

KLİMATOLOJİ VE METEOROLOJİ

KLİMATOLOJİ VE METEOROLOJİ

Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ

Boğaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi Yönetim Kurulu Üyesi
(*Lisans ve Yüksek Lisans: Fiziki Coğrafya ve Jeoloji; Doktora: Klimatoloji ve Meteoroloji*)

Fiziki Coğrafya Serisi No: 1

ISBN: 978-605-5863-39-5

Yayınevi Sertifika No: 45353

Güncellenmiş ve Genişletilmiş İkinci Basım, liv + 818 sayfa. 16 cm x 23,5 cm

Kitap künyesi, yayın ve yayıncı bilgileri, Kısa İçindekiler, İçindekiler, Şekiller Listesi, Çizelgeler Listesi, Seçilmiş Okuma Konusu Şekil ve Çizelgeler Listesi, Ekler Şekil ve Çizelgeler Listesi, Kaynaklar ve Dizin var.

Anahtar Sözcükler: İklim Fiziği; Fiziksel, Dinamik ve Sinoptik Klimatoloji ve Meteoroloji; Hidroklimatoloji; Türkiye ve Dünya İklimleri; İklim Değişikliği ve Değişkenliği; Atmosferik Çevre

Güncellenmiş ve Genişletilmiş İkinci Basım: Kriter Yayınevi, Ekim 2022

Yayın Yönetmeni : Numan Ergül

Kapak Tasarımı : Murat Türkeş ve Numan Ergül

Kapak Fotoğrafı : Umut Kacar, Ocak 2010, Sarıkamış
Aras Vadisi'nde kış ve insan

Mizanpaj : Murat Türkeş ve Kriter Yayınevi

Baskı : Çözüm Baskı Merkezi Ticaret Limited Şirketi
Emniyetevleri Mahallesi Güvercin Sokak No:7/1 Kağıthane / İstanbul
Matbaa Sertifika No: 49099

© Kriter Yayınevi

Kriter Basım Yayın Dağıtım Film Müzik Reklamcılık Yapım Sanayi ve Tic. ve Ltd. Şti. Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Kriter Yayınevi

Hobyar Mah. Cağaloğlu Yokuşu Sok. Fevzi Bey Han No: 21 Kat: 2 No: 5

Fatih / İstanbul

Tel: 0 212 527 31 89

info@kriter yayinevi.com

www.kriter yayinevi.com

KLİMATOLOJİ VE METEOROLOJİ

Murat Türkeş

Emekli Öğretim Üyesi

*Boğaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve
Araştırma Merkezi Yönetim Kurulu Üyesi*

Güncellenmiş ve Genişletilmiş İkinci Basım

İstanbul / Ekim 2022



Sevgili
Anneme ve Babama

BİRİNCİ BASKIYA ÖNSÖZ

Günümüzden 40-50 yıl kadar öncesinde, atmosfer, hava, iklim ve atmosferik çevreye ilişkin konuları içeren klimatoloji ve/ya da meteoroloji dersleri, ayrıntılı olarak coğrafya ve meteoroloji gibi bu konularla doğrudan ilgilenen bölümlerde okutulurdu. Öteki bilim dallarında ve alanlarında ise, klimatoloji ve meteoroloji konuları ayrı ya da birlikte farklı ağırlıklarda ve içeriklerde olmak üzere, çoğunlukla kendi amaç ve gereksinimlerine uygun olarak tamamlayıcı ders ya da kurslar olarak verilirdi.

1990'lı yıllarla birlikte geleneksel klimatoloji ve meteoroloji yaklaşımından farklı olarak, klimatolojide genel olarak iklim bilgisi ve sınıflandırması, küresel ve bölgesel atmosfer dolaşımı, hava kütleleri, basınç sistemleri ve şiddetli hava, meteorolojide ise atmosfer fiziği, sinoptik ve dinamik meteoroloji, hava tahminleri gibi temel alanların dışındaki uygulamalı ve güncel konular da önem kazanmaya başladı. Lisans ve yüksek lisans programlarına ilişkin ders planlarında, bu gelişmelere koşut önemli değişiklikler yapıldı. Örneğin, artık yalnız kurak alanların ve kuraklık olaylarının ya da şiddetli taşkınlar ve seller gibi uç olayların ve şiddetli hava koşullarının belirlenmesi ve çözümlenmesi yeterli olmamaya başladı. Bu olayların ve süreçlerin olası tüm nedenleri ve atmosferik yakın ve/ya da uzak bağlantıları da sorgulanır oldu.

Bunların dışında, doğrudan ya da dolaylı yoldan insan etkisine ve etkinliklerine bağlanan çeşitli klimatolojik ve meteorolojik 'sorunlar', değişimler ya da değişiklikler, giderek bilim insanlarının yanı sıra halkın ve hükümetlerin de gündemine daha üst sıralarda gelmeye başladı. Örneğin, sınırlarötesi hava kirliliği, ozon tabakasının incelmeleri, küresel iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme gibi az ya da çok klimatoloji ve meteoroloji ile ilişkilendirilen birçok küresel değişiklik konusu dikkat çekmeye başladı. Bu konular aynı zamanda sınır tanımayan küresel konular (sorunlar) oldukları için, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) gibi Birleşmiş Milletlerin çeşitli uzmanlık kuruluşlarının en baştaki gündem maddelerini oluşturuyordu. Örneğin küresel iklim değişikliği ve ozon tabakasının incelmeleri, çeşitli insan etkinlikleri sonucunda atmosfere salınan ısınım salınım olarak etkin sera gazlarının ve ozon bozucu kimyasalların, atmosferin bileşimini değiştirerek, sırasıyla atmosferin doğal sera etkisini kuvvetlendirmesinin ve atmosferin stratosfer katmanındaki doğal ozon dengesinin (oluşma ve bozulma) değişmesinin bir sonucuydu.

Tüm bu gelişmeler ve yeni küresel değişiklik konuları, klimatoloji ve meteorolojiye farklı bir açıdan bakmayı, insan kaynaklı etmen ve süreçlerin fiziksel (fiziksel ortama ya da coğrafyaya ilişkin), ekolojik ve sosyoekonomik sistemler üzerindeki etkilerini anlamayı, izlemeyi, öngörmeyi ve ortaya çıkan doğrudan ve dolaylı düzensizlikler ve/ya da değişiklikler için karşı önlemler almayı gerektirir. Bunun için öncelikli olarak, atmosferi ve fiziksel iklim sistemini tüm bileşenleri ile birlikte anlamak ve fizik dünyayı üç boyutlu kavramak (bütüncül yaklaşım) gerekir. Bu da atmosfer, hava ve iklimin fiziksel iklim sistemi ya da daha geniş bir çerçevede Yerküre sistemi kapsamında ileri düzey bir bileşiminin yapılmasıyla olanaklıdır. Bu nedenle, şiddetli havaya, hava ve iklimdeki düzensizliklere ve değişimlere ve gelecekteki iklime ilişkin tahmin (öngörü) ve kestirimlerin daha iyi olabilmesi, Yerküre sistemini oluşturan tüm bileşenlerin anlaşılması, önemli alt sistemlerin ve süreçlerin sayısal hava öngörü ve iklim modellerine yansıtılması yaşamsal konular olarak öne çıkmaktadır.

Genel olarak Türkiye'deki ve dünyadaki klimatoloji ve/ya da meteoroloji öğretimi incelendiğinde, çeşitli bilim dallarından ve uzmanlık alanlarından öğrencilerin, birlikte ve/ya da ayrı olarak temel klimatoloji ve meteoroloji derslerini çeşitli bölümlerde zorunlu ya da seçmeli ders kapsamında aldıkları görülür. Bazı alanlarda temel klimatoloji ve/ya da meteoroloji dersleri, klimatoloji ve meteorolojinin öteki konularını ya da dallarını içeren çeşitli kuramsal dersler ve uygulamalar (örn. laboratuvar dersleri, arazi-ölçüm çalışmaları) ile tamamlanır. Bazı bölüm ve alanlarda ise, temel klimatoloji ve/ya da meteoroloji dersleri o bölüm ve alanda gerekli olduğu için ya da öğrencilerin kendi entelektüel istekleri ile seçmeli olarak okunur.

Amaç

Klimatoloji ve Meteoroloji adını verdiğimiz bu kitap, coğrafya, meteoroloji, klimatoloji ve hidroloji vb. lisans öğrencilerinin ve klimatoloji ve meteorolojinin daha ileri çeşitli kuramsal ve uygulamalı derslerini alan lisansüstü öğrencilerin gereksinim duyacağı temel atmosfer, hava, iklim ve atmosferik çevre konularını içerir. Kitap ayrıca, klimatoloji ve/ya da meteorolojinin bazı konularını zorunlu ya da seçmeli ders olarak alan ya da bu konulara gereksinim duyan bilim ve mühendislik alanlarının ilgileneceği ve doğrudan yararlanacağı bir kitap olmayı da hedefler. Kitapta temel fizik ve matematik bilgisi gerektiren bazı ileri klimatoloji ve meteoroloji konuları, bunlara ilişkin eşitlikler ve çözümlü örnek problemler bulunmasına karşın, kitap ağırlıklı olarak klimatoloji ve meteorolojinin temellerini bütüncül bir yaklaşımla eksiksiz vermeyi amaçlar.

Bu yüzden, kitabın birinci baskısı, yukarıdaki satırlarda özetlenen yeni sorun ve konular ile atmosfer, hava, iklim ve atmosferik çevre konularıyla ilgilenen bilim dalları ve alanları ile ilgili mesleklerin gereksinimlerini karşılayacak temel bir ders ve kaynak kitabı olarak tasarlandı ve buna uygun bir içerikle hazırlandı. Bu kapsamıyla genel klimatoloji ve uygulamalı klimatolojinin çeşitli uzmanlık alanlarıyla ilgilenenleri, özellikle iklim, iklim değişikliği ve değişkenliği, atmosferik çevre, hidroklimatoloji, kuraklık ve çölleşme, sinoptik klimatoloji gibi konularda desteklemeyi ve onların gereksinimlerini karşılamayı amaç edindi. Meteoroloji ve uygulamalı meteorolojinin çeşitli konuları içinse, kitabın özellikle Güneş ve Yer radyasyonu, hava hareketlerini oluşturan ve denetleyen kuvvetler, hava haritalarının çözümlenmesi ve yorumlanması, şiddetli hava, bulut ve yağış oluşumu, yapay yağış, hidroloji ve su kaynakları vb. konularda iyi bir yol gösterici, sonrası için de iyi bir başvuru kaynağı olması amaçlandı. Benzer bir biçimde, kitapta, iklimsel rahatlık ve insan sağlığı, hava kirliliği, bulut, yağış ve sis oluşumu ve çeşitleri ve şiddetli hava gibi çok sayıda konuyla ilgili olarak Türkiye ve bölgesi açısından gereksinim duyulduğunu düşündüğümüz özel bilgi ve değerlendirmeler ile bireşimin ağırlıklı olarak yer almasına önem verildi. Kitabın burada üzerinde durulması gereken bir başka özelliği de hemen her bölümdeki ana ve alt konulara ilişkin örnek grafik, diyagram (çizenek), harita, fotoğraf gibi eğitsel ve görsel materyallerin, Türkiye'den ve/ya da Türkiye'de hava ve iklimi denetleyen sinoptik ölçekli basınç ve rüzgâr sistemlerinin etkili olduğu coğrafi alandan seçilmiş oluşudur. Fotoğraflarla birlikte kitaptaki toplam sayısı 362 olan şekillerin çoğu kendi özgün çalışma ve tasarımlarımıza dayanarak çizilirken, şekillerin bir bölümü temel kaynaklardaki bilinen örneklerden esinlenerek yeniden düzenlendi ve çizildi.

Klimatoloji ve Meteoroloji kitabı, atmosfer, hava, iklim ve atmosferik çevreye ilişkin bugünkü bilgilerimiz kapsamında, çağdaş meteoroloji ve klimatolojinin temellerini coğrafya, klimatoloji, meteoroloji, hidroloji, biyoloji, ekoloji, halk sağlığı, fizik, okeanografi, deniz bilimleri ve

mimarlık ile meteoroloji, ziraat, orman, inşaat, jeoloji, hidrojeoloji ve çevre mühendisliği gibi bölümlerde okuyan lisans ve lisansüstü öğrencilerine ve bu alanlarda çalışan meslek sahiplerine, uzmanlara ve bilimcilere aktarmayı, bu bilgilerin üç boyutlu tartışılmasını, özümsemesini, öğrenilmesini ve uygulanmasını sağlamayı hedefler.

Belirlenen bu hedefe ulaşabilmek için kitabın amacı da, atmosfer, hava ve iklimin temelleri; atmosferin fiziksel ve kimyasal özellikleri; fiziksel iklim sistemi; Yerküre'nin enerji bütçesi ve sıcaklık; hava basıncı, atmosfer dolaşımı ve rüzgârlar; hidrolojik döngü, atmosferde nem, doyma, yoğunlaşma, bulut oluşumu, kararlılık; yağış oluşumu, türleri ve klimatolojisi; hava ve iklimin şekillenmesindeki temel etmenlerden hava kütleleri ve cepheler, hava sistemleri, desenleri ve olayları; şiddetli hava olayları (gökürültülü-şimşekli fırtına (oraj), hortum ve tropikal siklonlar) ve bunların doğal ve sosyal ortama olan etkilerinin incelenmesi; atmosferdeki kısa süreli süreçler, meteorolojik olaylar ve bunlardaki değişimler ile yeryüzündeki iklimler, onların kökenleri, dağılışları ve doğal çevreyi şekillendiren bir öge olarak rolü konularında temel bilimsel bilgiyi sunmak, tartışmak ve öğrencinin uygulama, çözümlene ve bireşim yapma yeteneğini geliştirmek olarak belirlendi.

İçerik

Kitap, klimatoloji ve meteorolojinin temel konularının yanı sıra, son yıllarda yayımlanan ya da gözden geçirilmiş yeni baskıları yapılan kitaplarda sıklıkla yer alan uygulamalı ve seçilmiş konuları da içeren, aşağıda ana çizgileri ile verilen altı ana konuyu bütüncül ve çağdaş bir yaklaşımla sunacak biçimde tasarlandı:

1. Konu (Atmosfer, Hava ve İklimin Temelleri), Yerküre sistemi ve atmosferi, yüzey ve yüksek atmosfer gözlemlerini, hava ve iklimi denetleyen etmenleri ayrıntılı olarak ele alarak, atmosfer, hava, iklim, iklim değişikliği ve fiziksel iklim sistemi konularını güncel bilimsel ve teknolojik gelişmelerin ışığı altında tartışır.

2. Konu (Radyasyon ve Hava Sıcaklığı), temel olarak radyasyon ve hava sıcaklığı konularını kapsar. Bu ana konu, Güneş ve Yer radyasyonu, Yerküre'nin enerji dengesi ve ısınması, hava sıcaklığı ve ölçülmesine ilişkin ayrıntılı bir tartışmayı ve değerlendirmeyi içerir.

3. Konu (Hava Basıncı, Atmosfer Dolaşımı ve Rüzgârlar), kitabın en kapsamlı, başka bir deyişle hem içerik hem de bölüm sayısı açısından en hacimli iki konu gurubundan birincisi özelliğini taşır. Bu yüzden bu bölüm, çok sayıda etkin eğitsel ve görsel materyal (çizelge, çizenek, harita ve fotoğraf, vb.) yardımıyla, hava basıncı, hava haritaları, rüzgârlar, dikey hava hareketleri ve onları oluşturan kuvvetler, küresel ve mezo ölçekli atmosfer dolaşımı, jet akımları ve yerel rüzgârlar konularının ayrıntılı bir tartışmasını ve sunumunu içerir. 2. Konuya benzer biçimde, hangi kapsamda el alınırsa alınsın 3 Konu temel bir klimatoloji ve/ya da meteoroloji dersinin ya da kursunun olmazsa olmaz nitelikteki başlıca bölümlerini içerir.

3. Konu 8. Bölümde, sonraki konuları, özellikle yatay ve dikey hava hareketleri, atmosfer dolaşımı, bulut-yağış oluşumu ve yağışın coğrafi dağılışı, hava sistemleri ve şiddetli hava olayları gibi klimatoloji ve meteorolojinin önemli konularını kolay öğrenebilme ve üç boyutlu kavramayı sağlamak, yüzey ve yüksek hava haritalarını yorumlayabilmek ve temel hava öngörülerini yapabilmek için bağımsız bir "Hava Haritaları ve Çözümlemesi" bölümü tasarlandı. Bu bölümde, basınç sistemlerinin tanınması ve nitelendirilmesinin yanı sıra yüzey ve yüksek atmosfer hava

haritalarının hazırlanmasında ve çizilmesinde kullanılan sinoptik meteoroloji kodları da yalınlaştırılarak açıklandı.

4. Konuda (Hidrolojik Döngü, Atmosferde Nem, Kararlılık, Bulut, Sis ve Yağış), örneği az sayıda kitapta bulunabilecek olan bir yaklaşımla ilgili tüm alt konular birer bağımsız bölüm olarak hazırlandı. Böyle bir bölüm tasarımı, hidroloji ve su kaynakları konularına ek olarak, kitapta, doyma, yoğunlaşma, bulut, yağış ve sis oluşumları, hidroklimatoloji ve hidrometeoroloji konu ve sorunlarına verilen önemin bir göstergesi olarak kabul edilmelidir. 4. Konu bu kapsamda, “Hidrolojik Döngü ve Atmosferde Nem”, “Adyabatik Sıcaklık Değişiklikleri ve Kararlılık”, “Bulut Oluşum Süreçleri ve Bulut Çeşitleri”, “Sis Oluşumu ve Çeşitleri”, “Yağış Oluşumu, Çeşitleri ve Yapay Yağış”, “Yağış Klimatolojisi” bölümlerine ayrılarak tartışıldı.

5. Konuda (Hava Kütleleri, Cepheler, Siklonlar ve Şiddetli Hava Olayları) ise, geleneksel klimatoloji ve/ya da meteoroloji ve atmosfer bilimleri temel ders kitaplarındaki alışlagelmiş uygulamalarla uyumlu bir bölüm dağılışı ve içeriği tasarlandı. Bu kapsamda, gökgürültülü fırtınalar ve orta enlem cephesel alçak basınç sistemleri gibi Türkiye ve bölgesinde etkin ve etkili olan hava sistemleri ve şiddetli hava olaylarına daha çok ağırlık verildi. 5. Konuda, hava kütleleri, cepheler, orta enlem siklon ve antisiklonları ve onların ürettiği hava olayları, gökgürültülü fırtınalar, hortumlar ve tropikal siklonlar kapsamlı olarak tartışıldı. Hava kütleleri, cepheler ve hava olayları, orta enlem siklon ve antisiklonları bölümleri, daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla, Türkiye ve bölgesine ilişkin çok sayıda iki ve üç boyutlu özgün çizim, harita ve fotoğraf ile etkili bir biçimde desteklendi.

6. Konu, çağdaş klimatoloji ve/ya da meteoroloji kitaplarının çoğunda artık yaygın bir sunuş tarzı olan bazı önemli uygulamalı ve seçilmiş konuları ele aldığımız dört bölümden oluşturuldu. Uygulamalı ve Seçilmiş Konular, Atmosfer Optiği, Hava Kirliliği ve Asit Yağışları, İklimsel Rahatlık ve İnsan Sağlığı ile İklimlerin Sınıflandırılması bölümlerinden oluşur. Bunlardan, “Atmosfer Optiği” bölümü kuramsal, “Hava Kirliliği ve Asit Yağışları” ve “İklimsel Rahatlık ve İnsan Sağlığı” bölümleri ise uygulama özellikli seçilmiş konulardır. Bu bölümler, ileri uzmanlık ve/ya da bağımsız olarak okutulabilecek lisansüstü dersleri olarak düşünüldü. İklimlerin Sınıflandırılması başlıklı 29. bölüm, kitabın ders kitabı olarak okutulabileceği akademik birimlerde temel klimatoloji ve/ya da meteoroloji programını tamamlayıcı ya da ayrı bir ders olarak düzenlenebilir.

Bugünkü kapsamıyla Klimatoloji ve Meteoroloji kitabının bu birinci basımı, hem hava sistemlerinin oluşumlarını, özelliklerini ve bağlantılı hava olaylarını, hem de yüzey ve yüksek atmosfer hava haritalarının çözümlenerek öznel değerlendirme ve öngörülerin yapılması için gerekli olan bilimsel bilgi, yöntem ve araçları içerir. Ancak, kitap için bağımsız bir nümerik (sayısal) hava tahmini bölümü hazırlanması düşünülmüdü. Bunun nedeni, sayısal hava öngörüsünün bilimsel ve yeterli bir düzeyde açıklanabilmesi için, çok sayıda eşitlik, ileri matematik bilgisi ve hesaplamaların gerekli oluşudur. Burada tüm bunların verilmesi ise, kitabın ana hedef ve amacından sapmasına neden olacaktır.

Kitabın çeşitli bölümlerinde toplam 21 adet Çözümlü Örnek Problem, metnin akışını bozmamak ve kitabı ders kitabı olarak okutacak akademisyenin ya da öğretmenin önceliğine bırakarak metinden bağımsız olarak verildi.

Klimatoloji ve Meteoroloji Kitabının gelecekteki olası gözden geçirilmiş baskılarında tüm bölümler için hazırlanması planlanmakla birlikte, kitabın bu birinci baskısında ancak altı bölümde birer, bir bölümde ise iki adet özel konu verilebildi. Bu bölümler aşağıdaki özel konuları içerir:

12. Bölüm, Özel Konu (1): El Niño-Güney Salınımı Olayı

16. Bölüm, Özel Konu (2): Yüksek Atmosfer Sondajları İçin Kullanılan Logaritmik Diyagramlar: Skew-T Log-P Diyagramı

19. Bölüm, Özel Konu (3): Türkiye'de Bulut Tohumlama ve Yapay Yağış Uygulamaları

20. Bölüm, Özel Konu (4): Kuraklık: Belirlenmesi, Nitelendirilmesi ve İzlenmesi

23. Bölüm, Özel Konu (5): Bir Cephesel Alçak Basıncın 21-23 Ocak 2004'te Çanakkale Yöresinden Geçiş Sırasında Gözlenen Hava Değişimleri

25. Bölüm, Özel Konu (6): Tornado Oluşumu İçin Örnekler

27. Bölüm, Özel Konu (7): Türkiye'de Hava Kirliliği Ölçümleri: Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı; Özel Konu (8): ABD'de SO₂ Salımlarının Salım Ticareti ile Sınırlandırılması

Kaynaklar, her bölüm için ayrı düzenlenmesine karşın, kitabın sonunda birlikte verildi.

Kitap, ayrıntılı sayılabilecek ama aynı zamanda yalın ve kolay anlaşılır bir **Ekler Bölümü** içerir. Ekler Bölümü, ilgili bölümlerde açıklanan çeşitli konulara ve yöntemlere ilişkin hesaplama ve birimler arası dönüşüm çizelgelerini, bazı evrensel sayıları ve nicelikleri içerir. Ayrıca, Ek A "Bilimsel Sayı ve İşaret Sistemi"ni, Ek B ise "Uluslararası Bilimsel Ölçü Birimleri Sistemi (SI)"ni açıklar.

Teşekkür

Klimatoloji ve meteorolojinin hemen tüm konularını kapsayan ve ilgili bilim dalları ve meslekler için hem bir temel ders kitabı hem de bir başvuru kaynağı olmayı hedeflemiş olan bir kitap projesini, bir kişinin hiç yardım almaksızın tek başına tamamlayabilmesi olanaksızdır. Bu saptama, bu kitap ve yazarı için de geçerlidir ve öyle olmuştur. Kitabın yaklaşık 6 yıl süren doğrudan hazırlık ve tamamlanma sürecinde, bazı konularda ilgili uzmanların ve bilimcilerin çok değerli katkılarını aldım, görüş ve önerilerinden yararlandım. Ayrıca, çok sayıda görsel materyalin tasarımı ve çizimi konusunda ciddi bir çabaya ve emeğe gereksinim oldu.

... Kitabın birçok bölümünün tasarımında, içeriklerinin ve amaçlarının belirlenmesinde, bazı bölümlerdeki meteorolojik aletler ve ölçümler alt bölümlerinin yazılmasında, kitabın tüm taslaklarının denetlenmesi ve gözden geçirilmesinde, matbaa provalarının okunması ve denetlenmesindeki doğrudan katkı ve önerileriyle kitabın daha iyi bir düzeye ulaşmasını sağlayan Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğü eski Klimatoloji Şube Müdürü (emekli) jeomorfoloğ Sayın Yurdanur TÜRKES'e çok teşekkür ederim. ...

Son olarak, önceki tüm çalışma ve etkinliklerimde olduğu gibi, bu uzun ve zor kitap projesi sürecindeki tüm 'yokluklarına' gösterdikleri büyük anlayış, sabır ve sevgileri nedeniyle, sevgili Nur, Doruk ve Ayça'ya -ne kadar teşekkür etsem bunun yetersiz kalacağını bilerek- çok teşekkür ederim.

Prof. Dr. Murat TÜRKES

1 Eylül 2010, Çanakkale

İKİNCİ BASKIYA ÖNSÖZ

Klimatoloji ve Meteoroloji kitabı, atmosfer, hava, iklim ve atmosferik çevreye ilişkin bugünkü bilgilerimiz kapsamında, çağdaş meteoroloji ve klimatolojinin temellerini ve ileri konularını, coğrafya, klimatoloji, meteoroloji, hidroloji ve su kaynakları, biyoloji, ekoloji, halk sağlığı, fizik, oseanografi, deniz bilimleri, su ürünleri ve deniz teknolojileri, uygulamalı bilimler, mimarlık, şehir ve bölge planlaması ile meteoroloji, ziraat, orman, inşaat, jeoloji, hidrojeoloji ve çevre mühendisliği gibi bölümlerde okuyan lisans ve lisansüstü öğrencilerine ve bu alanlarda çalışan meslek sahiplerine, uzmanlara, akademisyen ve bilimcilere aktarmayı, bu bilgilerin üç boyutlu tartışılmasını, özümsemesini, öğrenilmesini ve uygulanmasını sağlamayı hedefler.

Atmosfer, hava ve iklim, iklim fiziği, iklim dinamiği ve iklim değişikliği, hidroloji ve su kaynakları, hidroklimatoloji, Dünya ve Türkiye iklimleri, Yerküre sistemleri, coğrafi bilimler, atmosferik çevre, yer, çevre ve atmosfer bilimleri, vb. bilim alanları ve konuları ile klimatoloji ve meteorolojide sıklıkla gereksinim duyulan çeşitli uygulamalı ve özel konularla ilgilenen bilim alanlarından lisans ve lisansüstü öğrenci, uzman, teknik personel ve akademisyenler için geniş kapsamlı bir ders ve kaynak kitap olarak hazırlamış olduğum **Klimatoloji ve Meteoroloji** kitabının Birinci Basımı Eylül 2010'da 2250 adet yapılmıştı. Kitabın birinci basımı 2017 yılında tükenmiş ve uzun bir süre aranan kitaplar arasında yer almış olmasına karşın, 2019 yılında büyük ölçüde tamamladığım halde kitabın güncellenmiş ve genişletilmiş ikinci basımını çeşitli özel nedenlerle 5 yıl gecikmeyle tamamlayabildim. Öte yandan, bu alanda ortaya çıkan boşluğu, **Genel Klimatoloji: Atmosfer, Hava ve İklimin Temelleri** başlıklı kitabımın sürekli güncellenen ve gözden geçirilerek yayımlanan baskıları büyük ölçüde kapattı.

Ağırlıklı olarak klimatoloji ve meteorolojinin temelleri ile bazı ileri özel ve uygulamalı konularını bütüncül bir yaklaşımla eksiksiz vermeyi amaçlayan Klimatoloji ve Meteoroloji kitabında, genel fizik, kimya ve istatistik bilgisi ile matematiksel çözümleme ya da hesaplama gerektiren bazı ileri klimatoloji ve meteoroloji konuları, 147 adet eşitlik ve 21 adet çözümlü örnek problem bulunmaktadır.

Kitabın elinizdeki 2. Basımında, *klimatoloji, meteoroloji, atmosfer bilimleri, atmosferik çevre, iklim değişikliği ve değişkenliği alanlarındaki ana konularla ilişkili güncel gelişmeler ve önemli ilerlemeler, özellikle küresel veri kaynaklarındaki iyileştirmeler ve daha kolay erişim olanakları dikkate alınarak, aşağıda yalnızca başlıkları listelenen konu, bölüm, alt bölüm, seçilmiş okuma konuları, seçilmiş uygulamalı ve özel konular güncellenip geliştirilerek, genişletilerek ve/ya da ilk kez yazılarak kitapta yer aldı.*

Bu kapsamda, kitabın Güncellenmiş ve Genişletilmiş İkinci Basımında, Birinci Basıma kıyasla önemli değişiklik, güncelleme ve genişletme yapılan bölüm ve alt bölümler genel olarak aşağıda listelenenleri içerir:

“2.2 Atmosferin Bileşimi; 3.3.1 Fiziksel İklim Sistemi Düşüncesinin İlkeleri; 3.3.2 Fiziksel İklim Sisteminin Bileşenleri; 4.1.1.3 Presesyon; 6.5 Hava Sıcaklığı Verileri ve Betimleyici İstatistikleri; 6.6 Hava Sıcaklığını Gösterim Biçimleri; 12.2 Jet Akımları; 13.2.2 Dağ Meltemi ve Don Çanağı; 18.2 Bulut Türleri ve Sınıflandırılması; 21.6 Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de Etkili Olan Hava Kütleleri; 23.4 Orta Enlem Siklonunun Yaşam Döngüsü; 24.1 Gökğürültülü Fırtınaların Oluşumu, Sınıflandırılması ve Evrimi; 24.3 Hortumların Oluşumu, Evrimi ve Etkileri; 24.5 Tropikal

Siklonların Oluşumu, Evrimi, Etkileri ve Coğrafyası; 26.2.2 Coğrafi Etmenler; Seçilmiş Okuma Konusu (6): Kuraklık Göstergeleri ve İndisleri; 28.1 Yüzey Hava Haritaları; 28.2 Yüksek Atmosfer Standart Basınç Haritaları; 28.3 Hava Tahmin Raporları Nasıl Hazırlanır? 29.3 Buz Kristalleriyle İlişkili Atmosfer Optiği Olayları; 30.1 Başlıca Hava Kirleticileri; 30.5 Hava Kirliliğinin ve Asit Birikiminin Denetlenmesi ve Önlenmesi.”

Kitabın Birinci Basımında hiç bulunmayan ya da bazıları çok kısa olarak çeşitli alt bölüm ya da paragraflarda yer almış olan, Güncellenmiş ve Genişletilmiş İkinci Basımındaysa ilk kez yer alan ve kitaba eklenen yeni bölüm, alt bölüm ve Seçilmiş Okuma Konuları ile yeni Ek bölümler aşağıdakileri içerir:

“3.3.3 İklim Geribeslemeleri ve Zorlamaları; 3.3.4 İklim Değişikliği ve Fiziksel Bilim Temeli; Seçilmiş Okuma Konusu (1): Yıldızımız Güneş ve Güneş Sistemi; 24.1.2.1 Gökğürültülü fırtınalarda mikro patlama; 24.4 Türkiye'nin Hortum Klimatolojisi ve Gözlenen Değişmeler; Seçilmiş Okuma Konusu (5) - Tornado Oluşumu İçin Örnekler: Türkiye Hortumlarının Sinoptik Meteorolojik Oluşum Düzenekleri • Ankara Çubuk Hortumu • İzmir Çeşme-Alaçatı Hortumu; 25.1.6 Çok Değişkenli Kümeleme Çözümlerine Dayalı İklim Bölgeleri; 26.1 Yıllık Ortalama Yüzey Su Dengesinin Enlemsel Değişmeleri; 26.1.1 Genel Küresel Hidrolojik Denge; 26.1.2 Kurak Bölgede Hidrolojik Denge; 26.4.4 Spektral Kümeleme Yöntemiyle Belirlenen Yağış Bölgeleri; 30.2 Kum ve Toz Fırtınaları; Seçilmiş Okuma Konusu (7) - Türkiye'de Hava Kirliliği Ölçümleri: Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı; Seçilmiş Okuma Konusu (8) - Sinoptik Meteorolojik SDS Olayına Türkiye'den Bir örnek: 12 Eylül 2020 Ankara – Polatlı Kum ve Toz Fırtınası; 31.4 İklim Değişikliği ve Sağlık Etkileri; Seçilmiş Okuma Konusu (9): İklim Değişikliği ve Dev Virüsler; Ek D - Cisimlere Etkiyen Kuvvetler ve Maddenin Özellikleri; Ek E - Yerküre'nin Enerji Dengesi, Sera Etkisi ve Salım Sıcaklığının Fiziği.

Özetlemek gerekirse, Kitabın 2. Basımı, 9 ana konunun (8 konu + Uygulamalı ve Özel Konular) altında, 32 bölüm, 74 çizelge ve 382 şekil; 10 seçilmiş okuma konusu, 17 seçilmiş okuma konusu şekli ile 4 seçilmiş okuma konusu çizelgesi ile 21 çözümlü örnek problemin yanı sıra, Ekler Bölümünde 7 ek bölüm, 5 ek şekil ve 11 ek çizelge ile Kaynaklar ve Dizin bölümlerinden oluşur.

Klimatoloji ve Meteoroloji'nin Güncellenmiş ve Genişletilmiş İkinci Basımının en iyi biçimde yapılmasını sağlayan Kriter Yayıncılığın değerli yöneticilerine, özellikle Sayın Numan Ergül'e ve tüm çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ
20 Eylül 2022, Çanakkale

KISA İÇİNDEKİLER

Birinci Baskıya Önsöz.....	vii
İkinci Baskıya Önsöz.....	xii
1. Konu: Atmosfer, Hava ve İklimin İlkeleri	
Birinci Bölüm: Meteoroloji ve Klimatolojiye Giriş.....	3
İkinci Bölüm: Yerküre Sistemi ve Atmosfer.....	22
Üçüncü Bölüm: Hava, İklim ve İklim Sisteminin İlkeleri.....	63
2. Konu: Güneş Işınımı ve Hava Sıcaklığı	
Dördüncü Bölüm: Güneş ve Yer Işınımı.....	89
<i>Seçilmiş Okuma Konusu (1): Yıldızımız Güneş ve Güneş Sistemi.....</i>	<i>121</i>
Beşinci Bölüm: Yerküre'nin Enerji Dengesi ve Isınması.....	125
Altıncı Bölüm: Hava Sıcaklığını Denetleyen Etmenler ve Sıcaklığın Ölçülmesi.....	141
3. Konu: Hava Basıncı, Atmosfer Dolaşımı ve Rüzgârlar	
Yedinci Bölüm: Hava Basıncı ve Ölçülmesi.....	177
Sekizinci Bölüm: Hava Hareketlerini Oluşturan Kuvvetler.....	197
Dokuzuncu Bölüm: Rüzgâr ve Ölçülmesi.....	220
Onuncu Bölüm: Yatay ve Dikey Hava Dolaşımı Desenleri.....	228
On Birinci Bölüm: Genel Atmosfer Dolaşımı.....	238
On İkinci Bölüm: Batı Rüzgârları ve Jet Akımları.....	260
<i>Seçilmiş Okuma Konusu (2): El Niño-Güney Salınımı Olayı.....</i>	<i>271</i>
On Üçüncü Bölüm: Bölgesel Ölçekli Dolaşım ve Yerel Rüzgârlar.....	275
4. Konu: Hidrolojik Döngü ve Hava Nemi	
On Dördüncü Bölüm: Hidrolojik Döngü ve Klimatolojik Sonuçları.....	289
On Beşinci Bölüm: Havanın Doyması, Hava Nemi ve Türleri.....	303
5. Konu: Atmosferde Adyabatik Sıcaklık Değişmeleri, Kararlılık ve Kararsızlık	
On Altıncı Bölüm: Adyabatik Sıcaklık Değişmeleri.....	331
On Yedinci Bölüm: Atmosferde Kararlılık-Kararsızlık ve Meteorolojik Sonuçları.....	343
<i>Seçilmiş Okuma Konusu (3): Yüksek Atmosfer Gözlemleri İçin Kullanılan</i>	
<i>Logaritmik Diyagramlar: Skew-T Log-P Diyagramı.....</i>	<i>353</i>
6. Konu: Bulut, Sis ve Yağış Oluşumu	
On Sekizinci Bölüm: Bulut Oluşumu ve Türleri.....	357
On Dokuzuncu Bölüm: Sis Oluşumu ve Türleri.....	381
Yirminci Bölüm: Yağış Oluşumu ve Türleri.....	392
7. Konu: Hava Kütleleri, Cepheler, Siklonlar ve Şiddetli Hava Olayları	
Yirmi Birinci Bölüm: Hava Kütleleri, Oluşumları ve Sınıflandırılması.....	421
Yirmi İkinci Bölüm: Cepheler ve Tanımlayıcı Hava Olayları.....	441
Yirmi Üçüncü Bölüm: Orta Enlem Siklon ve Antisiklonları.....	457
<i>Seçilmiş Okuma Konusu (4): Bir Cephesel Alçak Basıncın 21-23 Ocak 2004'te</i>	
<i>Çanakale Yöresinden Geçiş Sırasında Gözlenen Hava Değişimleri.....</i>	<i>479</i>

Yirmi Dördüncü Bölüm: Gökğürültülü Fırtınalar, Hortumlar ve Tropikal Siklonlar.....	483
<i>Seçilmiş Okuma Konusu (5): Tornado Oluşumu İçin Örnekler.....</i>	<i>517</i>
8. Konu: Dünya ve Türkiye İklimleri	
Yirmi Beşinci Bölüm: Dünya ve Türkiye İklimlerinin Sınıflandırılması.....	525
Yirmi Altıncı Bölüm: Dünya'nın ve Türkiye'nin Yağış Klimatolojisi.....	559
<i>Seçilmiş Okuma Konusu (6): Kuraklık Göstergeleri ve İndisleri.....</i>	<i>587</i>
9. Seçilmiş Uygulamalı ve Özel Konular	
Yirmi Yedinci Bölüm: Atmosfer Basıncının Deniz Düzeyine İndirgenmesi.....	595
Yirmi Sekizinci Bölüm: Sinoptik Hava Haritaları, Çizimi ve Çözümlemesi.....	606
Yirmi Dokuzuncu Bölüm: Atmosfer Optiği.....	621
Otuzuncu Bölüm: Hava Kirliliği ve Asit Yağışları.....	647
<i>Seçilmiş Okuma Konusu (7): Türkiye'de Hava Kirliliği Ölçümleri:</i>	
Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı.....	687
<i>Seçilmiş Okuma Konusu (8): Sinoptik Meteorolojik SDS Olayına Türkiye'den Bir Örnek:</i>	
12 Eylül 2020 Ankara – Polatlı Kum ve Toz Fırtınası.....	691
Otuzbirinci Bölüm: İklimsel Konfor ve İnsan Sağlığı.....	696
<i>Seçilmiş Okuma Konusu (9): İklim Değişikliği ve Dev Virüsler.....</i>	<i>731</i>
Otuz İkinci Bölüm: Yapay Yağış ve Bulut Tohumlama.....	732
<i>Seçilmiş Okuma Konusu (10): Türkiye'de Bulut Tohumlama ve Yapay Yağış</i>	
<i>Uygulamaları.....</i>	<i>741</i>
Ekler.....	745
EK A: Bilimsel Sayı Ve İşaret Sistemi.....	747
EK B: Uluslararası Bilimsel Ölçü Birimleri Sistemi.....	749
EK C: Bazı Birim Dönüşümleri, Evrensel Sayılar Ve Nicelikler.....	751
EK D: Cisimlere Etkiyen Kuvvetler Ve Maddenin Özellikleri.....	756
EK E: Yerküre'nin Enerji Dengesi, Sera Etkisi Ve Salım Sıcaklığının Fiziği.....	763
EK F: Sinoptik Gözlem Kodlarının Açıklanması, İstasyon Modelleri Ve Hava Haritalarına İşlenmesi	771
EK G: Elementlerin Listesi.....	782
Kaynaklar.....	786
Dizin.....	801

İÇİNDEKİLER

BİRİNCİ BASKIYA ÖNSÖZ	vii
İKİNCİ BASKIYA ÖNSÖZ	xii
KISA İÇİNDEKİLER	xiv

1. KONU

ATMOSFER, HAVA VE İKLİMİN İLKELERİ

BİRİNCİ BÖLÜM

METEOROLOJİ VE KLİMATOLOJİYE GİRİŞ	3
1.1 Meteoroloji, Klimatoloji ve Atmosfer Bilimlerinin Tanımlanması	3
1.2 Hava, İklim, Çevre ve İnsan Etkileşimleri	4
1.3 Hava ve İklim Ögeleri	6
1.3.1 Ölçülen Ögeler	7
1.3.2 Hesaplanan Ögeler	9
1.3.3 Dolaylı Ögeler	10
1.4 Klimatolojik ve Meteorolojik Gözlemler	10
1.4.1 Klimatoloji İstasyonları ve Gözlemleri	11
1.4.2 Sinoptik Meteoroloji İstasyonları ve Gözlemleri	11
1.4.3 Otomatik Hava Gözlem İstasyonları	11
1.4.4 Radyosonde İstasyonları ve Yüksek Hava Gözlemleri	15
1.5 Uydu Gözlemleri	16
1.5.1 Sabit Yörüngeli Uydu Gözlemleri	19
1.5.2 Kutupsal Yörüngeli Uydu Gözlemleri	19
1.6 Hava Radarları ve Gözlemleri	19
1.7 Küresel Gözlem Sistemi	20

İKİNCİ BÖLÜM

YERKÜRE SİSTEMİ VE ATMOSFER	22
2.1 Yerküre Sistemi ve Asal Bileşenleri	22
2.1.1 Litosfer	25
2.1.2 Hidrosfer	27
2.1.3 Atmosfer	27
2.1.4 Biyosfer	27
2.2 Atmosferin Bileşimi	29
2.2.1 Atmosferdeki Değişmeyen Gazlar	29
2.2.1.1 Azot	29
2.2.1.2 Oksijen	30
2.2.2 Atmosferdeki Değişken Gazlar ve Aerosoller	31
2.2.2.1 Su buharı	33
2.2.2.2 Karbondioksit	33

2.2.2.3 Metan	37
2.2.2.4 Diazotmonoksit	37
2.2.2.5 Kloroflorokarbonlar	38
2.2.2.6 Aerosoller	38
2.2.2.7 Ozon.....	39
2.3. Atmosferin Dikey Yapısı ve Katmanları	54
2.3.1. Hava Basıncının Dikey Değişimleri	54
2.3.2. Hava Sıcaklığının Dikey Değişimlerine Göre Atmosferin Katmanları	56
2.3.2.1 Troposfer	56
2.3.2.2 Stratosfer	59
2.3.2.3 Mezosfer.....	59
2.3.2.4 Termosfer	59
2.3.3. Havanın Gaz Bileşiminin Dikey Değişimlerine Göre Atmosferin Katmanları.....	60
2.3.3.1 Homosfer.....	60
2.3.3.2 İyonosfer	60

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

HAVA, İKLİM VE İKLİM SİSTEMİNİN İLKELERİ	63
3.1 Hava ve İklim Kavramları	63
3.2 Hava ve İklimi Denetleyen Etmenler	64
3.2.1 Enlem	64
3.2.2 Kara ve Deniz Dağılışı.....	65
3.2.3 Genel Atmosfer Dolaşımı	66
3.2.4 Genel Okyanus Dolaşımı	67
3.2.5 Yerçekilleri ve Yükselti	67
3.2.6 Fırtınalar	68
3.3 Fiziksel İklim Sistemi, Bileşenleri ve İşleyişi	68
3.3.1 Fiziksel İklim Sistemi Düşüncesinin İlkeleri	68
3.3.2 Fiziksel İklim Sisteminin Bileşenleri	70
3.3.3 İklim Geribeslemeleri ve Zorlamaları	72
3.3.3.1 Birikimleri değişen CO ₂ ve öteki sera gazlarının geribeslemeleri	73
3.3.3.2 Su buharı geribeslemesi	74
3.3.3.3 Buz-albedo geribeslemesi	74
3.3.3.4 Bulut-albedo geribeslemesi.....	74
3.3.4 İklim Değişikliği ve Fiziksel Bilim Temeli	75
3.3.4.1 İklim Değişikliğinin Ana Yönlendiricileri	77
3.3.4.2 Geçmiş 545 Milyon Yıldaki İklim Değişiklikleri	78
3.3.5 Eski İklim Değişikliklerinin İncelenmesi	81

2. KONU

GÜNEŞ IŞINIMI VE HAVA SICAKLIĞI

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

GÜNEŞ VE YER IŞINIMI.....	89
4.1 Yerküre'nin Hareketleri ve Yerküre-Güneş İlişkileri	90
4.1.1 Yerküre'nin Hareketleri.....	90
4.1.1.1 Rotasyon.....	91
4.1.1.2 Revolusyon	91
4.1.1.3 Presesyon	92
4.1.2 Mevsimler	94
4.1.2.1 Yerküre'nin Güneş'in çevresindeki yıllık hareketi (mevsim etmeni)	96
4.1.2.2 Solstis ve ekinokslar.....	98
4.1.2.3 Mevsimlerin sınıflandırılması.....	100
4.2 Yerküre - Güneş İlişkilerindeki Değişiklikler: Milankovitch Döngüleri.....	101
4.3 Isı ve Sıcaklık.....	104
4.3.1 Isı Taşınması Düzenegi.....	106
4.3.1.1 Kondüksiyon.....	106
4.3.1.2 Konveksiyon.....	106
4.3.1.3 Radyasyon	108
4.3.2 Temel Işınım Yasaları ve İlkeleri	111
4.3.2.1 Siyah cisim radyasyonu ve Stefan-Boltzman Yasası	112
4.3.2.2 Wien Yasası	113
4.3.2.3 Siyah cisim ve emissivite etkisi	116
4.4 Güneşlenme Süresi ve Güneş Işınımı Ölçümleri.....	117
4.4.1 Güneşlenme Süresi Ölçümü	117
4.4.2 Güneş Işınımı Ölçümü.....	117
4.4.2.1 Aktinograf ve Piranometre.....	119
4.4.2.2 Pirheliometre	120

SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU (1)

Yıldızımız Güneş ve Güneş Sistemi	121
---	-----

BEŞİNCİ BÖLÜM

YERKÜRE'NİN ENERJİ DENGESİ VE ISINMASI.....	125
5.1 Gelen Güneş Işınımı.....	125
5.1.1 Atmosferde Saçılma	126
5.1.2 Refleksiyon.....	127
5.1.3 Absorpsiyon.....	128
5.2 Giden Uzun Dalga Boylu Yer Işınımı	130
5.3 Yerküre-Atmosfer Sisteminin Enerji Bütçesi	130
5.3.1 Yeryüzünün Enerji Bütçesi	130

5.3.2	Atmosferin Enerji Bütçesi	131
5.3.3	Gezegensel Enerji Bütçesi	132
5.4	Yeryüzündeki Net Güneş Işınımının Coğrafi Dağılışı	134
5.4.1	Gezegensel Net Işınım	134
5.4.2	Radyasyon Akılarının Enlemsel Değişimleri.....	135
5.5	Sera Etkisi.....	136
5.5.1	Doğal Sera Etkisi.....	136
5.5.2	Kuvvetlenen Sera Etkisi ve Küresel Isınma.....	139

ALTINCI BÖLÜM

HAVA SICAKLIĞINI DENETLEYEN ETMENLER VE SICAKLIĞIN ÖLÇÜLMESİ	141
6.1 Hava Sıcaklığı Değişimlerini Denetleyen Etmenler	141
6.1.1 Kara ve Deniz Dağılışının Etkisi	141
6.1.2 Okyanus Akıntıları ve İklim Üzerindeki Etkileri	143
6.1.2.1 Okyanus akıntılarının oluşumu ve genel özellikleri	144
6.1.2.2 Okyanus akıntılarının genel klimatolojik etkileri	145
6.1.2.3 Hava sıcaklıkları üzerindeki etkileri	146
6.1.3 Yükselti Etmeni.....	147
6.1.4 Coğrafi Konum Etmeni	150
6.1.5 Bulut Örtüsü ve Albedonun Hava Sıcaklıklarına Etkisi.....	153
6.2 Hava Sıcaklığının Dünya Üzerindeki Coğrafi Dağılışı	154
6.3 Hava Sıcaklığı Ölçümleri.....	158
6.3.1 Mekanik Termometreler	158
6.3.1.1 Sıvılı cam termometreler	158
6.3.1.2 Termograflar	160
6.4 Sıcaklık Ölçekleri	160
6.4.1 Fahrenheit Ölçeği	160
6.4.2 Celsius (Santigrat) Ölçeği.....	162
6.4.3 Kelvin Ölçeği (K).....	162
6.5 Hava Sıcaklığı Verileri ve Betimleyici İstatistikleri.....	162
6.5.1 Günlük Ortalama Hava Sıcaklığı	163
6.5.2 Günlük Sıcaklık Farkı	163
6.5.3 Aylık Ortalama Hava Sıcaklığı.....	163
6.5.4 Yıllık Ortalama Hava Sıcaklığı ve İlişkili İstatistikleri	163
6.5.4.1 Yıllık ortalama hava sıcaklığı	163
6.5.4.2 Ortalamanın standart hata ve güven aralığı kestirimi.....	165
6.5.5 Yıllık Sıcaklık Farkı.....	166
6.5.6 Yıllararası Sıcaklık Değişkenliği	167
6.6 Hava Sıcaklığını Gösterim Biçimleri	168
6.6.1 Haritalar	168
6.6.2 Grafikler.....	169
6.7 Sıcaklık Döngüleri ve Sıcaklık Gecikmesi.....	170

6.7.1	Günlük Sıcaklık Değişimi ve Gecikmesi	170
6.7.2	Yıllık Sıcaklık Değişimi ve Gecikmesi	172

3. KONU

HAVA BASINCI, ATMOSFER DOLAŞIMI VE RÜZGÂRLAR

YEDİNCİ BÖLÜM

HAVA BASINCI VE ÖLÇÜLMESİ	177
7.1 Atmosferdeki Gazlarla İlgili Temel Kavramlar ve Yasalar	177
7.1.1 Kinetik Enerji	177
7.1.2 Boyle Yasası	178
7.1.3 Charles Yasası	178
7.1.4 İdeal Gaz Yasası	178
7.2 Gazların Davranışı ve Hava Basıncı	182
7.2.1 Gaz Molekülerinin Hareketi ve Sonuçları	182
7.2.2 Hidrostatik Eşitlik ve Hidrostatik Denge	183
7.2.3 Basıncın Yükseklikle Değişimi	188
7.3 Hava Basıncının Ölçülmesi	190
7.3.1 Cıvalı Barometre	190
7.3.2 Madeni Barometre ve Altimetre	193
7.4 Hava Basıncının Deniz Düzeyine İndirgenmesi	194
7.5 Yeryüzünde Kaydedilen En Düşük ve En Yüksek Hava Basıncı Değerleri	195

SEKİZİNCİ BÖLÜM

HAVA HAREKETLERİNİ OLUŞTURAN KUVVETLER	197
8.1 Meteorolojide Kullanılan Koordinat Sistemleri	197
8.2 Basınç Gradyanının Oluşumu ve Termal Dolaşım	200
8.3 Basınç Gradyan Kuvveti	203
8.4 Koriyolis Kuvveti	205
8.5 Merkezkaç Kuvveti	208
8.6 Sürtünme Kuvveti	209
8.7 Jeostrofik Rüzgâr	211
8.8 Gradyan Rüzgâr	215
8.9 Rüzgâr Hızı ile Basınç Gradyan Kuvveti Arasındaki İlişki	216
8.10 Siklostrofik Rüzgâr	216
8.11 Atmosfer Sınır Katmanı Rüzgârı	217

DOKUZUNCU BÖLÜM

RÜZGÂR VE ÖLÇÜLMESİ	220
9.1 Rüzgârın Yönü ve Frekansı	221
9.2 Rüzgâr Hızı ve Gösterimi	225
9.3 Bofor Ölçeği	226

ONUNCU BÖLÜM

YATAY VE DİKEY HAVA DOLAŞIMI DESENLERİ.....	228
10.1 Alçak ve Yüksek Basınç Sistemlerinde Yatay ve Dikey Hava Dolaşımı Desenleri.....	228
10.2 Basınç, Sıcaklık ve Kalınlık Arasındaki İlişkiler.....	230
10.3 Basınç Hücrelerinin Dikey Yapılarına Göre Basınç Sistemleri.....	233
10.3.1 Soğuk Çekirdekli Sığ Yüksek Basınç Sistemi.....	234
10.3.2 Sıcak Çekirdekli Derin Yüksek Basınç Sistemi.....	234
10.3.3 Soğuk Çekirdekli Derin Alçak Basınç Sistemi.....	236
10.3.4 Sıcak Çekirdekli Sığ Alçak Basınç Sistemi.....	236
10.4 Hava Basıncı, Sıcaklık ve Yoğunluk İlişkisindeki Karışıklıklar.....	236

ON BİRİNCİ BÖLÜM

GENEL ATMOSFER DOLAŞIMI.....	238
11.1 Atmosfer Hareketlerinin Ölçekleri.....	238
11.2 Genel Atmosfer Dolaşımı ve Bileşenleri.....	240
11.2.1 Basit Küresel Atmosfer Dolaşımı.....	240
11.2.2 Üç Hücreli Dolaşım Modeli ve Bağlantılı Büyük Basınç ve Yüzey Rüzgârı Sistemleri.....	241
11.2.2.1 Hadley hücresi.....	242
11.2.2.2 Ferrel hücresi.....	243
11.2.2.3 Polar hücre.....	243
11.2.3 Geniş Alanlı Yüzey Basınç ve Rüzgâr Sistemleri.....	244
11.2.3.1 Tropiklerarası yaklaşma kuşağı.....	246
11.2.3.2 Subtropikal yüksek basınçlar.....	247
11.2.3.3 Alizeler.....	249
11.2.3.4 Polar yüksek basınç ve subpolar alçak basınç.....	249
11.2.4 Basınç ve Rüzgâr Sistemlerinin Yeryüzündeki Dağılışı.....	249
11.2.4.1 Kış durumu.....	252
11.2.4.2 Yaz durumu.....	252
11.3 Genel Atmosfer Dolaşımındaki Farklılıklar ve Musonlar.....	252
11.3.1 Etki Alanlarının Mevsimlik Değişimi.....	253
11.3.2 Musonlar.....	253
11.3.2.1 Asya musonu.....	255
11.3.2.2 Doğu Asya musonu.....	259
11.3.2.3 Avustralya ve Batı Afrika musonları.....	259

ON İKİNCİ BÖLÜM

BATI RÜZGÂRLARI VE JET AKIMLARI.....	260
12.1 Batı Rüzgârları.....	260
12.2 Jet Akımları.....	261
12.3 Batı Rüzgârları ile Bağlantılı Jet Akımları ve Rossby Dalgaları.....	265
12.4 Rossby Dalgalarının Yerküre'nin Enerji Dengesi Üzerindeki Rolü.....	267

SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU (2)

El Niño-Güney Salınımı Olayı.....	271
-----------------------------------	-----

ON ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BÖLGESEL ÖLÇEKLİ DOLAŞIM VE YEREL RÜZGÂRLAR	275
13.1 Deniz ve Kara Meltemleri.....	275
13.1.1 Deniz Meltemi.....	276
13.1.2 Kara meltemi.....	278
13.2 Vadi ve Dağ Meltemleri.....	279
13.2.1 Vadi Meltemi.....	279
13.2.2 Dağ Meltemi ve Don Çanağı.....	280
13.3 Fön Rüzgârları	281
13.3.1 Adyabatik Isınma ve Soğuma.....	281
13.3.2 Fön Rüzgârlarının Oluşumu ve Özellikleri	282
13.3.2.1 Chinook rüzgârı.....	283
13.3.2.2 Klasik fön.....	283
13.3.3 Fön ve Fön Benzeri Rüzgârların Etkileri.....	285

4. KONU

HİDROLOJİK DÖNGÜ VE HAVA NEMİ

ON DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

HİDROLOJİK DÖNGÜ VE KLİMATOLOJİK SONUÇLARI	289
14.1 Yerküre'nin Su Kaynakları	289
14.2 Hidrolojik Döngü ve İklim	293
14.3 Suyun Durum Değişmeleri.....	296
14.4 Buharlaşma ve Terleme.....	298
14.5 Açık Yüzey Buharlaşma Ölçümü	301

ON BEŞİNCİ BÖLÜM

HAVANIN DOYMASI, HAVA NEMİ VE TÜRLERİ	303
15.1 Su Buharı Basıncı ve Havanın Doyması	303
15.2 Mutlak Nem, Karışma Oranı/Özgül Nem ve Bağlı Nemin Açıklanması	309
15.2.1 Mutlak nem	310
15.2.2 Su Buharı Karışma Oranı ve Özgül Nem.....	310
15.2.3 Bağlı nem.....	313
15.3 Bağlı Nem Değişmeleri ve Klimatolojik Sonuçları.....	315
15.3.1 Havadaki Su Buharı Tutarının Değişmesi.....	316
15.3.2 Hava Sıcaklığının Değişmesi.....	317
15.3.3 Bağlı Nemin Doğal Değişimleri.....	317
15.4 Doyma Noktası Sıcaklığı ve Önemi	319
15.5 Hava Neminin Ölçülmesi.....	322
15.5.1 Higrometre Kullanarak Nem Ölçümü.....	322

15.5.2	Psikrometrik Ölçümlere Dayanarak Bağıl Nemin Bulunması	324
15.5.2.1	Psikrometre takımı	324
15.5.2.2	Psikrometrik ölçüm	325
15.5.2.3	Psikrometrik çizelgeler	325

5. KONU

ATMOSFERDE ADYABATİK SICAKLIK DEĞİŞMELERİ, KARARLILIK VE KARARSIZLIK

ON ALTINCI BÖLÜM

ADYABATİK SICAKLIK DEĞİŞMELERİ.....	331
16.1 Hissedilir ve Gizli Isı Kavramları	331
16.1.1 Hissedilir Isı.....	331
16.1.2 Gizli Isı	332
16.2 Termodinamiğin Birinci Yasasının Adyabatik Sıcaklık Değişmelerine Uygulanması.....	333
16.3 Atmosferde Adyabatik Sıcaklık Değişmesi	336
16.4 Yükselmeye Yoğunlaşma Düzeyi ve Meteorolojik Sonuçları	339
16.4.1 Yükselmeye Yoğunlaşma Düzeyinin Belirlenmesi	340
16.4.2 Serbest Konveksiyon Düzeyi ve Konvektif Bulut Oluşumuna Katkısı.....	341

ON YEDİNCİ BÖLÜM

ATMOSFERDE KARARLILIK-KARARSIZLIK VE METEOROLOJİK SONUÇLARI	343
17.1 Genel Kararlılık-Kararsızlık Koşulları ve Kuralları.....	343
17.2 Kararlılık-Kararsızlık Çeşitleri ve Kuralları	344
17.2.1 Mutlak Kararlılık ve Kararlı Hava	345
17.2.2 Mutlak Kararsızlık ve Kararsız Hava.....	345
17.2.3 Koşullu Kararsızlık ve Koşullu Kararsız Hava.....	346
17.3 Kararlılık-Kararsızlık Durumundaki Günlük Değişimler ve Hava Koşulları	347
17.4 Kararlılık-Kararsızlık ve Hava Kirliliği	348
17.5 Kararlılık-Kararsızlık Durumunu Değiştiren Coğrafi ve Atmosferik Etmenler.....	348
17.5.1 Günlük Isınma ve Soğumanın Kararlılığa Etkisi	350
17.5.2 Dikey Hareketlerin Kararlılığa Etkisi	350
17.6 Kararlılığın Görsel Belirtileri	351

SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU (3)

Yüksek Atmosfer Gözlemleri İçin Kullanılan Logaritmik Diyagramlar: Skew-T Log-P Diyagramı.....	353
--	-----

6. KONU

BULUT, SİS VE YAĞIŞ OLUŞUMU

ON SEKİZİNCİ BÖLÜM

BULUT OLUŞUMU VE TÜRLERİ.....	357
18.1 Atmosferde Bulut Oluşum Düzenek ve Süreçleri.....	358
18.1.1 Soğuma Olmaksızın Hava Kütlelerinin Karışması ile Bulut Oluşumu.....	359

18.1.2	Yükselme Olmaksızın Soğuma ile Bulut Oluşumu	360
18.1.2.1	İşinimsal soğuma	360
18.1.2.2	Advektif soğuma	360
18.1.3	Yükselme Yoluyla Soğuma ve Bulut Oluşum Düzenekleri	360
18.1.3.1	Orografik yükselme	360
18.1.3.2	Konverjans sonucunda yükselme	363
18.1.3.3	Cephesel yükselme	363
18.1.3.4	Konvektif yükselme	365
18.2	Bulut Türleri ve Sınıflandırılması	366
18.2.1	Şekillerine Göre Bulut Sınıflandırması	367
18.2.2	Bulutların Yüksekliklerine Göre Sınıflandırılması	367
18.2.2.1	Yüksek bulutlar	368
18.2.2.2	Orta bulutlar	371
18.2.2.3	Alçak bulutlar	372
18.2.2.4	Dikine gelişimli bulutlar	374
18.2.3	Bulut Alt Türleri	377

ON DOKUZUNCU BÖLÜM

SİS OLUŞUMU VE TÜRLERİ	381	
19.1	Sis Oluşum Düzenekleri ve Sınıflandırması	381
19.2	Soğuma Yoluyla Oluşan Sisler	382
19.2.1	Radyasyon ve Vadi Sisleri	383
19.2.2	Adveksiyon Sisi	384
19.2.3	Yamaç Sisi	386
19.3	Buharlaşma Yoluyla Oluşan Sisler	387
19.3.1	Buhar Sisi	387
19.3.2	Cephesel Sis	390

YIRMİNCİ BÖLÜM

YAĞIŞ OLUŞUMU VE TÜRLERİ	392	
20.1	Yağış Oluşum Düzenekleri	393
20.1.1	Yoğunlaşma Çekirdekleri	393
20.1.2	Yağmur Damlalarının Büyümesi	394
20.1.3	Bergeron-Findeisen Süreci: Yağmur Damlalarının Soğuk Bulutlarda Büyümesi	395
20.1.4	Çarpışma-Birleşme Süreci: Yağmur Damlalarının Sıcak Bulutlarda Büyümesi	399
20.2	Başlıca Yağış Tipleri ve Sınıflandırılması	400
20.2.1	Yağmur	402
20.2.2	Donan Yağmur	403
20.2.3	Çisenti ve Donan çisenti	404
20.2.4	Kar	404
20.2.5	Kar Paleti	405
20.2.6	Kar danesi ya da kar greni	405
20.2.7	Buz paleti	405

20.2.8	Buz Prizması.....	406
20.2.9	Dolu	406
20.2.10	Sis ve Buz Sisi	409
20.2.11	Pus	409
20.2.12	Çiy	410
20.2.13	Kırağı.....	411
20.2.14	Kırç	412
20.2.15	Uçak Buzlanması	414
20.3	Yağışın Süresi ve Şiddeti.....	415
20.4	Yağış Ölçümü	415

7. KONU

HAVA KÜTLELERİ, CEPHELER, SIKLONLAR VE ŞİDDETLİ HAVA OLAYLARI

YIRMİ BİRİNCİ BÖLÜM

HAVA KÜTLELERİ, OLUŞUMLARI VE SINIFLANDIRILMASI.....	421
21.1 Temel Kavramlar.....	421
21.2 Hava Kütlelerinin Kaynak Bölgeleri.....	423
21.3 Hava Kütlelerinin Sınıflandırılması.....	424
21.4 Hava Kütlelerinin Modifikasyonları.....	427
21.4.1 Termodinamik Modifikasyonlar	427
21.4.2 Mekanik Modifikasyonlar	429
21.5 Gezegensel Cephe Kuşakları ve Hava Kütleleri.....	429
21.5.1 Gezegensel Cephe Kuşaklarının Coğrafi Dağılışı.....	430
21.5.2 Hava Kütlelerinin Özellikleri ve Dağılışı.....	430
21.5.2.1 Kontinental Arktik (cA) hava kütlesi	430
21.5.2.2 Kontinental polar (cP) hava kütlesi	432
21.5.2.3 Maritim polar (mP) hava kütlesi.....	432
21.5.2.4 Kontinental tropikal (cT) hava kütlesi	433
21.5.2.5 Maritim tropikal (mT) hava kütlesi	433
21.6 Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de Etkili Olan Hava Kütleleri	434
21.6.1 Egemen Hava Akımları.....	434
21.6.2 Kışın Etkili Olan Hava Kütleleri.....	437
21.6.2.1 Maritim polar (mP) hava kütlesi.....	437
21.6.2.2 Kontinental polar (cP) hava kütlesi	437
21.6.2.3 Akdeniz hava kütlesi	438
21.6.2.4 Maritim tropikal (mT) hava kütlesi	438
21.6.2.5 Kontinental tropikal (cT) hava kütlesi	439
21.6.3 Yazın Etkili Olan Hava Kütleleri.....	439
21.6.3.1 Maritim polar (mP) hava kütlesi.....	439
21.6.3.2 Kontinental polar (cP) hava kütlesi	439
21.6.3.3 Maritim tropikal (mT) hava kütlesi	440
21.6.3.4 Kontinental tropikal (cT) hava kütlesi	440

YİRMİ İKİNCİ BÖLÜM

CEPHELER VE TANIMLAYICI HAVA OLAYLARI.....	441
22.1 Polar Cephe ve Hava Sistemleri.....	444
22.2 Cepheler ve Meteorolojik Özellikleri	445
22.3 Soğuk Cephe.....	446
22.4 Sıcak Cephe	449
22.5 Oklüzyon Cepheler	451
22.5.1 Soğuk Oklüzyon.....	452
22.5.2 Sıcak Oklüzyon.....	454
22.6 Durular Cephe.....	455

YİRMİ ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ORTA ENLEM SIKLON VE ANTİSİKLONLARI	457
23.1 Orta Enlem Siklonlarının Tanımlanması ve Genel Özellikleri	459
23.1.1 Orta Enlem Siklonlarına Bağlı Rüzgâr Değişimleri	460
23.1.2 Siklon Hareketinin Yönü ve Hızı	461
23.2 Orta Enlem Siklonlarının Oluşumu ve Evrimi.....	463
23.2.1 Jet Akımlarına Bağlı Siklon Oluşum Düzenek ve Etmenleri	463
23.2.2 Topografyanın Denetlediği Siklon Oluşumu	468
23.3 Orta Enlem Antisiklonunun Oluşumu.....	468
23.4 Orta Enlem Siklonunun Yaşam Döngüsü	468
23.5 Orta Enlem Siklonunu Tanımlayıcı Hava Koşulları	472
23.6 Akdeniz Havzası Siklonları	474
23.6.1 Akdeniz Siklonlarının Jenetik Sınıflandırılması.....	474
23.6.2 Akdeniz Havzası Siklon Yolları ve Frekansları	475
23.6.3 Orta ve Doğu Akdeniz Siklonları.....	476
23.6.4 Akdeniz Havzasına Dışarıdan Giren Siklonlar.....	478

SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU (4)

Bir Cephesel Alçak Basıncın 21-23 Ocak 2004'te Çanakkale Yöresinden Geçiş Sırasında Gözlenen Hava Değişimleri.....	479
--	-----

YİRMİ DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

GÖKGÜRÜLTÜLÜ FIRTINALAR, HORTUMLAR VE TROPİKAL SIKLONLAR.....	483
24.1 Gökgürültülü Fırtınaların Oluşumu, Sınıflandırılması ve Evrimi.....	483
24.1.1 Tek Hücreli Gökgürültülü Fırtınalar.....	484
24.1.2 Çok Hücreli Gökgürültülü Fırtınalar	487
24.1.2.1 Gökgürültülü fırtınalarda mikro patlama	488
24.1.3 Süperhücre Gökgürültülü Fırtınaları	489
24.2 Gökgürültüsü, Şimşek ve Yıldırım	491
24.2.1 Gökgürültülü Fırtına Bulutlarının Elektriksel Özellikleri.....	491
24.2.2 Şimşek-Yıldırım ve Gökgürültüsü	492
24.3 Hortumların Oluşumu, Evrimi ve Etkileri.....	494

24.3.1	Hortum Oluşumu ve Gelişme Aşamaları	496
24.3.2	Su Hortumları	498
24.3.3	Fujita Tornado Şiddet Ölçeği	501
24.4	Türkiye'nin Hortum Klimatolojisi ve Gözlenen Değişmeler	503
24.5	Tropikal Siklonların Oluşumu, Evrimi, Etkileri ve Coğrafyası	508
24.5.1	Tropikal Siklonun Oluşumu ve Gelişme Aşamaları	510
24.5.2	Tropikal Fırtınaların Sınıflandırılması	510
24.5.3	Tropikal Siklonun Gelişme Evreleri	511
24.5.4	Tropikal Siklonun Yapısı ve Özellikleri	513
24.5.5	Tropikal Siklonların Coğrafi Dağılışı	514
SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU (5)		517
Tornado Oluşumu İçin Örnekler		517

8. KONU

DÜNYA VE TÜRKİYE İKLİMLERİ

YİRMİ BEŞİNCİ BÖLÜM

DÜNYA VE TÜRKİYE İKLİMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI		525
25.1	İklim Sınıflandırmasının Temel İlke ve Yöntemleri	525
25.1.1	Radyasyona Dayanan İklim Sınıflandırmaları	525
25.1.2	Hava Sıcaklığına Dayanan İklim Sınıflandırmaları	527
25.1.3	Yağışa Dayanan İklim sınıflandırmaları	529
25.1.4	Buharlaşma-Terleme ve Toprak-Nem Dengesine Dayanan İklim Sınıflandırmaları	529
25.1.4.1	Thorntwaite iklim sınıflandırması	530
25.1.4.2	BMÇSS kurak iklimler sınıflandırması ve Türkiye'nin çölleşmeye eğilimi	534
25.1.5	Bitki Örtüsü ve Toprak Özelliklerine Dayanan İklim Sınıflandırmaları	538
25.1.6	Çok Değişkenli Kümeleme Çözümlerine Dayalı İklim Bölgeleri	538
25.1.6.1	İklim bölgelerinin kümeleme çözümlerine yöntemleriyle belirlenmesi	539
25.1.6.2	Türkiye'nin Ward Kümeleme Tekniği ile belirlenen iklim bölgeleri	540
25.2	Köppen-Geiger İklim Sınıflandırması	543
25.3	Köppen-Geiger İklimlerinin Jenetiği	551
25.3.1	Alçak Enlem İklimleri	552
25.3.2	Orta Enlem İklimleri	552
25.3.3	Yüksek Enlem İklimleri	552

YİRMİ ALTINCI BÖLÜM

DÜNYA'NIN VE TÜRKİYE'NİN YAĞIŞ KLİMATOLOJİSİ		559
26.1	Yıllık Ortalama Yüzey Su Dengesinin Enlemsel Değişmeleri	559
26.1.1	Genel Küresel Hidrolojik Denge	560
26.1.2	Kurak Bölgede Hidrolojik Denge	560
26.2	Ortalama Yağışların Yıllık ve Mevsimlik Dağılışı ve Nedenleri	561
26.2.1	Küresel Etmenler	561

26.2.2	Coğrafi Etmenler.....	562
26.2.2.1	Yer şekilleri, baki ve yükselti.....	562
26.2.2.2	Denize uzaklık ve kıyının konumu	562
26.2.2.3	Kıyı akıntıları	563
26.2.2.4	Ormanlar.....	563
26.2.3	Yeryüzünün Çok Yağışlı Bölgeleri	563
26.2.3.1	Ekvatorial ve tropikal çok yağışlı bölgeler	563
26.2.3.2	Değişmiş alizeler kuşağının çok yağışlı bölgeleri.....	564
26.2.3.3	Orta enlemlerin (batı rüzgârları egemen) çok yağışlı bölgeleri	564
26.2.4	Yeryüzünün Az Yağışlı Bölgeleri	566
26.2.4.1	Subtropikal karaların orta-batı ve batı kenarlarında egemen olan kurak alanlar	566
26.2.4.2	Orta enlem karalarının kurak alanları	567
26.2.4.3	Polar enlemlerin kurak alanları.....	567
26.3	Yağış Rejimi Bölgeleri.....	567
26.3.1	Ekvatorial Yağış Rejimi ve Bölgesi	569
26.3.2	Tropikal Yağış Rejimi ve Bölgeleri	570
26.3.3	Subtropikal Çöl Rejimi ve Bölgeleri.....	571
26.3.4	Subtropikal Akdeniz Yağış Rejimi ve Bölgeleri.....	571
26.3.5	Orta Enlem Yağış Rejimleri ve Bölgeleri.....	572
26.3.6	Polar Yağış Rejimi ve Bölgeleri	572
26.3.7	Tropikal Muson Yağış Rejimi ve Bölgeleri	573
26.4	Türkiye'nin Yağış Klimatolojisi	573
26.4.1	Ortalama Yağış Dağılışı.....	573
26.4.2	Yağış Rejimi.....	575
26.4.3	Yağış Değişkenliği	577
26.4.4	Spektral Kümeleme Yöntemiyle Belirlenen Yağış Bölgeleri	578
26.5	Türkiye Yağışlarının Klimatolojik Olasılıkları.....	581
SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU (6)		
	Kuraklık Göstergeleri ve İndisleri.....	587

9.

SEÇİLMİŞ UYGULAMALI VE ÖZEL KONULAR

YİRMİ YEDİNCİ BÖLÜM

ATMOSFER BASINCININ DENİZ DÜZEYİNE İNDİRGENMESİ.....		595
27.1	Atmosfer Basıncını Deniz Düzeyine İndirgeme Aşamaları	595
27.1.1	Standart Alet Düzeltmesi	596
27.1.2	Alet Sıcaklık Düzeltmesi	596
27.1.3	Yerçekimi Düzeltmesi	596
27.1.4	Basınç Düzeltmesi	596
27.2	Barometre Düzeltme Eşitlikleri.....	597

27.2.1	Sıcaklık Düzeltmesinin Hesaplanması.....	597
27.2.2	Yerçekimi Düzeltmesinin Hesaplanması	598
27.2.3	Deniz Düzeyi Basıncı Düzeltmesinin Hesaplanması	599
27.3	Barometre Düzeltmeleri ve DDB İçin Örnek	600

YİRMİ SEKİZİNCİ BÖLÜM

SİNOPTİK HAVA HARİTALARI, ÇİZİMİ VE ÇÖZÜMLEMESİ.....		606
28.1	Yüzey Hava Haritaları	606
28.1.1	Alçak Basınç	609
28.1.2	Yüksek Basınç	612
28.2	Yüksek Atmosfer Standart Basınç Haritaları	612
28.2.1	Yüksek Atmosfer Alçak ve Yüksek Merkezleri.....	617
28.2.2	Yüksek Atmosfer Oluk ve Sırtları	617
28.3	Hava Tahmin Raporları Nasıl Hazırlanır?	618

YİRMİ DOKUZUNCU BÖLÜM

ATMOSFER OPTİĞİ.....		621
29.1	Atmosferdeki Işık ve Renk Gösterilerinin Fiziksel Temelleri	622
29.1.1	Işık Işınının Yansıması, Kırılması ve Kırınması	622
29.1.2	Işık Işınlarının Atmosferde Bükülmesi ve Sonuçları	625
29.1.3	Yüksekte Görünme Etkisi	627
29.1.4	Alçakta Görünme Etkisi	629
29.1.5	Büyük Görünme Etkisi	629
29.1.6	Küçük Görünme Etkisi	630
29.1.7	Seraplar	630
29.1.8	Güneş'in ve Ay'ın Yer Değiştirmesi	632
29.1.9	Yeşil Parıltı.....	632
29.2	Bulut Damlacıkları ve Yağış Damaları ile İlişkili Atmosfer Optiği Olayları	634
29.2.1	Gökkuşağı.....	634
29.2.2	Işık Tacı	638
29.2.3	Işık Halkası	638
29.3	Buz Kristalleriyle İlişkili Atmosfer Optiği Olayları	640
29.3.1	Hale	640
29.3.2	Yalancı Güneş	641
29.3.3	Güneş Kulesi	644

OTUZUNCU BÖLÜM

HAVA KİRLİLİĞİ VE ASİT YAĞIŞLARI		647
30.1	Başlıca Hava Kirleticileri	647
30.1.1	Kükürt Bileşikleri	647
30.1.2	Azot Bileşikleri	651
30.1.3	Ozon	654
30.1.4	Öteki Hava Kirleticileri.....	656

30.1.4.1	Uçucu organik bileşikler	656
30.1.4.2	Karbonmonoksit	657
30.1.4.3	Ağır metaller	658
30.1.5	Partikül maddeler ve atmosferde taşınması	659
30.2	Kum ve Toz Fırtınaları	665
30.2.1	SDS Klimatolojisi	666
30.2.2	SDS Olaylarında Gözlenen Değişimler.....	669
30.3	Hava Kirliliğinin Oluşumunu ve Dağılışını Denetleyen Etmenler	670
30.3.1	Atmosferik Kararlılık	671
30.3.2	Rüzgâr Etmeni	674
30.3.3	Topografyanın Rolü	675
30.3.4	Hava Kirliliğini Artıran Etmenler	675
30.4	Asit Birikimi ve Yağışı	676
30.4.1	Asit Birikiminin Oluşumu	677
30.4.2	Kaynak ve Birikim Alanları	678
30.4.3	Yağışın Asit Düzeyi.....	678
30.5	Hava Kirliliğinin ve Asit Birikiminin Denetlenmesi ve Önlenmesi	680
30.5.1	Türkiye'deki Yasal Düzenlemeler ve Uygulamalar	681

SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU (7)

Türkiye'de Hava Kirliliği Ölçümleri: Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı	687
--	-----

SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU (8)

Sinoptik Meteorolojik SDS Olayına Türkiye'den Bir örnek: 12 Eylül 2020 Ankara – Polatlı Kum ve Toz Fırtınası.....	691
---	-----

OTUZBİRİNCİ BÖLÜM

İKLİMSEL KONFOR VE İNSAN SAĞLIĞI	696
31.1 İklimsel İnsan konforu	697
31.2 İklimsel Rahatlık İndisleri	698
31.2.1 Nemlilik İndisi.....	699
31.2.2 Islak Hazne Sıcaklığı	702
31.2.3 Hissedilen Sıcaklık – Bir Isı-Nem İndisi Olarak.....	702
31.2.4 Hissedilen Sıcaklık – Bir Rüzgâr Soğuğu İndisi Olarak	704
31.3 İndislerin Kullanımı.....	705
31.4 İklim Değişikliği ve Sağlık Etkileri.....	709
31.4.1 Sıcaklık Öngörülleri	713
31.4.2 Küresel Isınmanın Uç Sıcaklık Değerlerine Etkileri	714
31.4.3 Aşırı Hava ve İklim Olaylarındaki Değişmeler ve İnsan Sağlığı.....	716
31.4.3.1. Aşırı hava ve iklim olaylarının tanımlanması ve sınıflandırılması	716
31.4.3.2. Hava sıcaklıklarına ilişkin ekstremlerde Dünya'da gözlenen değişmeler	719
31.4.3.3. Hava sıcaklıklarına ilişkin ekstremlerde Türkiye'de gözlenen değişmeler	722
31.4.3.4. Sıcak Hava Dalgalarının Türkiye'deki Sağlık Etkileri	729

31.4.3.5. Gelecekteki Sıcak Hava Dalgalarının Model Kestirimleri.....	729
---	-----

SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU (9)

İklim Değişikliği ve Dev Virüsler.....	731
--	-----

OTUZ İKİNCİ BÖLÜM

YAPAY YAĞIŞ VE BULUT TOHURLAMA	732
--------------------------------------	-----

32.1 Bulut Tohumlama Çeşitleri.....	732
-------------------------------------	-----

32.2 Sıcak Bulutların Tohumlanması ve Değiştirilmesi.....	734
---	-----

32.3 Soğuk Bulutların Tohumlanması ve Değiştirilmesi	735
--	-----

32.3.1 Kuru buz kullanımı	735
---------------------------------	-----

32.3.2 Gümüş iyodür kullanımı	736
-------------------------------------	-----

32.4 Uygulamaya İlişkin Bazı Ayrıntılar	737
---	-----

32.5 Dolaylı Modifikasyonlar	738
------------------------------------	-----

32.6 Bulut Tohumlamanın Çevresel, Sosyoekonomik ve Yasal Sonuçları.....	738
---	-----

SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU (10)

Türkiye'de Bulut Tohumlama ve Yapay Yağış Uygulamaları.....	741
---	-----

EKLER

EK A: BİLİMSEL SAYI VE İŞARET SİSTEMİ	747
---	-----

EK B: ULUSLARARASI BİLİMSEL ÖLÇÜ BİRİMLERİ SİSTEMİ.....	749
---	-----

EK C: BAZI BİRİM DÖNÜŞÜMLERİ, EVRENSEL SAYILAR VE NİCELİKLER.....	751
---	-----

EK D: CİSİMLERE ETKİYEN KUVVETLER VE MADDENİN ÖZELLİKLERİ.....	756
--	-----

EK E: YERKÜRE'NİN ENERJİ DENGESİ, SERA ETKİSİ VE SALIM SICAKLIĞININ FİZİĞİ.....	763
---	-----

EK F: SİNOPTİK GÖZLEM KODLARININ AÇIKLANMASI, İSTASYON MODELLERİ VE HAVA HARİTALARINA İŞLENMESİ.....	771
--	-----

EK G: ELEMENTLERİN LİSTESİ.....	782
---------------------------------	-----

KAYNAKLAR	786
-----------------	-----

DİZİN	801
-------------	-----

ÇİZELGELER

Çizelge 1: Su buharı içermeyen havanın (kuru hava) kimyasal bileşimi ve gaz birikimleri	31
Çizelge 2: Atmosferdeki başlıca sera gazlarının ve uçucu parçacıkların kaynakları ve yutakları	34
Çizelge 3: Atmosferdeki önemli sera gazı birikimlerinin stabilizasyonu	36
Çizelge 4: Hava ve iklimi denetleyen başlıca denetçiler	64
Çizelge 5: Güneş'in ufuk üzerindeki yüksekliğine göre, tam tepede iken aldığı yol 1 birim kabul edildiğinde, Güneş ışınımının atmosferde aldığı yolun birim uzaklıkları	96
Çizelge 6: Yaz ve kış gündönümleri (solstis'leri) ile ekinoks zamanlarındaki gündüz uzunluklarının enlemlere göre değişimi	98
Çizelge 7: Kuzey Yarımküre'de mevsimlerin oluşumu ve sınıflandırılması	101
Çizelge 8: Şekil 58'de gösterilen ışınım çeşitlerinin yaklaşık dalga boyları (μm)	110
Çizelge 9: Çeşitli yüzey tiplerinin yıllık ortalama albedo değerleri	128
Çizelge 10: (a) Yeryüzünün, (b) atmosferin ve (c) gezegenin (yeryüzü ve atmosfer birlikte, tüm Yerküre'nin) ısı enerjisi bütçesi	131
Çizelge 11: 2015 yılına kadar Dünyada kaydedilen hava ve iklim ekstremeleri [[^]]	157
Çizelge 12: Çeşitli sıcaklık ölçeklerine göre belirlenen suyun kaynama ve donma noktalarının karşılaştırılması	160
Çizelge 13: $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ler arasında kalan çeşitli sıcaklık değerleri için, Santigrat ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) ve Kelvin (K) sıcaklıklarının birbirine dönüştürülmesi	161
Çizelge 14: Çanakkale meteoroloji istasyonunda 1971-2000 döneminde kaydedilen aylık ortalama ve yıllık ortalama hava sıcaklıklarının ($^{\circ}\text{C}$), uzun süreli ortalamaları ($^{\circ}\text{C}$), standart sapmaları ($^{\circ}\text{C}$) ve değişim katsayıları (%)	164
Çizelge 15: Yıllık sıcaklık farkına dayanılarak hazırlanmış olan basit bir karasallık indisinin (I_c) Antalya Düzlerçamı yöresi için yapılan sınıflandırması	167
Çizelge 16: Merkezkaç kuvveti eşitliklerinin uygulanmasında gereksinim duyulan s işaretleri	209
Çizelge 17: Sinoptik yüzey ve yüksek atmosfer haritalarında kullanılan rüzgâr hız simgeleri ve mil/saat, knot ve km/saat cinsinden karşılıkları	225
Çizelge 18: Bofor Ölçeği. WMO'nun kullandığı uluslararası rüzgâr sınıflandırması ve isimlendirmesine dayanarak ve çeşitli rüzgâr hız birimleri dikkate alınarak rüzgârın denizdeki ve karadaki etkilerine göre düzenlendi.	227
Çizelge 19: Atmosfer hareketlerinin zaman ve alan ölçekleri	239
Çizelge 20: Yerküre'nin tüm su hazne ve kaynaklarının hacimsel ve yüzde dağılımları	290
Çizelge 21: Yerküre'nin yıllık hidrolojik dengesini oluşturan başlıca akıların hacimsel büyüklükleri	294
Çizelge 22: Gerçek hava sıcaklıklarına (T) karşılık gelen hesaplanmış doymuş nemlilik değerleri (e_s , w_s , q_s ve ρ_s) ya da doyma noktası sıcaklıklarına (T_d) karşılık gelen gerçek nemlilik değerleri (e , w , q ve ρ)	307
Çizelge 23: Kuru hazne sıcaklığı ile ıslak hazne depresyonu değerlerinden yararlanarak havanın bağıl neminin (%) bulunması	326
Çizelge 24: Kuru hazne sıcaklığı ile ıslak hazne depresyonu değerlerini kullanarak havanın doyma noktası sıcaklığının ($^{\circ}\text{C}$) bulunması	327
Çizelge 25: Kararlı ve kararsız havanın başlıca görsel tanıttıcı özellikleri	352

Çizelge 26: Bulut oluşum süreçleri ve bunlara karşılık gelen başlıca bulut tipleri.....	359
Çizelge 27: Bulutların yüksekliklerine göre sınıflandırılması ve ortalama koşullardaki başlıca tanıtıcı özellikleri.....	367
Çizelge 28: Sıvı su açısından % 100 olan bağıl nemin, buz açısından gösterdiği farklılıklar ya da değişiklikler.....	396
Çizelge 29: Bazı yağış türlerinin, şiddet (cm/saat), çap (mm), düşme hızı (m/s) ve tane yoğunluklarının karşılaştırılması.....	399
Çizelge 30: Yağış şiddetinin (<i>i</i>) başlıca yağış türlerine göre sınıflandırılması.....	414
Çizelge 31: Cephe ve atmosferik karışıklık çeşitlerini sinoptik yüzey hava haritalarında göstermek için kullanılan başlıca uluslararası simgeler ve renkleri.....	441
Çizelge 32: Kuzey Yarımküre'de gelişen bir orta enlem siklonu ile bağlantılı bir soğuk cephenin bir sinoptik yüzey hava haritasında görülen başlıca özellikleri.....	447
Çizelge 33: Kuzey Yarımküre'de gelişen bir orta enlem siklonu ile bağlantılı bir sıcak cephenin bir sinoptik yüzey hava haritasında görülen başlıca özellikleri.....	450
Çizelge 34: Orijinal Fujita (F) Tornado Şiddet Ölçeği.....	501
Çizelge 35: Hortum hasar sınıflandırmaları için Genişletilmiş Fujita (EF) Şiddet Ölçeği.....	502
Çizelge 36: Budyko-Lettau kuraklık oranının sınıfları ve genel vejetasyon karşılıkları.....	527
Çizelge 37: Budyko-Lettau Kuraklık İndisine göre dünyadaki kurak arazilerin sınıflandırılması ve çölleşme açısından değerlendirilmesi.....	527
Çizelge 38: Nemlilik İndisine (L_m) karşılık gelen Thornthwaite iklim tipleri.....	532
Çizelge 39: Thornthwaite sınıflandırmasına göre etkili nemin mevsimlik değişimi.....	533
Çizelge 40: Sıcaklık Etkinlik İndisi ve Sıcaklık Rejimi İndisi için kabul edilen sınıflandırma.....	534
Çizelge 41: Yeryüzündeki kurak arazilerin kapladığı alanlar.....	536
Çizelge 42: Aridite İndisine (A_I) göre Türkiye'de belirlenen kurak ve nemli arazilerin hektar (ha) ve yüzde (%) cinsinden Türkiye üzerinde kapladığı alanlar.....	537
Çizelge 43: Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Dünya'daki büyük iklim grupları.....	545
Çizelge 44: Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre, Dünya'daki büyük iklim grupları, başlıca iklim tipleri, bunların harf simgeleri ve genel özellikleri.....	546
Çizelge 45: Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasının simgelerinin ve tanımlanmasında kullanılan ölçütlerin açıklanması.....	548
Çizelge 46: Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'de belirlenen iklim tiplerinin egemen olduğu arazilerin km ² ve yüzde (%) cinsinden kapladığı alanlar.....	549
Çizelge 47: Köppen-Geiger iklim sınıflandırma sisteminde sıcaklık koşullarına ilişkin 3'üncü harf simgesinin belirlenmesi için, kurak iklimlerin (B) h ve k, ılıman orta enlem (C) ve soğuk orta enlem (D) iklimlerinin a, b, c ve d harflerinin hesaplanmasında temel alınan ölçütler.....	550
Çizelge 48: Yeryüzünün hava kütlelerine, büyük ölçekli cephe kuşaklarına ve hava sistemlerine dayalı jenetik-klimatolojik iklim sınıflandırması.....	554
Çizelge 49: Türkiye'nin yağış rejimi bölgeleri ve temel özellikleri.....	575
Çizelge 50: Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SP_I) değer aralıkları ve sınıflandırılması.....	582
Çizelge 51: Barometre sıcaklığı için gerekli sıcaklık düzeltmesini yapmak amacıyla barometreden okunan basınç değerini 0 °C standart sıcaklığa indirgeme çizelgesi.....	601
Çizelge 52: Atmosfer Basıncının Yerçekimi Düzeltmesi.....	602

Çizelge 53: İstasyon Basıncının Deniz Düzeyine İndirgenmesi İçin Gerekli Basınç Yükseltileri	604
Çizelge 54: Basınç Yükseltisi Farkına Karşılık Gelen Deniz Düzeyi Basınçları	605
Çizelge 55: Sinoptik yüzey gözlemlerinin yüzey hava (ya da yer) haritasına işlenmesinde kullanılan istasyon modeli ve sadeleştirilmiş açıklaması	608
Çizelge 56: Sinoptik yüzey hava gözlemi için kısmen sadeleştirilmiş bir istasyon modeli örneği ve açıklaması	609
Çizelge 57: Herhangi bir standart basınç düzeyine ait sinoptik yüksek atmosfer gözlemlerinin yüksek hava haritalarına işlenmesinde kullanılan standart istasyon modeli ve açıklaması	614
Çizelge 58: Sinoptik yüksek atmosfer gözlemi (500 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi) için bir istasyon modeli örneği ve açıklaması	614
Çizelge 59: Kükürt dioksit (SO ₂) ve duman birikimlerinden (µg/m ³) kısa süreli etkileneenin sağlık üzerinde beklenen etkileri	650
Çizelge 60: Kükürt dioksit (SO ₂) ve duman birikimlerinden (µg/m ³) uzun süreli etkileneenin sağlık üzerinde beklenen etkileri	651
Çizelge 61: Bilinen bazı maddelerin asitlik değerleriyle birlikte düzenlenmiş bir pH ölçeği	679
Çizelge 62: Çeşitli hava kirleticileri için uyulması gereken uzun ve kısa vadeli sınır değerleri	682
Çizelge 63: SO ₂ ve havada asılı PM için uyulması gereken kış sezonu ortalaması sınır değerleri	683
Çizelge 64: SO ₂ ve havada asılı PM için öngörülen Hedef Sınır Değerleri	684
Çizelge 65: SO ₂ ve havada asılı PM 'den kaynaklanan hava kirliliği durumları için öngörülen uyarı kademeleri	684
Çizelge 66: 2008 tarihli Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre 2020 yılında Türkiye'de uygulanmakta olan ve hedeflenen hava kalitesi sınır değerleri	685
Çizelge 67: Nemlilik indisinin (HI) alarm düzeyi, sınıf aralıkları, bu sınıflara karşılık gelen insan rahatlığının düzeyi ve alınması gereken önlemler	700
Çizelge 68: Nem indisinin (HI), hava sıcaklığı ve bağıl nem değerlerine bağılı olarak değişimi	701
Çizelge 69: Hava sıcaklığı ve nemlilik (bağıl nem) koşullarına bağılı olarak insanın termal sıkıntısının belirlenmesi için geliştirilmiş olan <i>Hissedilen Sıcaklık İndisi (AT)</i>	703
Çizelge 70: Rüzgârın düşük hava sıcaklıklarında insanın termal dengesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla geliştirilen <i>rüzgâr soğuğu</i> (için) <i>hissedilen sıcaklık indisi</i>	704
Çizelge 71: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 3 Aralık 2008 günü Mersin için yayımladığı 5 günlük hava tahmin raporu	705
Çizelge 72: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 8 Temmuz 2009 günü Mersin için yayımladığı 5 günlük hava tahmin raporu	706
Çizelge 73: Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 10 Aralık 2008 günü Bayburt için yayımladığı 5 günlük hava tahmin raporu	707
Çizelge 74: Yüksek sıcaklıktan etkilene ya da 'fazla ısıya maruz kalma' ilişkili tıbbi durumlar, işaretler/ semptomlar ve yönetimi	711

ŞEKİLLER

Şekil 1: Büyük klimatoloji, deniz meteorolojisi, sinoptik meteoroloji ve otomatik meteoroloji ölçüm ve gözlemleri yapan çok amaçlı bir klimatoloji/meteoroloji istasyonu gözlem parkı örneği.....	8
Şekil 2: Bir otomatik meteoroloji istasyonunda bulunması gereken ortak özelliklere sahip bir otomatik hava gözlem istasyonunun başlıca ölçüm-veri toplama birimlerinin çizimsel gösterimi.	12
Şekil 3: Bir otomatik hava gözlem istasyonunun başlıca ölçüm-veri toplama birimlerinin bir aradaki görünüşü.....	13
Şekil 4: Bir otomatik hava gözlem istasyonunun başlıca bölümleri, telekomünikasyon ve veri ağı.	14
Şekil 5: Bir otomatik hava gözlem istasyonunun meteoroloji bürosunda bulunan bilgisayar destekli anlık görüntüleme birimi.	14
Şekil 6: Haff bir elektronik gözlem aleti paketi olan radyosondenin, bir meteoroloji balonuyla birlikte atmosfere salınması ve yukarıya doğru yükselmesi.....	15
Şekil 7: WMO Küresel Gözlem Sistemi'nin (GOS) uzay teknolojisi temelli bugünkü gözetlemesinin temel bileşenleri.....	17
Şekil 8: Yerküre'nin polar ve sabit yörüngeli küresel meteoroloji uyduları sisteminden elde edilen 24 Nisan 1998 06:00 GMT zamanlı birleşik renkli görüntüsü.....	17
Şekil 9: Yerküre'nin sabit yörüngeli İkinci Nesil METEOSAT (Kanal-9) uydusundan alınan renkliliği artırılmış infrared (kızılötesi) uydu görüntüsü	18
Şekil 10: WMO Küresel Gözlemeleme Sistemi'nin (GOS) yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.....	20
Şekil 11: Yerküre Sistemi'ni oluşturan asal bileşenlerin yalınlaştırılmış üç boyutlu gösterimi.....	23
Şekil 12: Yerküre'nin evrimile birlikte canlıların evrimlerini ve yok oluşlarını çizimsel olarak gösteren jeolojik zaman spirali.....	24
Şekil 13: Katı Yerküre'nin içten dışa doğru, çekirdek (iç ve dış), manto (alt, astenosfer ve üst) ve litosferden oluşan içyapısının yalınlaştırılmış kesitsel gösterimi.....	25
Şekil 14: Litosferi oluşturan okyanusal ve kıtasal levhalar, hareket düzenekleri ve jeolojik ve jeomorfolojik sonuçlarının yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.....	26
Şekil 15: Biyosferin düşey yayılışının şematik gösterimi.....	28
Şekil 16: Atmosferdeki (a) CO ₂ , (b) CH ₄ ve (c) N ₂ O gazlarının sanayi öncesinden günümüze değin atmosferdeki yıllık ortalama birikimlerinde gözlenen uzun dönemli değişimler.	32
Şekil 17: Yıllık küresel karbon döngüsü ve insan kaynaklı sera gazı salımlarının 1990'lı yıllarda küresel karbon dengesinde yaptığı değişiklikler.....	35
Şekil 18: Ozonun ortalama koşullarda tropikal bölge atmosferinde yükseklikle değişimi ve ozon katmanının konumu ile troposferik ve stratosferik ozonun başlıca özelliklerinin şematik gösterimi.....	40
Şekil 19: Uydu, uçak, yüksek atmosfer sondajı ve yüzey temelli yer ölçüm sistemleri vb. gibi çeşitli teknikler kullanılarak atmosferde yapılan ozon ölçümlerinin çizimsel gösterimi.....	41
Şekil 20: Yerküre atmosferinde mezopoza kadar etkili olduğu bulunan Brewer-Dobson dolaşımının çizimsel gösterimi.....	42
Şekil 21: Troposfer ve stratosferdeki yıllık ortalama ozon tutarlarının enlem ve yükseltinin bir fonksiyonu olarak dağılışı desenleri.....	43
Şekil 22: Ozon karışma oranı değerlerinin (ppmv) uzun süreli ortalamalarının yükselti, enlem ve aylara göre dağılışı.....	44
Şekil 23: Nisan ve Ekim ayı zonal ortalama tropopoz yükseltisinin (km) ve standart sapmasının enlemsel değişimleri.....	45
Şekil 24: Aylık zonal ortalama toplam ozonun (DU, sütun ozon) enlem ve ayın bir fonksiyonu olarak yüzey çizimi.....	46
Şekil 25: Mevsim ortası aylardaki ortalama toplam ozon tutarlarının (DU) (a) Ocak; (b) Nisan; (c) Temmuz ve (d) Ekim aylarındaki coğrafi dağılışı.....	48

Şekil 26: (a) Güney Yarım Küre'de ve (b) Kuzey Yarım Küre'de gözlenen ortalama toplam ozon tutarlarının (DU) en yüksek olduğu Ekim ve Mart aylarındaki coğrafi dağılışları.	49
Şekil 27: Güneşten stratosfere ulaşan ultraviyole (UV) ışınımın doğal süreç ile ozon (O ₃) oluşturma ve bozmasının kuramsal gösterimi.	51
Şekil 28: Güneş'in morötesi ışınımı, özellikle yüksek enerjili UV-C ve UV-B ışınımı, büyük ölçüde atmosferdeki ozon tarafından emilir.	53
Şekil 29: Sıcaklık profiline (a) ve bileşimine (b) göre atmosferin katları ve başlıca özellikleri.	55
Şekil 30: Atmosferin troposfer katmanındaki yükseklikle sıcaklık değişme oranlarının (lapse-rate) karşılaştırılması.	57
Şekil 31: Ortalama koşullarda, polar, orta enlem ve tropikal tropopoz yükseklikleri. Tropopoz yüksekliklerinin tropiklerden kutuplara doğru azalması dikkat çekicidir.	58
Şekil 32: Farklı Aurora Polaris (Kuzey Kutup Kızıllığı) görünümleri ve ışık oyunları.	61
Şekil 33: Çanak kale (yüksektiği 6 m), Ankara (891 m) ve Erzurum'un (1869 m) aylık ortalama sıcaklıklarının yıl içindeki gidişi ve karşılaştırılması.	65
Şekil 34: Genel atmosfer dolaşımının geniş ölçekli (gezegenel ve yarımküresel) yüzey ve yüksek atmosfer basınç ve rüzgâr sistemleriyle birlikte gösterimi.	66
Şekil 35: 1961-1990 dönemi yıllık ortalamalarından (normal) farklara göre hesaplanan, (a) küresel, (b) KYK ve (c) GYK yıllık ortalama yüzey sıcaklığı anomalilerinin 1850-2021 dönemindeki değişimleri.	69
Şekil 36: Fiziksel iklim sisteminin asal bileşenleri (alt sistemleri), süreçleri ve karşılıklı etkileşimleri.	71
Şekil 37: Yeryüzünün farklı enlemlerde Güneş'ten aldığı en yüksek enerji (GKDB ışınım) tutarının (ör. W/m ²) yıl içindeki değişimi.	72
Şekil 38: Milankovitch döngülerinin yalınlaştırılmış birlikte gösterimi: Yerküre'nin yörüngesinin şeklindeki (E), eksen eğikliğindeki (T) ve presesyonundaki (P) değişiklikler.	76
Şekil 39: İklim değişikliği ana yönlendiricilerinin çizimsel gösterimi.	78
Şekil 40: Yerküre'nin Kambrien devrinden günümüze (Holosen) değin yaklaşık 545 milyon yıllık dönemdeki jeolojik geçmişinde çeşitli zaman ölçeklerinde gerçekleşen iklim değişikliklerinin birleştirilmiş çeşitli sıcaklık zaman dizileriyle gösterimi.	79
Şekil 41: Planktonik ve bentik foraminiferler için iki örnek.	80
Şekil 42: (a) Nar Gölü δ ¹⁸ O kaydının, (b) Alp buzullarının ilerleme ve gerileme kayıtları, (c) Hindistan musonunun Umman Qunf Mağarası'ndan ve (d) Arap Denizi'nden elde edilen dolaylı kayıtlarıyla karşılaştırılması.	83
Şekil 43: Nar Gölü δ ¹⁸ O kaydının temel olarak muson sisteminin denetiminde geliştiği kabul edilen Hindistan'ın yıllık yağış toplamlarındaki ve Kuzey Denizi – Hazar Deseni İndisi'ndeki (NCPI) değişimle ile karşılaştırılması.	84
Şekil 44: Nar Gölü tabanından çıkarılan bir varv örneğinin fotoğrafı.	85
Şekil 45: Yerküre'nin kendi eksenini üzerinde 24 saatte tamamladığı dönüş hareketi (rotasyon)	90
Şekil 46: Yerküre'nin Güneş'in çevresindeki yörüngesinde 365 gün 6 saatte tamamladığı dönme hareketi (revolusyon) ile perihel (3 Ocak) ve afel (3 Temmuz) tarihlerinde Güneşe olan uzaklığının çizimsel gösterimi.	91
Şekil 47: Yerküre'nin kendi eksenini üzerindeki dönüşü sırasında yaptığı presesyon (yalpalama) hareketi.	92
Şekil 48: Güneş'in ufuk düzlemi üzerindeki açısında görülen değişikliklerin, yeryüzüne ulaşan Güneş enerjisinde neden olduğu farklılıkların çizimsel gösterimi.	94
Şekil 49: Güneş'in yükseliş açısının, Ekvator'dan kutuplara doğru küçülmesi ve sonuçları.	95
Şekil 50: Yerküre'nin Güneş'in çevresinde izlediği yörüngesindeki yıllık dönüş hareketi ve eksen eğimine bağlı olarak, yaz ve kış gündönümlerinin (solstislerinin), gece-gündüz eşitliklerinin (ekinoksların) ve mevsimlerin oluşumu.	97
Şekil 51: Kuzey Yarımküre'de orta enlem kuşağındaki bir yerde, yaz ve kış gündönümleri ile ilkbahar ve sonbahar ekinoks zamanlarında gün uzunluklarının değişimlerinin çizimsel gösterimi (ölçeksizdir).	97

Şekil 52: Yaz ve kış gündönümleri ile ekinoks zamanlarındaki gündüz uzunluklarının enlemlere göre değişmesi.	99
Şekil 53: Olasılıkla son bir milyon yılda ve gelecek 100 bin yılda, Yerküre'nin eksantrite (E), eksen eğikliği (T, derece cinsinden) ve iklimsel presesyon (P) hareketindeki değişimler.	102
Şekil 54: Olasılıkla son 500 bin yılda, Yerküre'nin (a) eksantrite (E), (b) eksen eğikliği (T, derece cinsinden), (c) perihel zamanındaki ve (d) KYK yaz mevsimi insolasyon ($W \cdot m^{-2}$) değerlerindeki değişimler.	103
Şekil 55: Bir ısı kaynağından yayılan enerjinin radyasyon ile taşınması, ısı enerjisinin kondüksiyon yoluyla bir başka cisme geçmesi ve ısınan suyun içinde konveksiyon hareketlerinin oluşumu.	107
Şekil 56: Genel olarak akışkanlar içindeki bir ısı taşınım düzeneği olan konveksiyonun, alt atmosferdeki şematik gösterimi.	108
Şekil 57: Dalga çeşitleri ve temel özellikleri.	109
Şekil 58: Dalga boylarına göre çeşitli ışınım türlerini içeren elektromanyetik spektrum (izge).	110
Şekil 59: Güneş ve yer ışınımı salım şiddetlerinin karşılaştırılması.	114
Şekil 60: Helyografın yandan görünüşü (kesiti) ve bölümleri (alta) ile Kuzey Yarımküre'deki bir istasyonda konumlandırılması (üstte).	118
Şekil 61: Bir piranometrenin yerleştirildiği bir OHGİ kulesindeki uzaktan (a) ve yakından (b) görünüşü.	119
Şekil 62: Bir pirheliometrenin bir OHGİ'deki (a) ve yakından (b) görünüşü.	120
Şekil 63: Yeryüzünün ve atmosferin ısınmasını sağlayan ışınım süreçleri ve Yerküre'nin uzun süreli enerji bütçesi.	126
Şekil 64: Atmosferdeki çeşitli gazların farklı dalga boylarındaki radyasyona karşı seçici emici olma özelliklerinin bir arada gösterimi.	129
Şekil 65: Yeryüzünün aldığı yıllık ortalama net kısa dalga boylu Güneş ışınımının (W/m^2) coğrafi dağılışı.	132
Şekil 66: Yeryüzündeki net GKDB Güneş ışınımının (W/m^2) kış ve yaz mevsimlerindeki ortalama dağılış desenleri.	133
Şekil 67: Yeryüzünün çeşitli enlemlerindeki GKDB Güneş ışınımı (—) ile salınan GUDB yer ışınımının (- - -) karşılaştırılması (W/m^2).	135
Şekil 68: Sera etkisinin bileşenleri ve çalışması.	137
Şekil 69: Antarktika'dan alınan 650 bin yıllık ardışık buz karotu verilerine göre, döteryum (δD) değişimlerinin dolaylı olarak temsil ettiği geçmiş hava sıcaklıklarında atmosferdeki metan, karbondioksit ve diazotmonoksit birikimlerindeki değişimlerle yakından bağlantılı olarak gerçekleşen uzun süreli değişiklikler.	139
Şekil 70: Okyanusların ve denizlerin egemen olduğu Güney Yarımküre'deki ve karaların egemen olduğu Kuzey Yarımküre'deki yıllık ortalama sıcaklık farklarının karşılaştırılması.	143
Şekil 71: Yerküre okyanuslarındaki başlıca yüzey akıntılarının coğrafi dağılışının yalınlaştırılmış gösterimi.	144
Şekil 72: Ekvador'un, Büyük Okyanus kıyı kuşağında kurulmuş olan Guayaquil ve Ekvator çizgisine daha yakın olmakla birlikte And Dağları üzerinde yer alan Quito kentlerinin coğrafi konumlarını gösteren fiziki harita.	147
Şekil 73: Ekvador'un Guayaquil (yükselti 12 m) ve Quito (yükselti 2800 m) meteoroloji istasyonlarında kaydedilen uzun süreli aylık ortalama sıcaklıkların yıl içindeki gidişi ve karşılaştırılması.	148
Şekil 74: Bursa kenti ve meteoroloji istasyonu ile Uludağ ve Uludağ meteoroloji istasyonunun coğrafi konumlarını gösteren fiziki harita ve bu istasyonların bakı ve yükselti koşullarını gösteren topografik profil.	148
Şekil 75: Bursa (yükselti 100 m) ve Uludağ (yükselti 1878 m) meteoroloji istasyonlarında kaydedilen uzun süreli aylık ortalama (AO) sıcaklıkların yıl içindeki gidişi ve karşılaştırılması.	149
Şekil 76: Hopa (yükselti 33 m) ve Artvin (628 m) istasyonlarındaki uzun süreli aylık ortalama sıcaklıkların yıl içindeki gidişi ve karşılaştırılması.	150
Şekil 77: ABD'nin Eureka (meteoroloji istasyonu yükselti 13 m) ve New York (meteoroloji istasyonu yükselti 43 m) kentlerinin coğrafi konumları.	151

Şekil 78: ABD'nin Eureka ve New York kentlerindeki uzun süreli aylık ortalama hava sıcaklıklarının yıl içindeki değişimi ve karşılaştırılması.....	151
Şekil 79: Bulut örtüsünün herhangi bir yerdeki günlük maksimum ve minimum sıcaklıklara etkisi.....	152
Şekil 80: Rangoon (Burma) istasyonundaki uzun süreli aylık ortalama hava sıcaklıklarının ve aylık ortalama toplam yağışların yıl içindeki değişimi.....	153
Şekil 81: Ocak (a) ve Temmuz (b) ortalama deniz seviyesi sıcaklıklarının ($^{\circ}\text{C}$) coğrafi dağılışı.....	155
Şekil 82: Stevenson sınıfı bir sıcaklık ve nem gözlem siperinde bulunan bir termograf (A), bir higrograf (B) ve çeşitli termometreler ile bir aspiratörden oluşan bir psikrometre takımının (C) siper içindeki yerleşim düzeni.....	158
Şekil 83: 1°C aralıkla çizilmiş bir örnek izoterm haritası.....	168
Şekil 84: Bergama'nın 1962-2020 dönemi yıllık ortalama hava sıcaklığı dizilerinde gözlenen yıllararası değişimler, 9 noktalı düşük geçirimli Gauss süzgeciyle düzgünleştirilen uzun süreli dalgalanmalar ve en küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre uzun süreli doğrusal eğilim.....	169
Şekil 85: Biga (Çanakkale) istasyonunda kaydedilen, uzun süreli aylık ortalama (T_{ort}), aylık ortalama maksimum (T_{mak}) ve aylık ortalama minimum (T_{min}) sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$) ile aylık ortalama bağıl nem (RH) değerlerinin (%) yıl içindeki değişimi ve karşılaştırılması.....	170
Şekil 86: Bir orta enlem istasyonuna bir ekinoks zamanında bir günde (a) ve yılın 12 ayında (b) gelen KDB Güneş ve giden UDB yer ışınımının değişimi ve sıcaklık döngüsü.....	171
Şekil 87: Kapalı bir kabin içindeki gaz moleküllerinin hareketi.....	183
Şekil 88: Bir atmosfer sütununun içerdiği havanın (gaz moleküllerinin), birim alan üzerine uyguladığı kuvvetin ve X noktasında hava basıncının oluşumunun şematik gösterimi.....	184
Şekil 89: Bir atmosfer sütununa uygulanan hidrostatik dengenin başlıca bileşenleri ya da kuvvetleri ile atmosferde hidrostatik dengenin oluşumunun yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.....	184
Şekil 90: Kuramsal bir atmosfer sütununda 500 hPa (P_2) ve 1000 hPa (P_1) standart basınç yüzeyi arasında gelişen dikey basınç gradyan kuvvetinin (BGK_{dikey}) asal bileşenleri ve BGK_{dikey} 'nin oluşum süreci aşamalarının yalınlaştırılmış gösterimi.....	186
Şekil 91: Bir alçak basınç (A) ve bir yüksek basınç (Y) merkezinin, yalınlaştırılmış bir yüzey hava haritası üzerinde gösterimi.....	187
Şekil 92: Hava basıncı ve yoğunluk arasındaki ilişkinin, bir silindir içindeki gaz moleküllerinin piston ile sıkıştırılması yardımıyla şematik gösterimi.....	188
Şekil 93: Hava sıcaklığı (a) ve basıncının (b) ICAO standart atmosferinde yükselti arttıkça 80 km yukarıya kadar olan değişimi.....	189
Şekil 94: Torricelli'nin keşfettiği basit sıvı barometrenin çizimsel gösterimi.....	190
Şekil 95: (a) Güneş görmeyen ve istasyonun en sakin yerinde bulunan kapalı barometre odasında, kuralına uygun olarak yerleştirilmiş bir barometre (solda duvara asılı) ve barograf (sağda duvara tutturulmuş olan bir sehpanın düz zemini üzerinde); (b) Sıvı barometrenin bölümleri.....	191
Şekil 96: Bir normal barografin (yazıcı basınçölçer) yandan fotoğrafı (a), üstten (b) ve yandan (c) çizimsel görünüşü ve bölümleri.....	192
Şekil 97: Dağılıklıkta ve askeri amaçlarla kullanılmış olan eski bir barometre altimetresi örneği.....	193
Şekil 98: Hava basıncının deniz düzeyine indirgenmesinin şematik gösterimi ve hesaplanması.....	194
Şekil 99: Tip Tayfununun uydü görüntüsü.....	196
Şekil 100: Yerküre'nin (a) kartezyen koordinatları ve (b) bunlara karşılık gelen hız bileşenleri.....	197
Şekil 101: Meteorolojide (a) ve matematikte (b) kullanılan açılar ve karşılaştırması.....	198
Şekil 102: Hız için silindirik koordinatlarda kullanılan sistem ve simgeler.....	200
Şekil 103: İzobar sıklığı ile rüzgâr hızı arasındaki genel ilişkinin, basınç gradyan kuvvetinin yüksek basınç merkezinden çevreye doğru ama alansal olarak eşitsiz geliştiği sadeleştirilmiş bir yüzey eşbasınç haritası yardımı ile gösterimi.....	200
Şekil 104: Yüzey ısınması ve soğumasına bağlı olarak oluşan termik alçak ve yüksek basınçların ve bir termal dolaşım hücresinin çizimsel gösterimi.....	202
Şekil 105: Basınç gradyan kuvvetinin öğeleri.....	203

Şekil 106: Basınç gradyan kuvvetinin bir deniz seviyesi basıncı haritasındaki yüksek ve alçak basınç merkezlerini gösteren eşbasınç (hPa) eğrileri yardımı ile şematik gösterimi...	204
Şekil 107: Uzaya aynı anda fırlatılan 4 roketin hareket yörüngelerinin, Yerküre'nin kendi eksenini çevresindeki dönüşü nedeniyle gelişen Koriyolis kuvveti sonucunda sapması...	206
Şekil 108: Koriyolis kuvvetinin hareket eden cisimlerin hızına ve enleme bağlı olarak değişmesi...	208
Şekil 109: Sürtünme direncinin çizimsel gösterimi...	210
Şekil 110: Jeostrofik rüzgâr oluşumunun çizimsel gösterimi...	211
Şekil 111: Yüksek atmosfer Yüksek (Y) ve Alçak (A) merkezlerinde gelişen jeostrofik rüzgâr akış desenleri...	212
Şekil 112: Alçak basınç (alçak merkez) alanlarının çevresinde eğrisel bir siklonik akış ve yüksek basınç (yüksek merkez) alanlarının çevresinde antisiklonik bir eğrisel akış gösteren gradyan rüzgârın oluşumu ve akış desenleri...	215
Şekil 113: Atmosfer sınır katmanı rüzgârı oluşumunun sadeleştirilmiş bir yüzey eşbasınç haritası yardımı ile gösterimi...	217
Şekil 114: Kuzey Yarımküre'de sınır katmanında birbiri ile bağlantılı yüksek (Y) ve alçak (A) basınç merkezlerindeki basınç dağılışının yanı sıra, siklonik ve antisiklonik hava akışı desenlerini gösteren yalınlaştırılmış bir yüzey hava haritası...	218
Şekil 115: Ana ve ara rüzgâr yönlerini ve bunların Türkiye'de yaygın olarak kullanılan yerel isimlerini gösteren bir rüzgâr pusulası...	220
Şekil 116: Bir anemometre örneği...	221
Şekil 117: Hava alanı pisti yakınına yerleştirilmiş bir rüzgâr çorabı ve rüzgâr T'si...	222
Şekil 118: Çanakkale yöresinin genel rüzgâr klimatolojisini gösteren, uzun yıllık rüzgâr frekansı (%) ve yıllık ortalama rüzgâr hızı (m/s) diyagramları...	223
Şekil 119: Bir otomatik hava gözlem istasyonundaki bir anemografin rüzgâr hızını ve yönünü ölçerek veri toplama bölümüne elektronik olarak gönderen rüzgâr hız ve yön algılayıcısı...	224
Şekil 120: Alçak ve yüksek basınç hücrelerindeki yatay ve dikey hava hareketlerinin kesitsel gösterimi	229
Şekil 121: Bir 500 hPa jeopotansiyel yükselti düzeyi haritasında, izoterm (hava sıcaklığı) ve eş yükselti eğrileri (atmosfer kalınlığı) arasında gözlenen yakın ilişki...	231
Şekil 122: Atmosferde (1000 hPa ve 500 hPa standart basınç düzeyleri arasında) sıcaklık, basınç ve tabaka kalınlığı arasındaki ilişkilerin bir kesit yardımıyla gösterimi...	232
Şekil 123: Sıcak ve soğuk çekirdekli yüksek ve alçak basınçların dikey yapısının şematik gösterimi...	233
Şekil 124: Dinamik (derin) ve termik (sığ) kökenli basınç sistemlerinin sinoptik (a) yüzey ve (b) 500 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyi haritalarındaki yatay ve dikey sıcaklık, basınç ve rüzgâr özelliklerinden yararlanarak belirlenmesi...	235
Şekil 125: Atmosfer ölçekleri için örnekler...	239
Şekil 126: Dönmeyen bir Yerküre üzerinde oluşması beklenen küresel yüzey ve yüksek atmosfer dolaşımı desenleri...	241
Şekil 127: Atmosferde Ekvator'dan kutuplara doğru gelişen, sırasıyla Hadley, Ferrel ve Polar hücrelerden oluşan üç hücreli ideal dolaşım modelinin ve onun denetiminde gelişen geniş ölçekli yüzey basınç ve egemen rüzgâr sistemlerinin sadeleştirilmiş gösterimi...	242
Şekil 128: Polar jet akımlarının iyi geliştiği 250 hPa jeopotansiyel yükselti düzeyinde Arktik üstünde odaklanmış, Kuzey Amerika ve kuzey Atlantik'e doğru uzun-geniş alanlı okluklar şeklinde uzanarak soğuk hava akımları gönderen 31 Ocak 2019 tarihli derin bir polar vorteks oluşumu...	244
Şekil 129: Türdeş bir yeryüzünde, ortalama koşullarda üç hücreli ideal dolaşım modelinin denetiminde gelişen geniş ölçekli yüzey basınç ve egemen rüzgâr sistemlerinin sadeleştirilmiş gösterimi...	245
Şekil 130: Kızılılötesi uydur görüntüsünde ITCZ'nin görünümü...	246
Şekil 131: Kuzey Yarımküre'de okyanuslar üzerine yerleşmiş bir subtropikal yüksek basınç merkezinde gözlenen, başlıca hava koşulları ve genel kararlılık özellikleri...	247
Şekil 132: Yerküre'deki başlıca çöllerin coğrafi dağılışı...	248

Şekil 133: Kış (a) ve yaz (b) ortalama deniz düzeyi basıncı (hPa) ve egemen yüzey rüzgârları desenlerinin alansal dağılışı.....	250
Şekil 134: KYK'de DDB'nin yıl içindeki değişiminin alansal desenleri.....	251
Şekil 135: Güney Asya muson dolaşımının kış ve yaz mevsimlerini temsil eden (a) Ocak ve (b) Temmuz aylarındaki egemen desenleri.....	254
Şekil 136: Cherrapunji (Hindistan) istasyonunda, uzun süreli aylık ortalama toplam yağış ve aylık ortalama yağışlı gün sayısının yıl içindeki değişimi.....	255
Şekil 137: Cherrapunji istasyonunun coğrafi konumu (25°02' K – 91°08' D).....	256
Şekil 138: ITCZ'nin mevsimlik kaymalarıyla ilişkili olarak, Avustralya musonunun oluşumu ve mevsimlik hareketleri.....	257
Şekil 139: Batı Afrika musonunun ITCZ'nin mevsimlik kaymalarıyla bağlantılı oluşumu ve mevsimlik hareketleri.....	258
Şekil 140: Soğuk polar bölge (alçak, A) ve sıcak ekvatorial/tropikal bölge (yüksek, Y) arasındaki yoğunluk farkları yüzünden, alt atmosferde yüksek basınçtan alçak basınca yönelik olarak oluşan ideal basınç gradyanı ve Koriyolis kuvveti arasında gelişen denge ve yüksek atmosfer batı rüzgârlarının oluşumu.....	261
Şekil 141: Kuzey Yarımküre'de yüksek ve en yüksek rüzgâr hızı (jet akımı) kuşaklarının gözlemlendiği 250 hPa standart basınç düzeyinde Ocak (a ve c) ve Temmuz (b ve d) aylarındaki alçak (A) ve yüksek (Y) merkezler, oluk ve sırtlar ile jet akımlarının ortalama konumlarının dolaşım desenleri.....	262
Şekil 142: 16.11.2007 tarihinde yüksek atmosfer batı rüzgârları içinde gelişen polar jet akımı kuşağındaki 60 knot ve üstündeki rüzgâr hız dağılışı.....	263
Şekil 143: Kuzey Yarımküre'de polar ve subtropikal jet akımlarının üç hücreli atmosfer dolaşımı içindeki yerinin ve bağlantılarının bir troposfer kesiti yardımıyla çizimsel gösterimi.....	264
Şekil 144: Yeryüzüne ulaşan Güneş ışınımındaki mevsimlik değişikliklere bağlı olarak, polar jet akımının yerinde oluşan mevsimlik göçün çizimsel gösterimi.....	266
Şekil 145: Küresel ışınım dengesi ve küresel atmosfer dolaşımı arasındaki ilişkinin çizimsel gösterimi.....	268
Şekil 146: Orta ve yüksek troposferdeki egemen batılı akışlarda oluşan döngüsel değişiklikler ve Rossby dalgalarının evrimi.....	269
Şekil 147: Deniz meltemi oluşumunun üç boyutlu bir arazi örneği yardımıyla yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.....	276
Şekil 148: Kara meltemi oluşumunun üç boyutlu bir arazi örneği yardımıyla yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.....	277
Şekil 149: Vadi meltemi oluşumunun üç boyutlu bir arazi örneği yardımıyla yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.....	278
Şekil 150: Dağ meltemi oluşumunun üç boyutlu bir arazi örneği yardımıyla yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.....	279
Şekil 151: Küçük bir çöküntü ovası, bir çukur ova ya da taraçalı geniş bir vadi içinde, özellikle erken ilkbahar ve geç sonbaharda kuvvetli bir yüksek basınca bağlı sakin ve açık hava koşullarının egemen olduğu gecelerde yüzey ışımasıyla oluşan, soğuk hava drenajı ile topografyanın karşılıklı etkileşimi sonucunda şekillenen bir don çanağı.....	280
Şekil 152: Fön ve Chinook rüzgârlarının oluşumunun arazi örnekleri üzerindeki gösterimleri.....	282
Şekil 153: Alp kıvrım kuşağının gerçek Alpler ve Toroslar gibi yüksek sıra dağlarının kuzey eteklerinde gelişen klasik fönün oluşumu ve özelliklerinin bir kesit yardımı ile çizimsel olarak gösterimi.....	284
Şekil 154: Yerküre'nin başlıca su hazne ve kaynaklarının yüzde dağılımları.....	291
Şekil 155: İnsanın kullanabildiği suyun Yerküre'nin tüm su hazne ve kaynakları içindeki ve kendi içindeki yüzde dağılımları.....	292
Şekil 156: Hidrolojik döngünün yağış oluşumuna neden olan hava sistemleriyle birlikte sadeleştirilmiş gösterimi.....	293

Şekil 157: Küresel hidrolojik dengenin asıl olarak yağış ve buharlaşma akılarıyla birlikte yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.	294
Şekil 158: Isı değişimine bağlı olarak oluşan hal (durum) değişimleri.	296
Şekil 159: Toprak-nem dengesinin ya da bütçesinin yıl içindeki değişiminin, Manisa (a), Akhisar (b), Salihli (c) ve Turgutlu (d) klimatoloji/meteoroloji istasyonlarının Thornthwaite su bilançosu diyagramı yardımıyla gösterimi.	300
Şekil 160: Gözlem parkında ağaç ızgaralar üzerine yerleştirilmiş bir yuvarlak buharlaşma havuzunun yakından görünüşü ve başlıca bölümleri.	301
Şekil 161: Su buharı basıncı ve doyma arasındaki ilişkinin deneysel olarak gösterimi.	304
Şekil 162: Düz saf su yüzeyi için hesaplanan doymuş buhar basıncı (kPa) değerlerinin hava sıcaklığı ile olan üstel ilişkisinin grafiksel gösterimi.	306
Şekil 163: 0 °C'den daha düşük sıcaklık değerlerindeki (0 °C ve -50 °C arasında) düz saf su ve buz yüzeyleri üzerindeki doymuş buhar basıncı (kPa) değerlerinin hava sıcaklığı ile olan üstel ilişkisinin ayrıntılı çizimsel gösterimi.	308
Şekil 164: -40 °C ile +50 °C arasındaki hava sıcaklıkları için deniz düzeyinde 1 kg doymamış havayı doyurmak için gerekli olan hesaplanmış su buharı (doymuş karışma oranı) tutarları (g/kg).	309
Şekil 165: Bir hava parselinin sabit sıcaklıkta ve buna bağlı olarak da sabit kapasitede olması durumunda, bağıl nemin havanın gerçek su buharı içeriğinin büyüklüğüne bağlı olarak değişmesi.	315
Şekil 166: Bir hava parselinin sıcaklığının değişmesi ve bu yüzden de değişik kapasiteye sahip olması durumunda, bağıl nemin hava sıcaklığı ve en yüksek su buharı içeriğinin büyüklüğüne bağlı olarak değişmesi.	316
Şekil 167: Kurak-sıcak çöl iklimin egemen olduğu Marrakech'te bir ilkbahar gününde, hava sıcaklığı ve bağıl nem (%) arasındaki negatif (zıt) ilişkinin grafiksel gösterimi.	318
Şekil 168: Bir saçlı higrometre örneği.	321
Şekil 169: Bir hidrografın (yazıcısı bulunan nemölçer) başlıca bölümleri.	322
Şekil 170: Stevenson tipi bir gözlem siperine yerleştirilen çeşitli termometreler ve bir aspiratör.	323
Şekil 171: Bir kuru ve bir ıslak termometreden oluşan bir sapan psikrometre.	324
Şekil 172: Bir hava parselinin sıcaklığını etkileyen atmosferik hareket ve süreçlerin yalınlaştırılmış gösterimi.	336
Şekil 173: Yükselen ve alçalan doymamış hava parselinin adyabatik sıcaklık değişiklikleri (adyabatik süreç).	337
Şekil 174: Yükselen bir hava parselindeki kuru ve nemli (doymuş) adyabatik lapse-rate'lerin çizimsel gösterimi.	338
Şekil 175: Yükselmeye yoğunlaşma düzeyi (LCL) ve yerel konvektif <i>cumulus</i> bulutlarının (soldan sağa, <i>cumulus</i> , <i>cumulus congestus</i> ve <i>cumulonimbus</i> hücreleri) gelişimi.	340
Şekil 176: Yalınlaştırılmış bir termodinamik diyagram üzerinde: (a) yükseklikte kuru adyabatik Γ_d ve doymuş adyabatik Γ_s sıcaklık değişimlerinin gösterilmesi ve LCL'nin bulunması; (b) orografik olarak yükselen bir hava parselinin adyabatik soğuma süreci, doyma noktasına ulaşarak yoğunlaşması ve bulut oluşumu.	341
Şekil 177: Yükselmeye yoğunlaşma düzeyi (LCL) + serbest konveksiyon düzeyindeki (FCL) bulut oluşumunun yalınlaştırılmış termodinamik diyagramlar üzerindeki şematik gösterimleri.	342
Şekil 178: Sadeleştirilmiş bir termodinamik diyagram üzerinde gösterilen, (a) mutlak kararsız bir atmosferdeki, (b) koşullu kararsız bir atmosferdeki ve (c) mutlak kararlı bir atmosferdeki gerçek çevresel sıcaklık profillerinin kuru adyabatik ve nemli adyabatik sıcaklık değişme oranı eğrileriyle karşılaştırılması.	344
Şekil 179: Mutlak kararlı (a), mutlak kararsız (b) ve koşullu kararsız (c) atmosfer koşullarının termodinamik diyagramlar üzerindeki gösterimleri.	345
Şekil 180: Karnabahar biçimli kabarık ve dikine gelişim sergileyen yerel oluşumlu kümülüs bulutları, özellikle <i>cumulonimbus</i> (Cb) atmosferdeki kararsız koşulların ve konvektif yükselmenin varlığını açıklamak açısından önemli bir görsel kanıt sağlar.	346

Şekil 181: Gerçek bir Skew-T Log-P Diyagramı üzerinde, bir yüksek düzey sübsidans enversiyonunun ve gece ışımasıyla ısı enerjisi kaybı sonucunda, yüzey sıcaklıklarının hemen yukarısındaki hava katmanının sıcaklıklarına göre daha düşük olması ve ince bir katmanda yükseklikle sıcaklık artışıyla nitelenen siğ bir yüzey enversiyonunun gösterilmesi.....	349
Şekil 182: Bacadan çıkan su buharı ve hava kirleticilerinin fazla yükselmeden belirli bir yükseltiye ulaştıktan sonra yatay olarak hareket etmesi, kuvvetli yüksek basınç koşullarına bağlı ararlı havanın kanıtlarından birisidir.....	351
Şekil 183: Hava kütlelerinin egemen hava akımlarıyla taşınarak, dağlar gibi topografik engellerin üzerine tırmanmaya zorlanmasıyla oluşan bir dinamik yükselme çeşidi olan orografik yükselmenin ve rüzgâr altı yamaçtaki orografik alçalmanın oluşumu, özellikleri ve sonuçlarının çizimsel gösterimi.....	361
Şekil 184: Uygun bölgesel basınç ve dolaşım koşulları altında Marmara Bölgesi'nin Biga Yarımadası güneyinde kabaca DKD-BGB doğrultusunda uzanan Kaz Dağı'nın kuzey yamaçlarında orografik olarak yükselmeye zorlanan ılık ve nemli hava kütesinin oluşturduğu kalın ve yoğun <i>nimbostratus</i> bulutu.....	362
Şekil 185: Birbirine yaklaşan hava akımlarının karşılaşma bölgesinde oluşan alçak basınç alanındaki havanın yükselmesi sonucunda gelişen bir dinamik yükselme çeşidi olan konverjansta yükselmenin oluşumu ve sonuçlarının yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.....	363
Şekil 186: Cephesel yükselme, hava kütlelerinin uzun ve geniş kuşaklar boyunca dinamik olarak yükselmesini sağlayarak, bulut ve yağış oluşturan Yerküre'nin en yaygın atmosferik yükselme düzeneğidir.....	364
Şekil 187: Yeryüzünün eşitsiz ısınmasının hava parsellerinin çevredeki havadan daha fazla ısınmasına ve hafifleyerek yükselmesine neden olan termik ve dinamik bir yükselme çeşidi olan konvektif yükselmenin (konveksiyon) oluşumu ve sonuçlarının çizimsel gösterimi.....	366
Şekil 188: Yüksekliklerine ve biçimlerine göre sınıflandırılan bulutların birlikte çizimsel gösterimi.....	368
Şekil 189: Uçak orta troposferde yaklaşık 5,000 m yükseltide uçarken troposferin bilinen yüksekliklerine göre bulutların buldukları yükselti düzeyleri ve görünümleri.....	369
Şekil 190: Yüksek bulutlar ailesi. (a) <i>cirrus (cirrus uncinus)</i> , (b) <i>cirrostratus</i> ve (c) <i>cirrocumulus</i> bulutları.....	370
Şekil 191: Güneş ışığının <i>cirrostratus</i> bulutlarını oluşturan buz kristallerinin arasından geçerken yansımaları sonucunda oluşan Güneş halesi olayı.....	370
Şekil 192: Orta bulutlar ailesi. (a) <i>altostratus</i> ve (b) hafif-orta şiddette yağmur yağışı öncesi <i>altocumulus</i> bulutları.....	371
Şekil 193: Alçak bulutlar ailesi. (a) <i>Stratus</i> , (b) <i>nimbostratus</i> ve (c) <i>stratocumulus</i> bulutları.....	373
Şekil 194: Dikine gelişimli bulutlar ailesi. (a) <i>cumulus</i> , (b) <i>cumulus congestus</i> ve (c) <i>cumulonimbus</i> bulutları.....	374
Şekil 195: Kararsız havada Belçika hava sahasında dikine gelişimleri belirgin çeşitli kümülüs [<i>cumulus mediocris</i> (Cu med), <i>cumulus congestus</i> (Cu cong) ve tek hücreli bir <i>cumulonimbus</i> (Cb)] bulutlarının uçaktan yaklaşık 11,500 m yükselti ve -56 °C dış hava sıcaklığındaki tropopoz düzeyinde görünüşü.....	376
Şekil 196: (a) <i>Alto cumulus lenticularis</i> (uzun ismi: <i>altocumulus standing lenticularis</i> - ACSL) bulutları. (b) Lenticular (merceksi) doruk bulutları (<i>Altostratus lenticularis</i> - As len).....	377
Şekil 197: Atmosfer sınır katmanının yukarısındaki egemen hava akımlarının dağların duldasında kalan bölümünde gelişen türbülanslı hava akımları içindeki <i>lenticular</i> bulut oluşumunun çizimsel gösterimi.....	378
Şekil 198: Cephesel yağmur yağışı anında, yağışı üreten <i>nimbostratus</i> bulutlarının altında oluşan <i>fractocumulus</i> bulutları.....	379
Şekil 199: <i>Cumulus mediocris</i> (Cu med) bulutları.....	379
Şekil 200: Bir <i>cumulonimbus</i> bulutunun tabanında gelişen <i>mammatus</i> şekilleri.....	380
Şekil 201: Yeryüzünden radyasyon kaybı sonucu yukarıdaki görece daha sıcak havanın alttan soğuyarak yoğunlaşması ile oluşan bir radyasyon sisi.....	382

Şekil 202: Cephesel kar yağışlarının ardından kuvvetli yüksek basınç koşullarının egemen olduğu açık, sakin ve soğuk bir kış gecesinin sabah saatlerinde, Çanakkale yöresi Çan-Etili ovalarında oluşan radyasyon ve vadi sisleri.....	382
Şekil 203: Gece Çanakkale Sarı Çay ve Kepez Çayı havzalarının görece yukarı bölümlerinde yüzeydeki ısınımsal soğumayla oluşarak sabah saatlerinde vadilere inen ve sonra öğleye doğru yüzey ısınmasının etkisiyle alttan eriyerek yükselme sonucunda oldukça alçak bir <i>stratus</i> bulutuna dönüşerek Çanakkale Boğazına ulaşan Boğaz Sisi'nden bir görünüm.....	383
Şekil 204: Sıcak havanın kendisinden daha soğuk ya da serin bir su kütlesi üstündeki hareketi sırasında alttan soğuyarak ve altındaki daha soğuk havayla karışarak yoğunlaşması sonucunda oluşan bir adveksiyon sisi.....	384
Şekil 205: Dik yamaçlar boyunca yükselmeye zorlanan hava parsellerinin genişlemesiyle adyabatik olarak soğuyarak yoğunlaşması sonucunda oluşan yamaç sisi ve orografik bulutlar.....	385
Şekil 206: Bolkar Dağları Yöresi'nde dağların kuzey yamaçlarının yüksek bölümlerinde ve doruklarında orografik bulut ve yamaç sisi oluşumları.....	386
Şekil 207: Güney Karpat Dağları'nın kuzey yamaçları boyunca orografik olarak yükselmeye zorlanan hava kütlelerinin soğuması ve yoğunlaşmasıyla oluşan yamaç sisinin çevresine göre daha fazla soğuyan Karpatya ladininin (<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.) iğne yapraklı ve sürgünleri üzerinde oluşturduğu çiy damlları.....	387
Şekil 208: Daha soğuk bir hava kütlesi daha sıcak bir su kütlesi üzerinde hareket ettiği zaman, su yüzeyinden yükselen su buharının yukarıdaki soğuk havayla karışarak yeniden yoğunlaşması ve yoğunlaşma gizli ısı yüzünden daha sıcak olan havayla birlikte yükselmesi sonucunda oluşan bir buhar sisi.....	388
Şekil 209: Yüksek basınç koşullarının egemen olduğu bulutsuz bir gecenin sabahında durgun bir göl üzerinde oluşan bir buhar sisi.....	388
Şekil 210: Bitki örtüsü üzerinde yaygın ve etkili bir çiy oluşumunun gerçekleştiği bulutsuz bir gecenin sabahında güneşlenmeyle birlikte yüzeyden buharlaşan suyun hemen yukarıdaki görece soğuk havaya karışması ve yeniden yoğunlaşması yoluyla buhar sisi oluşumu.....	389
Şekil 211: Bir orta enlem siklonunda sıcak havanın soğuk havanın üzerinde yükselmeye zorlanması ve adyabatik soğumasının sonucunda ortaya çıkan bulutlardan, sıcak cephenin önündeki soğuk havanın içine düşen yağışın küçük sıvı su damlacıklarının oluşumuna neden olacak kadar suyu buharlaştırması ile oluşan bir cephesel sis.....	390
Şekil 212: Bir orta enlem cephesel alçak basıncı ile bağlantılı yaygın ve kalın bir <i>nimbostratus</i> (Ns) bulutuyla birlikte gözlenen yoğun bir cephesel buharlaşma ya da yağış sisi.....	390
Şekil 213: Yoğunlaşma ve yağış oluşum süreçlerine katılan parçacık çaplarının karşılaştırılması.....	393
Şekil 214: Damla çapı ile terminal hız arasındaki pozitif ilişkinin saçılma diyagramı ile gösterimi.....	395
Şekil 215: Bergeron-Findeisen süreciyle soğuk bulutlarda buz kristali oluşumu yoluyla bulut damlacıklarının irileşmesi ve yağış oluşumunun çizimsel gösterimi.....	397
Şekil 216: Yağmur damlacıklarının sıcak bir bulut içerisinde çarpışma-birleşme süreci ile oluşumunun çizimsel gösterimi.....	398
Şekil 217: Başlıca dört yağış tipi olan, (a) yağmur, (b) kar, (c) buz paleti ve (d) donan yağmurun birbirinden farklı ideal dikine sıcaklık profilleri ile tanımlanan belirli atmosfer koşulları altındaki oluşumlarının çizimsel gösterimi.....	401
Şekil 218: Çanakkale kenti üstündeki kalın <i>stratocumulus</i> (Sc) ve <i>altostratus</i> (As) bulutlarında gözlenen bir virga olayının oluşumu.....	402
Şekil 219: Çok değişik şekillerde olmalarına karşın tümü altıgen kar kristalleri.....	403
Şekil 220: Ankara'nın 24 Ocak 2006 günündeki 00:00 GMT zamanlı rawinsonde gözlemlerine göre, Ankara ve çevresinde kar yağma olasılığının yüksek olduğu atmosfer koşullarını gösteren gerçek bir Skew-T Log-P diyagramı.....	404

Şekil 221: (a) Bir Cb bulutunun içindeki alçalıcı ve yükselici hareketler sırasında birçok dolu tanesinin birleşmesi ile oluşan çok iri bir dolu tanesi. (b) 1984'te Almanya'nın Münih kentinde evlerin cam ve çatıları ile araçlarda önemli hasarlar oluşturan dolu afetine neden olan orta enlem dolu fırtınası sırasında yeryüzüne ulaşan dolu tanelerinden birisi	406
Şekil 222: İyi gelişmiş büyük bir Cb bulutunda dolu tanelerinin büyümesi ve dolu sağanağının oluşumu	407
Şekil 223: Görüş uzaklığının yaklaşık 100 m'nin altına indiği yoğun bir sis olayı.....	408
Şekil 224: Görüş uzaklığının 1-2 km arasında değiştiği tipik bir pus olayı.....	409
Şekil 225: Kaz Dağı kuzey yamaçlarının alt bölümlerine kadar etkili olan bir orografik bulutun (ya da yamaç sisinin) çevresine göre daha fazla soğuyan kızılçam (<i>Pinus brutia</i>) iğnelerinin üstünde oluşturduğu, hem yoğunlaşma ürünü sıvı su birikimi hem de çiy damlası ya da çiy yağışı özelliğindeki çiy oluşumu.....	410
Şekil 226: Çimenlerin özellikle rüzgâr alan yüzeylerinde oluşan kırağı olayı.....	411
Şekil 227: Yüksek basıncın egemen olduğu atmosfer koşullarıyla bağlantılı bulutsuz bir gökyüzünün, gece kuvvetli yer ışımasının ve hafif rüzgârın egemen olduğu soğuk bir havada, doymanın ve yoğunlaşmanın 0 °C'nin altında gerçekleşmesi sonucunda yerde kırağı oluşumun gerçekleştiği hava koşullarının ayrıntılı gösterimi.....	412
Şekil 228: Soğuk çekirdekli yüksek basınç sisteminin denetimindeki kararlı ve çok soğuk-ayaz hava koşullarının etkili olduğu İğdır'da, sabah saatlerinde kentte ve yakın çevresinde ağaç ve çalılıkların yaprak ve ince dallarının üstünde oluşan çok güzel ve tipik kırç (kırçal) oluşumları ..	413
Şekil 229: Bir OHG gözlem parkında kurulu otomatik plüviyometre... ..	416
Şekil 230: Helman tipi elektriksiz otomatik sifonlu bir plüviyografın yakından görünüşü ve başlıca bölümleri.....	417
Şekil 231: 14 Kasım 2006 gününe ilişkin 00:00 GMT zamanlı (a) yüzey hava ve (b) 500 hPa jeopotansiyel yükseklik haritalarında, basınç, yüzey rüzgârı ve yüksek atmosfer jeostrofik rüzgâr dolaşım desenleri ile hava kütleleri ve hava olayları arasındaki ilişkiler.....	422
Şekil 232: Başlıca hava kütlelerinin küresel kızılotesi uydusu (MSG Kanal – 9) görüntüsü üstünde gösterimi.....	426
Şekil 233: Yerküre'nin yüzeyindeki sürtünme ve engel etkileri sonucunda alt atmosferde oluşan türbülans olayları.....	429
Şekil 234: Yeryüzündeki başlıca gezegensel cephe kuşaklarının ve hava kütlelerinin, (a) kışın (Ocak) ve (b) yazın (Temmuz) coğrafi dağılışları.....	431
Şekil 235: Türkiye ve bölgesinde hava ve iklimi denetleyen sinoptik ölçekli hava sistemlerinin etkili olduğu Kuzeydoğu Atlantik, Avrupa ve Akdeniz Havzası'nın 1981-2020 normal kış ve yaz ortalaması; (a ve b) ve (c ve d), sırasıyla 1000 hPa düzeyi özgül nem (gr/kg) ve bağıl nem (%) değerleri ile (e ve f) yüzeydeki yağışa dönüşebilecek su buharı (mm ya da kg/m ²) tutarlarının coğrafi dağılış desenleri.....	435
Şekil 236: (a) Kış ve (b) yaz mevsimi 10 m ortalama yüzey rüzgârlarının (vektörel, yön ve hız, m/s) ve deniz düzeyi basınçlarının (hPa) birlikte coğrafi dağılış desenleri.....	436
Şekil 237: Kışın Akdeniz Havzası ve Türkiye'de etkili olan hava kütlelerinin kaynak bölgelerinin yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.....	438
Şekil 238: Yazın Akdeniz Havzası ve Türkiye'de etkili olan hava kütlelerinin kaynak bölgelerinin yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.....	440
Şekil 239: Cephelerin ve diğer sinoptik yüzey hava haritası özellik ve simgelerinin, sinoptik gözlemlerin istasyon noktalarında gösterilmediği yalın yüzey hava haritaları üstünde belirlenmesi ve tanınması	442
Şekil 240: Bir sinoptik yüzey hava haritasında (a) ve kızılotesi bulutluluk görüntüsünde (b) Avrupa ve Akdeniz havzası üzerinde görülen gezici orta enlem siklon (A) ve antisiklonlarının (Y) konumu ve oluşturduğu hava koşulları.....	443
Şekil 241: Hızlı hareket eden iyi gelişmiş bir soğuk cephenin üç boyutlu kesitsel gösterimi	447
Şekil 242: İyi gelişmiş bir sıcak cephenin blokdiagramı.....	449

Şekil 243: Sıcak cephe yüzeyinin üzerinden donma noktasının altındaki soğuk hava boyunca düşen yağmur damlalarının aşırı soğuyarak donan yağmura dönüşmesini gösteren kararlı bir sıcak cephenin kesiti.....	450
Şekil 244: 9 Şubat 2006'da Orta Avrupa üzerinde etkili olan bir oklüzyon cephenin 00:00 GMT zamanlı yüzey hava haritasındaki konumu.....	452
Şekil 245: Soğuk (a) ve sıcak (b) tip oklüzyon cephelerinin, örnek yüzey sıcaklıklarıyla birlikte şematik kesitsel gösterimleri.....	453
Şekil 246: İki yüksek basınç arasında zayıf bir alçak basınç özelliği gösteren görece geniş uzanımlı boyun alanı üzerinde kuramsal olarak tasarlanan bir duralar cephedeki tanıtıcı hava koşulları.....	455
Şekil 247: Orta enlem siklonlarının ve tropikal siklonların izlediği yolların Yerküre üzerindeki coğrafi dağılışı.....	458
Şekil 248: Kışın Avrupa üzerinde ve Akdeniz havzasında yüzeyde oluşan cephesel alçak basınç ve dinamik yüksek basınç sistemleri ile onların oluşumunu ve hareketini denetleyen yüksek atmosfer meridional akış desenleri arasındaki ilişkinin çizimsel gösterimi.....	458
Şekil 249: Bir orta enlem siklonunun (A) bir istasyonun kuzeyinden geçerken, yüzey rüzgârının yönünde zamanla gerçekleşen antisiklonik değişiklik.....	460
Şekil 250: Bir orta enlem siklonunun (A) bir istasyonun güneyinden geçerken, yüzey rüzgârının yönünde zamanla gerçekleşen siklonik değişiklik.....	460
Şekil 251: Rossby dalgalarının günlük (a) 300 hPa, (b) 500 hPa standart basınç düzeyi haritalarında gözlenen konumları ile (c) onlarla bağlantılı cephesel orta enlem siklonlarının yüzey hava haritasındaki konumları ve karakteristik hava olayları.....	462
Şekil 252: Yüzey ve yüzey yakınında siklonik dönüşün oluşumu ve Koriyolis etkisi.....	463
Şekil 253: Yüksek atmosferde horizontal konverjans ve diverjansın oluşum bölgelerinin Avrupa üzerinde yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.....	464
Şekil 254: Kışın Kuzey Atlantik-Avrupa bölgesinde 300 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyindeki gelişmiş bir jet akımı ile bağlantılı konverjans, diverjans ve maksimum rüzgâr (kt) alanlarının yalınlaştırılmış bir haritada gösterimi.....	465
Şekil 255: Siklonik ve antisiklonik rüzgâr şiri oluşumunun Avrupa üzerinde yalınlaştırılmış şematik gösterimi.....	466
Şekil 256: Bir orta enlem siklonunun, yüksek hava diverjansı, siklonik vortisiti ve rüzgâr şiri nedeniyle, Güney Avrupa-Batı Akdeniz üzerindeki jet akımıyla bağlantılı bir yüksek hava oluşunun önünde gelişmesinin şematik gösterimi.....	467
Şekil 257: İzlanda alçak basınç alanından başlayarak Doğu Akdeniz'e ve Türkiye'ye doğru yol alan bir orta enlem siklonunun evrimini, Bjerknes kuramına göre genel olarak açıklayan altı temel evrenin blokdiyagramlar yardımıyla üç boyutlu gösterimi.....	469
Şekil 258: Oklüzyon evresindeki gelişmiş bir orta enlem siklonunda gözlenen genel basınç dağılışı ve hava koşullarının, bir sinoptik yüzey hava haritası (b) ve dikey kesitler (a ve c) yardımıyla gösterimi.....	471
Şekil 259: Kuzeydoğu Atlantik'ten İskandinavya, İngiltere ve Batı Avrupa'ya yaklaşan, oklüzyon evresindeki iyi gelişmiş bir orta enlem siklonunun kızılötesi uydu görüntüsü.....	473
Şekil 260: Akdeniz siklonlarının oluşma ve/ya da toplanma alanları ve siklon yolları.....	475
Şekil 261: 9 Mart 2007'de Tunus ve Gabes-Sirte körfezleri üzerinden, kuzeydoğu yönünde orta Akdeniz'e doğru ilerleyen bir cephesel Akdeniz siklonunun (sınıfı: 2b), (a) 00:00 GMT zamanlı sinoptik yüzey hava haritası ve (b) 06:00 GMT zamanlı kızılötesi uydu görüntüsü.....	477
Şekil 262: İyi gelişen bir tek hücreli orajın yaşam döngüsünün (evriminin) üç aşamalı gelişimine ilişkin, (a) kümüls (gelişme), (b) olgunluk ve (c) dağılma (yaşlılık) evrelerinin yalınlaştırılmış kesitsel gösterimleri.....	484
Şekil 263: Çanakkale Yöresi'nde çok iyi gelişmiş olgun bir tek hücre gökgürültülü fırtına bulutu (öndeki Cb bulutu).....	485

Şekil 264: Kuvvetli dikine rüzgâr şirinin egemen olduğu atmosfer koşullarında gelişen bir ideal çok hücreli fırtınanın kesiti.	486
Şekil 265: Gelişimini sürdüren etkin birçok hücre fırtınası.	487
Şekil 266: Akdeniz'de İtalya Yarımadası ile Sicilya Adası arasında Messina Boğazı üstünde oluşan iyi gelişmiş çok hücreli bir gökgürültülü fırtınanın akşamüstü uçaktan görünüşü.	488
Şekil 267: Bir süper hücre gökgürültülü fırtınasının kesitsel gösterimi.	490
Şekil 268: Atina'yı etkileyen muhteşem bir süperhücre gökgürültülü fırtınası örneği.	490
Şekil 269: Oraj bulutunun içindeki ve çevresindeki elektrik yük alanlarının genelleştirilmiş çizimsel gösterimi.	493
Şekil 270: Gökgürültülü fırtına bulutlarında ve çevrelerindeki elektrik yük alanlarının dağılışına göre, şimşek ve yıldırım oluşumlarının çizimsel gösterimi.	493
Şekil 271: Gökgürültülü fırtına bulutlarının içinde ve çevresine doğru gerçekleşen şimşek ve yıldırım olayları.	494
Şekil 272: 19 Haziran 2014 günü İstanbul Tuzla ve Pendik açıklarında oluşan ve görüntülenen bir hortum.	495
Şekil 273: Olağan bir hortumun genel özelliklerinin yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi.	496
Şekil 274: Siklonik dönüş gösteren bir süper hücre gökgürültülü fırtınasının evriminin çizimsel gösterimi.	497
Şekil 275: Kıyıya çok yakın ancak deniz üstünde oluşan bir süperhücre orajındaki hortum (su hortumu) ve duvar bulutu gelişimi.	499
Şekil 276: Kuzey Ege'de Gökçeada açıklarında oluşan bir su hortumu.	500
Şekil 277: Hortum sırasında etkili olan rüzgârlar çoğu zaman doğru bir biçimde ölçülemeyecek kadar hızlı olduğu için, rüzgârın hızını kestirebilmek için Fujita ölçeği kullanılır.	502
Şekil 278: Doğu Akdeniz ve Karadeniz havzaları ile Türkiye'de oluşan hortum olaylarının alansal dağılış deseni.	504
Şekil 279: (a) 1 Ocak 2000 (00:00 GMT/UTC) – 31 Aralık 2009 (24:00 GMT/UTC) ve (b) 1 Ocak 2010 (00:00 GMT/UTC) – 15 Temmuz 2020 (24:00 GMT/UTC) dönemlerinde Türkiye'de gözlenen hortum olaylarının coğrafi dağılışı.	505
Şekil 280: 1981-2010 ortalaması deniz yüzeyi sıcaklıklarının (SST) Dünya okyanus ve denizlerindeki coğrafi dağılışı.	507
Şekil 281: (a) Tropikal siklonların yeryüzündeki oluşum alanlarının coğrafi dağılışları, oluşum mevsimleri ve başlıca tropikal siklon yolları. (b) Tropikal depresyon ve tropikal siklonların gözlenen coğrafi dağılışı.	508
Şekil 282: Kuzey Atlantik havzasında tropikal alize rüzgârları ile birlikte Karayipler Denizi ve Meksika Körfezine doğru hareket eden bir doğulu dalganın arkasındaki konverjans ve konveksiyon kuşağındaki bir tropikal siklon oluşumunun tropikal depresyon ya da tropikal fırtına evresinin (a) harita ve (b) dikey kesiti.	509
Şekil 283: Tropikal siklon gelişiminin başlıca evrelerinin üç boyutlu gösterimleri.	511
Şekil 284: (a) Tropikal siklonlarda basınç ve rüzgâr hızı arasındaki ilişki ve (b) bir tropikal siklonun başlıca tanıtıcı özelliklerinin, yatay ve dikine hava hareketleri ile bulut koşullarının kesiti.	512
Şekil 285: Karakteristik bir tropikal siklonun oluşumunu ve içerisindeki hava hareketlerini gösteren bir kesit.	513
Şekil 286: (a) Katrina kasırgasının 23 Ağustos 2005 tarihinde ilk oluştuğu Bahama Adaları ve Küba'nın doğusundan Mississippi deltasına ulaştığı 29 Ağustos 2005 tarihine kadar izlediği yol ve (b) karaya ulaşmadan 24 saat önce en kuvvetli olduğu 28 Ağustos 2005'teki 1 km çözünürlüklü kompozit uydu görüntüsü.	516
Şekil 287: Budyko-Lettau kuraklık oranının (D_r) dünya karaları üzerindeki dağılışı.	526
Şekil 288: Dünya'nın yalnız sıcaklığa dayalı sınıflandırmasına göre, yazsız, orta enlem ve kışsız iklimlerin yeryüzü üzerindeki alansal dağılış desenleri.	528

Şekil 289: Thornthwaite Nemlilik İndisi'ne (L_m) karşılık gelen Thornthwaite iklim tiplerinin Türkiye üzerindeki coğrafi dağılışı.....	532
Şekil 290: Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi Aridite İndisine (AI) göre, yalnızca yıllık kuraklık-nemlilik koşulları dikkate alınarak belirlenen iklim tiplerinin Yerküre karalarındaki coğrafi dağılışı.....	536
Şekil 291: Yıllık Aridite İndisi değerlerinin Türkiye'deki coğrafi dağılışı.....	537
Şekil 292: Ham ve hiyerarşik kümelenen verilerin dağılışı desenleri.....	539
Şekil 293: Hiyerarşik kümeleme yöntemi Ward tekniği ile belirlenen ve 14 küme için bölgeselleştirilen Türkiye iklim bölgelerinin coğrafi dağılışı deseni.....	541
Şekil 294: Conrad Termik Karasallık İndisine göre Türkiye'de karasallık/denizelliğin coğrafi dağılışı.....	543
Şekil 295: Köppen iklim sınıflandırma sistemine göre, A (Nemli tropikal), B (Kurak), C (Nemli orta enlem), D (Nemli soğuk orta enlem) ve E (Polar) büyük iklim bölgelerinin genelleştirilmiş Dünya haritası.....	544
Şekil 296: Köppen-Geiger iklim sınıflandırma sisteminin birinci ve ikinci harflerine göre, Dünya'daki büyük iklim kümelerinin ve başlıca iklim çeşitlerinin Dünya karaları ve Türkiye üzerindeki coğrafi dağılışı.....	547
Şekil 297: Köppen-Geiger iklim sınıflandırma sisteminin birinci, ikinci ve üçüncü harflerine göre, Türkiye'deki iklim tiplerinin coğrafi dağılışı.....	549
Şekil 298: Büyük iklim kümelerinin ideal bir yeryüzü üzerinde yalınlaştırılmış dağılışı.....	551
Şekil 299: Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasının jenetik-klimatolojik açıklaması amacıyla genelleştirilmiş ve yalınlaştırılmış on dört büyük iklim tipinin yeryüzündeki coğrafi dağılışı.....	553
Şekil 300: Yeryüzünün yıllık hidrolojik dengesinin enlemlere göre dağılışı.....	559
Şekil 301: Yıllık ortalama toplam yağış tutarlarının (mm/m^2) yeryüzündeki coğrafi dağılışı.....	564
Şekil 302: (a) Yıllık, (b) yaz ve (c) kış toplam yağışlarındaki (mm/m^2) yıllararası değişkenliğin (DK , %) yeryüzündeki coğrafi dağılışı.....	565
Şekil 303: Yeryüzündeki varsayımsal büyük yağış rejimi kuşaklarının (zonlarının) her iki yarımküredeki mevsimsel değişimlerini ve alansal dağılışını denetleyen başlıca gezegensel yatay konverjans ve diverjans alanları ile dikine konveksiyon ve sübsidans alanlarını gezegensel cephe kuşaklarının troposferdeki konumlarıyla birlikte gösteren yalınlaştırılmış ideal kesiti.....	568
Şekil 304: (a) Kış ve (b) ilkbahar mevsimindeki ortalama toplam yağışların yıllık ortalama toplam yağış tutarı (mm/m^2) içindeki payının (%) yeryüzündeki coğrafi dağılışı.....	569
Şekil 305: (a) Yaz ve (b) sonbahar mevsimindeki ortalama toplam yağışların yıllık ortalama toplam yağış tutarı (mm/m^2) içindeki payının (%) yeryüzündeki coğrafi dağılışı.....	570
Şekil 306: Türkiye'de yıllık ortalama yağış toplamlarının (mm) coğrafi dağılışı.....	573
Şekil 307: Türkiye'de mevsimlik ortalama yağış tutarlarının (mm) alansal dağılışları.....	574
Şekil 308: Türkiye'deki yağış rejimi bölgelerinin ve bu bölgelerde yer alan başlıca klimatoloji ve meteoroloji istasyonlarının alansal dağılışı.....	575
Şekil 309: Mevsimlik ortalama yağış tutarlarının yıllık ortalama yağış toplamı içindeki paylarının (%) alansal dağılışları.....	576
Şekil 310: Türkiye yağışlarındaki mevsimselliğin coğrafi dağılışı.....	576
Şekil 311: Türkiye'de yıllık yağış toplamlarındaki yıllararası değişkenliğin (değişim katsayısı, %) coğrafi dağılışı.....	577
Şekil 312: Türkiye'de mevsimlik yağış toplamlarındaki yıllararası değişkenliğin (DK , %) coğrafi dağılışları.....	578
Şekil 313: Spektral kümeleme çözümlemesinin 8-küme sonuçlarının yalınlaştırılarak yeniden çizilmesiyle elde edilen 7 Türkiye yağış bölgesinin alansal dağılışı desenleri.....	579
Şekil 314: Klasik SPI yönteminin Türkiye'deki 96 istasyonun aylık toplam yağış dizilerine uygulanmasıyla çeşitli kuraklık (nemlilik) sınıfları için elde edilen olasılık değerlerinin coğrafi dağılışları.....	583
Şekil 315: 96 istasyonun aylık toplam yağışlarının SPI yöntemine göre aşırı kurak olma olasılıklarının Türkiye üzerindeki coğrafi dağılışı.....	584

Şekil 316: Karadeniz, Akdeniz, Marmara Geçiş ve Akdeniz Geçiş yağış rejimi bölgelerinin aylık <i>SPI</i> değerlerinin aşırı kurak, şiddetli kurak, orta düzeyde kurak, normal, orta düzeyde nemli, çok nemli ve aşırı nemli olma olasılık dağılım desenleri	584
Şekil 317: Karasal İç ve Karasal Doğu Anadolu yağış bölgelerinin aylık <i>SPI</i> değerlerinin aşırı kurak, şiddetli kurak, orta düzeyde kurak, normal, orta düzeyde nemli, çok nemli ve aşırı nemli olma olasılık dağılım desenleri	585
Şekil 318: (a) Yüzeysel sinoptik meteoroloji gözlemlerinin istasyonların bulunduğu noktalara yüzeysel istasyon modeli kullanılarak işlenmesiyle hiçbir çizim ve meteorolojik çözümleme yapılmadan hazırlanan bir sinoptik yüzeysel hava haritası; (b) aynı haritadaki <i>DDB</i> değerlerinden yararlanarak 4 hPa aralıkla çizilen bir izobar eğrili yüzeysel hava haritası	607
Şekil 319: Kuzey ve Güney yarımkürelerde, (a ve b) yüksek atmosferde ve (c ve d) atmosfer sınır katmanında (<i>ASK</i>) bulunan yüksek ve alçak merkezler ile yüksek ve alçak basınçlardaki rüzgâr akışlarının yalınlaştırılmış çizimsel gösterimi	610
Şekil 320: Bir sinoptik yüzeysel hava haritası örneği	611
Şekil 321: Yüksek atmosfer standart basınç düzeylerine örnek olarak; (a) 500 hPa jeopotansiyel yükseklik düzeyinin ve buradaki alçak (<i>A</i>) ve yüksek (<i>Y</i>) merkezlerin yalınlaştırılmış üç boyutlu gösterimi ve (b) bölgesel ölçekte farklı atmosfer sıcaklığı profillerine bağlı olarak beliren farklı 500 hPa standart basınç düzeylerinin yalınlaştırılmış kesiti	613
Şekil 322: (a) Hiçbir çizim ve meteorolojik çözümleme yapılmadan, yalnızca 500 hPa standart basınç düzeyi gözlemlerinin istasyonların bulunduğu noktalara işlenmesiyle hazırlanan ve (b) 500 hPa düzeyi gözlemlerinden yararlanılarak konturları 6 Dm aralıkla ve eş sıcaklık eğrileri 2.5 °C aralıkla çizilen 500 hPa standart basınç düzeyi haritaları	615
Şekil 323: Şekil 320'deki çizilmiş örnek sinoptik yüzeysel hava haritası ile eş zamanlı 500 hPa standart basınç düzeyi haritası örneği	616
Şekil 324: Yüksek atmosfer sinoptik hava haritalarındaki, örneğin 500 hPa standart basınç düzeyi haritalarında görülen (a, b, c) oluk ve (d ve e) sırt yapılarının (kontur desenleri ile oluk ve sırt eksenleri) genel çizimsel gösterimi	618
Şekil 325: Çok bulutlu bir gökyüzünde akşamüstü gözlenen çeşitli atmosferik ışık ve renk gösterileri	622
Şekil 326: Gelen bir ışın, örneğin Güneş'in ışık ışını bir maddeden ötekisine geçtiği zaman yansiyabilir, kırılabilir ya da saçılarak kırınabilir	623
Şekil 327: Daha az yoğun bir ortamdan (hava, n_1) daha yoğun bir ortama (suya, n_2) geçen gelen ışık ışınının iki ortam arasındaki arayüzde yansımaları ve $n_2 > n_1$ olması nedeniyle kırılması	624
Şekil 328: Çevresel sıcaklık lapse-rate'i otokonvektif lapse-rate'den küçük olduğu zaman ($\Gamma_e < \Gamma_a$), havanın yoğunluğu yüzeyden başlayarak yükseklikle azalır	626
Şekil 329: Gerçek atmosfer lapse-rate'i otokonvektif lapse-rate'den büyük olduğu zaman ($\Gamma_e > \Gamma_a$), havanın yoğunluğu yüzeye yakın ince bir atmosfer katmanı boyunca yükseklikle artar	626
Şekil 330: Olduğundan daha yüksekte görünme, gerçek atmosfer lapse-rate'i otokonvektif lapse-rate'den küçük olduğu zaman, örneğin özellikle yüzeye yakın ince bir atmosfer katmanında kuvvetli bir sıcaklık terselmesi oluştuğunda ortaya çıkar	627
Şekil 331: Olduğundan daha alçakta görünme, gerçek atmosfer lapse-rate'i otokonvektif lapse-rate'den daha büyük olduğu zaman oluşur	628
Şekil 332: Daha büyük görünme etkisi, ancak atmosferdeki çevresel lapse-rate, göz düzeyinin yukarıdaki daha küçük lapse-rate koşullarıyla birlikte, yüzeye yakın ince bir atmosfer katmanında otokonvektif lapse-rate'den daha büyük olduğunda ortaya çıkar	628
Şekil 333: Daha küçük görünme etkisi, göz düzeyinin yukarısında normal bir sıcaklık lapse-rate'i, yüzeyde ise oldukça sık bir yüzey enversiyonu geliştiği zaman oluşur. En alt atmosferde çok ince bir katmanda gelişen bu koşullar, cisimlerin olduklarından daha kısa ve küçük görünmelerine neden olur	629
Şekil 334: Seraplar ve ters seraplar, yeryüzüne yakın atmosfer bölümünün lapse-rate'i yüzeyin hemen yukarısında otokonvektif lapse-rate'den daha büyük olduğunda oluşur	630

Şekil 335: Karayolu (otoyol) serapları, yazın sıcak-Güneşli öğleden sonralarında yaygın olarak oluşur. Işık ışını yukarıdaki mavi gökyüzünden büküldüğünde öndeki otoyol, bir su serabı içerebilir. .	631
Şekil 336: Güneş'in ya da Ay'ın konumu, ışık ışınlarının atmosferde bükülmesi sonucunda, ufuk düzleminin hemen yukarısında gerçekte olduğundan daha yüksekte görünebilir.	632
Şekil 337: Farklı dalga boylarındaki ışık ışınlarının seçici bükülme özelliği sonucunda oluşan özel optik etki olaylarının en ilginç ve güzellerinden birisi olan yeşil parlıtının tam Güneş batarken üst kenarındaki görünümü.	633
Şekil 338: Bir birincil gökkuşağı ve onun çevreleyen soluk bir ikincil gökkuşağı.	634
Şekil 339: Birincil ve ikincil gökkuşakları, Güneş ışığı sıvı yağış damlalarına girdiğinde üretilir. Güneş ışığı sıvı yağış damlacıklarının içerisinde bir ya da iki kez yansıtılır. Birincil ve ikincil gökkuşaklarının her rengi biraz farklı bir açıda yansıtılır ve kırılır; bunun sonucundaysa, renkler ayrılır ve görünür olur.	635
Şekil 340: (a) Birincil gökkuşağının oluşabilmesi için, gözlemcinin arkasından gelecek yağmur damlalarına giren Güneş ışıklarının kırılma ve yansımaya uğraması sonucunda, kırmızı ışık ışınının $42^{\circ}18'$ ve mor ışık ışınının $40^{\circ}36'$ açıyla gözlemcinin gözüne ulaşması gerekir. (b) Öteki renkler, görünür ışık izgesindeki sıralarına göre dalga boyları en uzun olanından dalga boyları en kısa olanına doğru, kırmızıdan sonra, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor sırasıyla düzenlenir.	636
Şekil 341: Uygun koşullar altında yeryüzündeki bir gözlemcinin belirli açılardaki iç içe iki renk yayıyla görebileceği birincil ve ikincil gökkuşaklarının (a) çizimsel gösterimi ve (b) fotoğrafı.	637
Şekil 342: Korona'lar ışık ışınları küçük sıvı su damlacıklarınca kırıldığı ve kırındığında oluşan atmosfer optiği etkileridir.	638
Şekil 343: Işık halkasının oluşabilmesi için, sıvı su damlasına girdiğinde önce kırılan sonra da yansıyan Güneş ışığının, damladan çıkarken damlanın bir kenarı boyunca kırınması ve bir kez daha kırılması gerekir.	639
Şekil 344: (a) Işık ışını 60° prizması yoluyla buz kristaline geçerse, buz kristali tarafından 22° 'lik bir açıyla kırılır. (b) Öte yandan, ışık ışını 90° 'lik prizmayla geçerse, o zaman 46° 'lik bir açıyla kırılır. Bu nedenle 60° ve 90° 'lik buz kristali prizmaları çeşitli atmosfer optik etkisinin oluşumuna neden olur.	639
Şekil 345: Işığın (burada Ay ışığının) buz kristallerinin içinden 60° ve 90° açılarla geçerken kırılması sonucu oluşan, sırasıyla 22° ve 46° 'lik daire biçimli hale oluşumlarının çizimsel gösterimi.	640
Şekil 346: Güneş'in ışık ışınlarının, tümüyle ince buz kristallerinden oluşmuş olan yoğun <i>cirrostratus</i> bulutlarındaki buz kristallerinin arasından geçerken kırılması sonucunda Güneş'in çevresinde gözlenen bir güneş halesi.	641
Şekil 347: Güneş ışınları buz kristali levhaları içeren <i>cirrus</i> bulutlarının içerisinde geçtiğinde görülen bir optik olay olan atmosferdeki yalancı Güneş etkisi ve yalancı Güneş optiği oluşumunun çizimsel gösterimi.	642
Şekil 348: Güneşe karşıdan bakan bir gözlemcinin bakış doğrultusuna göre Güneş'in yüksek olasılıkla 22° sol tarafında oluşan çok belirgin bir Tek Yanlı Yalancı Güneş olayının görünümü.	643
Şekil 349: Tek Yanlı Yalancı Güneş olayının daha yakından görünüşü.	643
Şekil 350: Alaska Üniversitesi üzerinde günbatımı sırasında görüntülenen bir Güneş kulesi.	644
Şekil 351: Kuzey Amerika'nın kuzeybatı Arktik bölgesindeki 3017 m yükseltili Eclipse buzul arazisinden alınan buz karotundaki (a ve b) yıllık sülfat (SO_4) ve (c) nitrat (NO_3) akıllarındaki uzun süreli değişimler ve Avrupa, Kuzey Amerika, eski Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri Birliği (SSCB) ve doğu Asya gibi potansiyel kaynak bölgelerden kaynaklanan antropojen kükürt ve azot oksitleri salımlarıyla karşılaştırılması.	649
Şekil 352: Ankara merkezindeki Sıhhiye ve doğu kenarında bulunan Kayaş semtlerindeki hava kirliliği ölçüm istasyonlarında 14-15 Temmuz 2008 günlerinde ölçülen (a) ortalama saatlik kükürtdioksit (SO_2) ve (b) Sıhhiye'de ölçülen ortalama saatlik azotoksitleri (NO_x) birikimlerinin değişimi. ...	653
Şekil 353: Troposferde egzoz salımlarından, örneğin azot dioksitten kaynaklanan ozon oluşumunun çizimsel gösterimi.	654

Şekil 354: Derin ve etkin bir orta enlem siklonunun, Kuzeybatı Afrika özellikle Sahra, Cezayir ve Libya üzerinden kaldırdığı çöl tozlarının, güney ve/ya da güneybatılı yüzey ve alt-orta troposfer akımları ve cephesel bulutlarla birlikte Orta Akdeniz üzerinden Avrupa ve Türkiye'ye doğru taşınmasını denetleyen yüzey ve orta troposfer basınç ve rüzgâr desenleri.....	660
Şekil 355: Batı Akdeniz ve Kuzeybatı Afrika bölgeleri üzerinde etkili olan soğuk çekirdekli derin orta enlem siklonu ile bağlantılı fırtınalı-kararsız hava koşullarından kaynaklanarak güneybatılı yüzey rüzgârları ve jeostrofik yüksek atmosfer hava akışlarıyla Balkanlara ve Türkiye'ye doğru taşınan cephesel toz bulutunun alansal dağılışı deseni.....	661
Şekil 356: Batı Akdeniz ve Kuzeybatı Afrika bölgeleri üzerinden taşınarak Balkanlara ve Türkiye'ye ulaşan cephesel toz bulutunun (a) 7 Mart 2009 01:00 ve (b) 07:00 GMT zamanlarındaki alansal deseninin kızılötesi uydu görüntüsü ile gösterimi.....	662
Şekil 357: 7 Mart 2009 00:00 GMT'den başlayarak, 12, 24, 36 ve 48 saatlik yüzey toz konsantrasyonu (mg/m^3) ve 10 m rüzgâr tahminleri.....	663
Şekil 358: 6 Mart 2009'da akşama doğru Çanakkale'ye ulaşan cephesel toz bulutunun Çanakkale kentinde oluşturduğu pus olayı.....	664
Şekil 359: Güneydoğu Toroslarının güney kenarında, Nemrut Dağı eteğinde Fırat Nehri ve kollarının suladığı ve yoğun bir tarımsal etkinliğin ve sulamanın yapıldığı Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) bölgesinin kuzey bölümünde, kuvvetli buharlaşma yoluyla havaya karışan büyük tutardaki su buharı ile kırsal ve kentsel alanlardan kaynaklanan her türlü uçuca küçük parçacıkların Güneş ışığı altında birlikte oluşturdukları pus katmanı.....	665
Şekil 360: Güneybatı Asya ve Doğu Akdeniz bölgelerinde gözlenen istasyon temelli toplam sinoptik meteorolojik SDS olaylarının yıllık ortalama sayılarının coğrafi dağılışı.....	667
Şekil 361: Güneybatı Asya ve Doğu Akdeniz bölgelerinin bölgesel toplam sinoptik meteorolojik SDS olayı sayılarının yıl içindeki aylık değişimi.....	667
Şekil 362: Güneybatı Asya ve Doğu Akdeniz bölgelerinden seçilmiş 8 ülkenin ülkesel toplam sinoptik meteorolojik SDS olayı sayılarının aylık değişimleri.....	668
Şekil 363: Güneybatı Asya ve Doğu Akdeniz ile Türkiye için hesaplanan sırasıyla bölgesel ve ülkesel toplam sinoptik meteorolojik SDS olayı sayılarındaki eğilimler ve yıllararası değişimler.....	669
Şekil 364: Güneybatı Asya ve Doğu Akdeniz bölgelerindeki gözlenen istasyon temelli yıllık toplam sinoptik meteorolojik SDS olaylarının zaman dizilerine uygulanan Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı $u(t)$ sınaması sonuçlarına göre belirlenen eğilimlerin alansal dağılışı deseni.....	670
Şekil 365: Kararsız havayı (a), radyasyon (b) ve sübsidans (c) enversiyonlarının egemen olduğu kararlı hava koşullarını temsil eden atmosferin dikine sıcaklık profillerine bağlı olarak, duman hörgüçlerinin ve hava kirliliğinin dikine taşınmasının şematik gösterimi.....	671
Şekil 366: Rüzgâr hızının hava kirliliğinin dağılması üzerindeki etkisinin çizimsel gösterimi.....	674
Şekil 367: Çeşitli hava kirleticilerinin kaynakları ve taşınmaları ile asit yağışlarının oluşumları ve çeşitli ortamlarda kuru birikme ve ıslak birikme (asit yağışı) şeklinde gerçekleşen birikme süreçlerinin birlikte kuramsal gösterimi.....	676
Şekil 368: Kükürt dioksitin (SO_2) başlıca kaynakları ile atmosferde su buharı ve oksijen ile tepkimeye girerek sülfürik asit (H_2SO_4), sülfat aerosolleri ve dumanını oluşturma süreci ve asit yağışı oluşumunun çizimsel gösterimi.....	677
Şekil 369: İklim değişikliği, iklim değişikliğinden etkilenebilirlik ve iklim duyarlı sağlık risklerinin ilişki ve etkileşimleri.....	710
Şekil 370: 2100 yılına kadar gerçekleşmesi öngörülen denge iklim duyarlılığı sonucunda yıllık ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artışların büyüklüğü ve gerçekleşme olasılıkları.....	713
Şekil 371: Sıcaklık dağılımının ekstrem değerlerindeki kavramsal değişiklikler ve genelleştirilmiş aşırı değer (GEV) parametreleriyle bağlantıları.....	715
Şekil 372: Yüzde birliklerin (persantil) normal olasılık dağılımı üzerindeki çizimsel gösterimi.....	716
Şekil 373: Yıllık donlu gün sayılarındaki uzun süreli doğrusal olmayan eğilimlerin Türkiye'deki coğrafi dağılışı deseni.....	723

Şekil 374: Don gözlenmeyen dönemin uzunluğundaki uzun süreli doğrusal olmayan eğilimlerin Türkiye'deki coğrafi dağılışı.....	723
Şekil 375: 2010 yılı yaz mevsimi tropikal gün sayılarının 1961-1990 döneminin ortalama ve standart sapmasına göre hesaplanan yıllık normalleştirilmiş anomalilerin Türkiye'deki coğrafi dağılışı ..	724
Şekil 376: Türkiye'de yıllık tropikal gece sayılarında saptanan uzun süreli eğilimlerin coğrafi dağılışı..	725
Şekil 377: Türkiye'de gözlenen rekor maksimum ve rekor minimum hava sıcaklığı olaylarının yıllık sayılarının pentadlara göre değişimi ..	726
Şekil 378: Türkiye'nin (a) en düşük ve (b) en yüksek hava sıcaklıkları için hesaplanan sıcak hava dalgası sayısı, süresi, frekansı, büyüklük ve amplitüdünü içeren sıcak hava dalgası indislerinde gözlenen 10'ar yıllık zamansal değişimler.	727
Şekil 379: Türkiye'nin (a) en düşük ve (b) en yüksek hava sıcaklıkları için hesaplanan sıcak hava dalgası zaman dizilerindeki uzun süreli eğilimlerin coğrafi dağılışı desenleri ..	728
Şekil 380: (a) Dinamik bulut tohumlama amacıyla uçakla bir soğuk bulutta tepe tohumlaması için yapay yoğunlaşma çekirdeği olarak Agl ve kuru buz tanecikleri serpilmesi; taban tohumlaması içinse, Agl tanecikleri şeklindeki yoğunlaşma çekirdeklerinin aşağıda yükselici akımların içerisine serpilmesi. (b) Dinamik tohumlama sürecinin gelişme aşamaları ..	733
Şekil 381: Sıcak bulutların higroskopik tohumlaması ve yağmur yağışının oluşumu.	734
Şekil 382: Nedensel mi yoksa şans eseri mi? Olağan bir <i>cumulus</i> bulutunun dikkat çekici büyümesinin aşamaları.	737

SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU ŞEKİLLERİ

Şekil OK-1: Güneş'in bölümleri	121
Şekil OK-2: Güneşin büyüklüğünün, Yerküre, Neptün, Uranüs, Satürn ve Jüpiter gezegenleriyle karşılaştırmalı gösterimi	122
Şekil OK-3: Tropikal orta ve doğu Pasifik basınç ve rüzgâr sistemlerinde normal (a) ve El Niño (b) koşulları arasında gözlenen farklar	271
Şekil OK-4: Güney Salınımı İndisi'nin (SOI, normalleştirilmiş Tahiti - Darwin basınç farkının), uzun süreli yıllık (Ekim-Eylül arası) değişimi	274
Şekil OK-5: Meteoroloji balonu aracılığıyla gerçekleştirilen bir yüksek atmosfer radyosonde ya da rawinsonde gözleminden elde edilen sıcaklık (T) ve doyma noktası sıcaklığı (T_d) ölçüm değerlerinin işlenerek, T ve T_d 'nin yükseklikle değişiminin gösterildiği bir termodinamik diyagramı	353
Şekil OK-6: Ocak 2004'in sonlarına doğru, Türkiye'nin büyük bir bölümü ile birlikte Marmara Bölgesi'nde de etkili olan, ancak Çanakkale yöresinde daha büyük sorunlara neden olan kar fırtınası afetini oluşturan, (a) derin ve etkin orta enlem cephesel alçak basınçının 22 Ocak 2004'teki coğrafi konumu, yüzey basınç ve rüzgâr dolaşım deseni ile hava olayları ve (b) Kızılötesi dalga boyunda elde edilen uydu görüntüsü	480
Şekil OK-7: Ocak 2004 Çanakkale kar fırtınası afetini oluşturan derin ve etkin orta enlem siklonunun 21-23 Ocak 2004 günlerinde Çanakkale yöresinden geçişi sırasında Çanakkale Meteoroloji İstasyonunda kaydedilen hava olaylarının ve değişkenlerinin saatlik değişimleri	481
Şekil OK-8: 8 Haziran 1966'da ABD'deki Topeka hortumundan sorumlu olan yüzey ve yüksek hava desenlerini ve orta enlem jet akımının yerini gösteren birleşik 19:00 GMT zamanlı sinoptik harita	517
Şekil OK-9: İzmir Çeşme-Alaçatı hortumunun tam olduğu anda Avrupa, Akdeniz Havzası ve Türkiye'deki yüzey sinoptik meteorolojik öge ve koşullarını gösteren 11 Şubat 2021 gün ve 18:00 GMT zamanlı sinoptik meteorolojik yüzey gözlemlerinin işlendiği ve cephe analizinin yapılmış olduğu DDB yüzey hava haritası	519
Şekil OK-10: 11 Şubat 2021 gecesi saat 21.00 dolayında İzmir'in Çeşme ilçesinde oluşan şiddetli gökgürültülü fırtına ve sonuçlarına göre F2 ya da olasılıkla F3 kategorisine giren hortum olayının yol açtığı afetin boyutlarına ilişkin görüntüler	520
Şekil OK-11: Meteorolojik, Tarımsal, Hidrolojik ve Sosyoekonomik kuraklıklar arasındaki ilişkilerin çizimsel gösterimi	589
Şekil OK-12: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı (UHKİA) Sürekli İzleme Merkezi'nin ölçüm ve hesaplamalarına göre, 7 Aralık 2020 günü Türkiye illerinde ve diğer yerleşim birimlerinde kurulu ölçüm istasyonlarındaki hava kalitesi durumu	687
Şekil OK-13: Bir hava kalitesi izleme istasyonu	688
Şekil OK-14: 12 Eylül 2020 tarihinde Ankara'nın Polatlı ilçesi ve çevresinde oluşan kum ve toz fırtınasına ilişkin çeşitli görüntüler [32].	692
Şekil OK-15: Ankara Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nde gerçekleştirilen yüksek atmosfer rawinsonde gözlemlerine göre 12 Eylül 2020 gün ve 09:00 GMT zamanlı Skew-T Log-P diyagramı	693
Şekil OK-16: (a) Avrupa, Kuzey Afrika, Orta Doğu ve Türkiye'nin 12 Eylül 2020 gün ve 00:00 GMT zamanlı 850 hPa standart basınç düzeyi haritası (MGM). (b) Türkiye ve bölgesinin 12 Eylül 2020 gün ve 12:00 GMT zamanlı EUMETSAT kızılötesi uydu görüntüsü	694

Şekil OK-17: İstanbul 2007-2008 Bulut ve Aerosol Araştırma Projesi kapsamında kullanılan SOAR Piper Cheyenne II modeli çift motorlu tohumlama uçağı (a); bulut tohumlama uygulamalarında uçağın kanatlarında hazırlanan AgI fişek düzeneğı (b); kanat altına yerleştirilen bulut görüntüleme aleti (CIP) ve bulut damlacığı ölçüm aleti (CDP)743

SEÇİLMİŞ OKUMA KONUSU ÇİZELGELERİ

Çizelge OK- 1: Güneş'in uyduları, Güneş'ten uzaklık, yıl uzunluğu ve gezegen sınıflandırmaları.	123
Çizelge OK- 2: Klimatolojik, meteorolojik, hidrolojik ve toprak verisine dayanan başlıca kuraklık indisleri, bunların hesaplanması için gerekli olan verilerin ve kullanım alanlarının sınıflandırılması.	590
Çizelge OK- 3: Temiz Hava Bölgeleri ve bağılı illerin listesi.	689
Çizelge OK- 4: İstanbul'da Ekim 1990-Mayıs 1991 döneminde gerçekleştirilen Yapay Yağış Projesinin uçuş ve tohumlama bilgilerinin özeti.	742

EKLER BÖLÜMÜ ŞEKİLLERİ

Şekil Ek D-1: Bir argon (Ar) atomunun iç yapısının şematik gösterimi.....	760
Şekil Ek E-1: İspanya ve Fas üzerinde konvektif kararsızlık nedeniyle gelişen çok hücreli etkili gökgürültülü fırtına sistemlerinin 29 Haziran 2006 16:00 GMT zamanlı birleşik uydu görüntüsü.....	763
Şekil Ek E- 2: Küremsi bir gezegende GKDB Güneş ışınımına (Güneş akısı) karşı oluşan gölge alanının kuramsal grafiksel gösterimi.	765
Şekil Ek E-3: Sera etkisinin fiziği: GUDB yer ışınımına karşı zayıf geçirgen, GKDB Güneş ışınımına karşysa kuvvetli geçirgen olan Yerküre atmosferindeki enerji akılarının temel eşitlikleriyle birlikte gösterimi.	767
Şekil Ek E- 4: Yüzey enerji dengesindeki çeşitli öğeler/parametreler arasındaki ilişkilerin yalınlaştırılmış gösterimi.	769

EKLER BÖLÜMÜ ÇİZELGELERİ

Çizelge Ek A-1: Bazı sayıların bilimsel notasyon kullanılarak açıklanması.....	747
Çizelge Ek B-1: SI temelli başlıca ölçü birimleri.	749
Çizelge Ek B-2: Bazı türetilmiş SI birimleri.	749
Çizelge Ek B-3: Bazı fiziksel büyüklüklerin SI temelli birimleri.	750
Çizelge Ek B-4: Bilimsel amaçlar için sık kullanılan başlıca ölçü örnekleri.	750
Çizelge Ek C-1: Bilim ve matematikte kullanılan Yunan alfabesi harflerinin büyük ve küçük harf simgeleri, isimleri ve okunuşları.....	751
Çizelge Ek C-2: Uzunluk ölçü birimlerinin birbirlerine dönüşümleri.	752
Çizelge Ek C-3: Hava basıncı birimlerinin birbirlerine dönüşümleri.....	752
Çizelge Ek C-4: Sıcaklık ölççeklerini birbirlerine dönüştürme Eşitlikleri.....	752
Çizelge Ek C-5: Hız ölçü birimlerinin birbirlerine dönüşümleri.....	753
Çizelge Ek G-1: Elementlerin listesi, Periyodik Çizelge elementlerinin atom numaralarına (Atom No.) göre düzenlendi.	782