süreli yaşam ve aktiviteler üzerinde; iklim ise alt yapı veya afet hazırlıkları gibi uzun vadeli planlamalar üzerinde etkilidir.

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, barisdurmus@nevsehir.edu.tr, ORCID iD 0000-0001-6556-493X

## KAYNAKLAR

- Abatzoglou, J. T., & Williams, A. P. (2016). Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(42), 11770-11775. <https://doi.org/10.1073/pnas.1607171113>
- Akçakaya, A., Sümer, U., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioglu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy, S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S., & Çukurçayır, F. (2015). *Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği* (TR2015-CC). Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Ambrizzi, T., Reboita, M. S., da Rocha, R. P., & Llopert, M. (2019). The state of the art and fundamental aspects of regional climate modeling in South America. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1436(1), 98-120. <https://doi.org/10.1111/nyas.13932>
- Durmuş, B. (2023). *Antalya bölümünde meteorolojik ekstremler ile bitkisel fenoloji-verim arasındaki ilişkiler ve iklim değişikliği algısı* [Doktora Tezi]. Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Fakültesi.
- Durmuş, B., Bulut, İ., & Gönençgil, B. (2021). Antalya Bölümünde sıcaklık ve yağış indislerinin değişim analizleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 78, Article 78. <https://doi.org/10.17211/tcd.1009270>
- Easterling, D. R., Meehl, G. A., Parmesan, C., Changnon, S. A., Karl, T. R., & Mearns, L. O. (2000). Climate extremes: Observations, modeling, and impacts. *Science (New York, N.Y.)*, 289(5487), 2068-2074. <https://doi.org/10.1126/science.289.5487.2068>
- ECMWF. (2024). *Climate projections* | Copernicus. <https://climate.copernicus.eu/climate-projections>
- Fergus, G. (2014). *English: Global average temperature graph estimates for the last 540 My* [Graphic]. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:All\\_palaeotemps.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:All_palaeotemps.png)
- Hawkins, E. (2024). *Ed-hawkins/climate-visuals* [HTML]. <https://github.com/ed-hawkins/climate-visuals>
- Hayhoe, K., Edmonds, J., Kopp, R. E., LeGrande, A. N., Sanderson, B. M., Wehner, M. F., & Wuebbles, D. J. (2017). *Ch. 4: Climate Models, Scenarios, and Projections. Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I*. U.S. Global Change Research Program. <https://doi.org/10.7930/J0WH2N54>
- Hof, A., Bruin, K. D., Dellink, R., Elzen, M. D., & Vuuren, D. V. (2014). Costs, benefits and interlinkages between adaptation and mitigation. İçinde *Global Climate Governance beyond 2012: Architecture, Agency and Adaptation* (ss. 235-254). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139107150.019>
- Hourdin, F., Mauritsen, T., Gettelman, A., Golaz, J.-C., Balaji, V., Duan, Q., Folini, D., Ji, D., Klocke, D., Qian, Y., Rauser, F., Rio, C., Tomassini, L., Watanabe, M., & Williamson, D. (2017). *The Art and Science of Climate Model Tuning*. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-15-00135.1>
- IPCC. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis: Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (R. T. Watson & Core Writing Team, Ed.). Cambridge University Press.
- IPCC. (2007). *IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Core Writing Team, R. K. Pachauri, & A. Reisinger, Ed.). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511546013>
- IPCC. (2012). Glossary of Terms. İçinde C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, & Q. Dahe (Ed.), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ss. 555-564). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.014>

- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (T. F. Stocker, D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, & P. M. Midgley, Ed.). Cambridge University Press.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Core Writing Team, R. K. Pachauri, & L. Meyer, Ed.).
- IPCC. (2018). *Global warming of 1.5°C*. (V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, & M. Tabatabaei, Ed.). <https://doi.org/10.1017/9781009157940>
- IPCC. (2019). *Climate Change and Land: An Ipcc Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems* (P. R. Shukla, J. Skeg, E. C. Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, S. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, M. Pathak, J. Petzold, J. P. Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, ... J. Malley, Ed.).
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, Ö. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou, Ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (1. bs). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Knutti, R., & Sedláček, J. (2013). Robustness and uncertainties in the new CMIP5 climate model projections. *Nature Climate Change*, 3(4), 369-373. <https://doi.org/10.1038/nclimate1716>
- Lutgens, F. K., Tarbuck, E. J., & Tasa, D. G. (2009). *The Atmosphere: An Introduction to Meteorology* (11th edition). Pearson.
- Neelin, J. D. (2010). *Climate Change and Climate Modeling*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511780363>
- NOAA. (2024). *Global Monitoring Laboratory—Carbon Cycle Greenhouse Gases*. <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/global.html>
- PACCSAP. (2024). *Understanding Climate Variability and Change*. <https://www.pacificclimatefutures.net/en/help/climate-projections/understanding-climate-variability-and-change/>
- Ruddiman, W. F. (2008). *Earth's Climate: Past and Future*. W. H. Freeman.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). *İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2024-2030*.
- Trenberth, K. E. (Ed.). (2010). *Climate System Modeling* (1st edition). Cambridge University Press.
- Trenberth, K. E. (2018). Climate change caused by human activities is happening and it already has major consequences. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 36(4), 463-481. <https://doi.org/10.1080/02646811.2018.1450895>
- Willows, R., Reynard, N., Meadowcroft, I., & Connell, R. K. (2003). *Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making. UKCIP Technical Report*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Climate-adaptation%3A-Risk%2C-uncertainty-and-UKCIP-Willows-Reynard/119048da82fa901cfc6c73b95b8d3b3b3f96da26>

## BÖLÜM 10

# Klimatolojik Analiz İçin Temel İstatistik Yöntemler

Ali Ümran KÖMÜŞCÜ<sup>1</sup>

### | KLİMATOLOJİK VERİ

Klimatoloji veya diğer adı ile iklim bilimi yerel, bölgesel ve küresel ölçekte gözlemlenen sıcaklık, yağış vb. gibi atmosfer elemanlarının ortalama koşullarını ve alansal ve zamansal değişimlerini inceleyerek bu değişimleri insan ve diğer canlı yaşamı açısından açıklayan fiziki coğrafyanın bir alt dalıdır. Klimatoloji bilimi meteorolojik ölçümlerden, yer ve atmosfer gözlemlerinden ve bunların uzun yıllara ait zaman serilerinden yararlanarak geçmiş ve mevcut iklim koşulları hakkında değerlendirmeler ortaya koyar.

Meteorolojik elemanların uzun süreli ölçümlerinden oluşan iklim verileri gerek zaman gerekse alansal olarak oldukça fazla değişkenlik gösterir. Verilerdeki değişimler, iklimdeki değişimin hangi yöne doğru ilerlediğini, artış, azalış veya durağanlık durumlarını ve hangi bölgelerin bu değişiminden en fazla etkilendiğini ortaya koyar. Bu değişimlerin analizi, aynı zamanda iklim değişikliği çalışmalarının temelini oluşturur. Söz konusu veriler iklim sınıflandırması çalışmalarında da önemli yer tutar. Ayrıca bölgesel yâda küresel olarak gelecek iklimi tahmin etmek için kullanılan iklim modelleri verifikasyon amaçlı olarak bu gözlem verilerinden yararlanır. Bu nedenle veri analizi, iklim sisteminin nasıl işlediğini anlamak ve değişimlerin hangi yönde ilerlediğini ortaya koymak için önemli ve temel bir bileşeni oluşturmaktadır.

<sup>1</sup> Prof. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, ali.komuscu@hbv.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9930-2479

## KAYNAKLAR

- Akdeniz, F. (2012). Olasılık ve İstatistik, 17. Baskı, Nobel Kitabevi, Adana.
- Akyürek M. (2003). Türkiye Ortalama Yıllık Akımların Trend Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Albayrak, A.S. (2006). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- Alexandersson H. (1986). A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of Climatology*, (6) pp: 661-675. <https://doi.org/10.1002/joc.3370060607>
- Alpar, R. (2003). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş 1, 2. Baskı. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Aslanargun, A., Yazıcı, B.,Kantar, Y.M., Şenoğlu, B. Ve Usta, İ. (2012). İstatistik-1. Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi Yayını no.1576, Eskişehir.
- Aydın, O. Çiçek, İ. (2013). Ege Bölgesi'nde yağışın mekansal dağılımı, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 11(2), 101-120.
- Başar, A. ve Oktay, E. (2004). Uygulamalı İstatistik II. Aktif Yayınevi. 3.Baskı. 308 sayfa.
- Briggs, W.M. (2007). *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Journal of the American Statistical Association, 102, 380 - 380.
- Büyüköztürk, Ş. (2013). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum. (18. Baskı). Pegem Akademi, 224 sayfa, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö., Köklü, N. (2016). Sosyal Bilimler İçin İstatistik. Pegem akademi yayıncılık, Ankara. ISBN: 9789756802335, 280 sayfa.
- Chrysoulakis N., Proedrou M., Cartalis C. (2002). "Variation and Trends in Annual and Seasonal Means of Precipitable Water in Greece as Decoded from Radiosonde Measurements", *Toxicological and Environmental Chemistry*, Cilt 84, No. 1 (4), pages:1-6.
- Dadson, S.J. (2017). *Statistical Analysis of Geographical Data: An Introduction* Wiley-Blackwell, ISBN: 978-0-470-97703-3, 264 Pages.
- Demir, E. (2017) İstatistik Ders Notları. Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Ankara.
- Eriç, S. (1984). *Klimatoloji ve Metodları*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayını, İstanbul.
- Ersöz, F. Ve Ersöz, T. (2019). SPSS ile İstatistiksel Veri Analizi İstatistik – Uygulama – Parametrik ve Parametrik Olmayan Testler. Seçkin Yayınevi. 4. Baskı, 335 Sayfa.
- Eymen, U.E.(2007). SPSS 15.0 Veri Analiz Yöntemleri. İstatistik Merkezi Yayın No.1.
- Gümüş, V., Yeşiltaş, Y., & Şimşek, O. (2021). Yapay Zekâ Yöntemleri ile Adıyaman ve Diyarbakır İstasyonlarının Aylık Tava Buharlaşmalarının Tahmin Edilmesi. *Türk Doğa Ve Fen Dergisi*, 10(2), 112-122. <https://doi.org/10.46810/tdfd.893630>.
- Güngördü, E. (2002). Coğrafyada İstatistik Metodları. Nobel Akademik Yayıncılık. 134 sayfa.
- Hamed, K.H. and Rao, A.R. (1998). A Modified Mann-Kendall Trend Test for Autocorrelated Data. *Journal of Hydrology*, 204, 182-196. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(97\)00125-X](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(97)00125-X)
- Hamed, K.H. (2008). Trend detection in hydrologic data: The Mann-Kendall trend test under the scaling hypothesis, *Journal of Hydrology*, 349(3-4), 350-363.
- Helsel, D.R. and Hirsch, R.M. (1992). *Statistical Methods in Water Resources*. Elsevier, *Studies in Environmental Science* 49, 552 pages, Amsterdam.
- Junhagen S. (2000). From Complexity to Simplicity: on the Application of Three Techniques for Multivariate Data Analysis, MPP Working Paper No. 5.
- Köksal, A. (2003). İstatistik Analiz Metodları, 6. Baskı. Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- Kömüscü, A.Ü. and Aksoy, M. (2022). Trends and Periodicities of Monthly and Seasonal Precipitation of Turkey for the 1975-2021 period. *Atmospheric Sciences Symposium*, 18-21 October 2022, İstanbul (yayınlanmamış bildiri).
- Kömüscü, A.Ü. (2023). *Klimatoloji için İstatistiksel Analiz*. Net Kitaplık Yayıncılık, Ankara, ISBN: 9786258436617, 136 sayfa.

- Luo, W. T. (2008). A comparison of spatial interpolation methods to estimate continuous wind speed surfaces using irregularly distributed data from England and Wales. *International Journal of Climatology*, 28, 947-959.
- Öner, İ.V., Yeşilyurt, M.K., Yılmaz, E.Ç. (2017) Wavelet analiz tekniği ve uygulama alanları. *Ordu Üniv. Bil. Tek. Dergisi*, 7, (1), 42-56.
- Özdamar, K. (2013). Paket programlar ile istatistiksel veri analizi (cilt 1). Ankara, Nisan Kitapevi.
- Öztemel, E. (2012). *Yapay Sinir Ağları*. Papatya Yayıncılık Eğitim. İstanbul. ISBN: 978-975-6797-39-6, 232 sayfa.
- Pettitt A.N. (1979) .A non-parametric approach to the change-point detection, *Applied Statistics*, 28, 126-135.
- Robeson, S.M. (2005). *Statistical Climatology*. In: Oliver, J.E. (eds) *Encyclopedia of World Climatology*. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht . [https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8\\_198](https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8_198).
- Rogerson, P.A. (2021). *Spatial Statistical Methods for Geography*, Arizona State University. SAGE Publications Ltd., 256 pages.
- Sen, P.K. (1968). Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association* 63:1379-1389. <https://doi.org/10.2307/2285891>.
- Song, H., B. Lim, and S. Joo. (2019). Evaluation of Rainfall Forecasts with Heavy Rain Types in the High-Resolution Unified Model over South Korea. *Wea. Forecasting*, 34, 1277-1293
- Stanski, H.R., L.J. Wilson, and W.R. Burrows. (1989). Survey of common verification methods in meteorology. *World Weather Watch Tech. Rept. No.8, WMO/TD No.358*, WMO, Geneva, 114 pp. [Click here to access a PDF version.](#)
- Storch, H., & Zwiers, F. (1999). *Statistical Analysis in Climate Research*, Cambridge University Press. ISBN:0521450713.
- Sungur, K.A. (1979) *Coğrafyada İstatistik Metodları I*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, 95 sayfa.
- Tekin, V.N. (2019) *İstatistiğe Giriş Kavramlar – Konu Anlatımları – Çözümlü Problemler 4*. Baskı, Seçkin Yayınevi, 368 sayfa.
- Terzi, Y. (2018). *Temel İstatistik-I Ders Notları*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Samsun.
- Ulupınar, Y., Kerkanvıran, S., Akbaş, A.İ., Uğurlu, A., ve Turgu, E. (2015). Türkiye Alansal Yağış Değerlendirmesi. VIII Ulusal Hidroloji Kongresi, 8-10 Ekim 2015, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa
- Ünver, Ö., Gamgam, H., Altunkaynak, B. (2019). *SPSS Uygulamalı Temel İstatistik Yöntemler: Olasılık – Hipotez Testleri – Regresyon Analizi*. Seçkin Yayıncılık. ISBN: 9789750235597, 488 sayfa.
- Wijngaard J.B., Klein Tank A.M.G., Können G.P. (2003). Homogeneity of 20<sup>th</sup> century European daily temperature and Precipitation series, *International Journal of Climatology*, 23(6), 679-692.
- Yanalak, M. (2002). *Yön Ve Ters Uzaklık Ağırlıklı Ortalama İle Enterpolasyon*, Harita Dergisi, 127, Ocak, Ankara.
- Yenipinar, E., Kayhan, M., Çubukçu, E., Demir, V., Sevimli, M. (2021). Türkiye'nin Uzun Dönem Yağış Miktarının IDW ve Kriging Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi. *Turkish Journal of Remote Sensing* 3(2) 47-52. <https://doi.org/10.51489/tuzal.949782>
- Yiou, P., Baert, E. and Loutre, M.F. (1996). Spectral analysis of climate data. *Survey of Geophysics* 17, 619-663. <https://doi.org/10.1007/BF01931784>.
- Yurtal, R.(2022). *Mühendislikte İstatistik Metotlar Ders Notları*. Çukurova Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana.
- Web Kaynakları:  
<https://gisgeography.com/inverse-distance-weighting-idw-interpolation/>  
<https://jeolojibilgileri.wordpress.com/2020/10/28/kriging-ne-anlama-geliyor-kriging-ne-i-cin-kullanilir/c>