



Bu sayıda

Enerji ve İklimle ilgili İstatistikler

1

Enerji ve İklim Haberleri

3

Özel Dosya: Yıldırım ve Yıldırım Tahmini

7

GELECEK SAYININ ÖZEL DOSYA KONUSU:
KARBON AYAK İZİ ve HESAPLAMALARI:
BÜYÜKŞEHİR UYGULAMALARI



HAKKIMIZDA

İTÜ Sürdürülebilir Enerji ve İklim Sistemleri Laboratuvarı 2021 yılında kurulmuştur. Laboratuvar üyeleri, yenilenebilir enerji, iklim değişikliği, iklim değişikliği azaltımı, atmosferik öngörülebilirlik ve istatistiksel/sayısal model ile ilgili çeşitli konularda çalışan lisans, yüksek lisans, doktora öğrencileri ve araştırmacılarıdır.

Laboratuvarın misyonu atmosfer, iklim, iklim değişikliği, yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili bilimsel çalışmalar ve yayınlar yapmak, bu alanlarda uzman/bilim insanı yetiştirmek, üniversite-sanayi işbirliğine katkı sağlamak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyük sorunu olan süreksizlikle ilgili bilimsel araştırmalar yaparak sürdürülebilir çözümler geliştirmektir.

Bu iki aylık e-bülten, laboratuvar üyeleri tarafından yayınlanmaktadır.



Laboratuvar Sorumlusu:

Prof. Dr. Ahmet Duran Şahin

Laboratuvar Üyeleri:

Tolga Kara, Esra Gün, Nida Doğan, Mehmet Seren Korkmaz, Kerim Atilla Korkmaz, Sena Ecem Yakut, Fatmanur Akdoğan, Aybüke Aydemir, Bahadır Karabekiroğlu, Aynur Karanfil, Osman Tek, Meryem Mutlu Şahin, Ali Osman Mut

Sürdürülebilir enerji ve iklim sistemleri laboratuvarının logosunu tasarlayan İsmail Can Şahin'e katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Adres:

Sürdürülebilir Enerji ve İklim Sistemleri Laboratuvarı,
İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi,
Maslak, 34469 İstanbul/Türkiye

Bilgi almak için sustecs.itu.edu.tr web adresine giriş yapabilirsiniz. Sorularınızı ve görüşlerinizi sustecs@itu.edu.tr adresine e-posta yoluyla iletebilirsiniz.



Ahmet Duran Şahin 

Prof. Dr.
SENERJİS Yürütücüsü

BU SAYIDA

İlk sayımızda da belirttiğimiz üzere bu tür bültenlerin en önemli eksikliği uzun soluklu olmamalarıdır. Bu çerçevede, her sayıda mümkün olduğunca tek konuyu ele almayı ve iklim, atmosfer, enerji ile ilgili güncel durumları sizlere iletip sürdürülebilir bir bülten ortaya koymayı hedeflediğimizi belirtmiştik. Bu sayıda, tarih boyunca gizemini korumuş önemli atmosferik bir olay olan yıldırım ele alınmıştır. Bu gizemli olayı hem tarif hem de tahmin edebilmek gerçekten de zor bir durum olup büyük bir bilgi birikimi ve bunun yanında ısrarcı bir çaba gerektirmektedir. Yıldırım hayatın içindeki birçok unsuru doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Çoğu zaman afet boyutuna ulaştığı veya afete neden olduğu gibi bazen de görüntüsüyle hafızalarımızda iz bırakmaktadır. Yıldırım, en başta atmosferle yani dış ortamla doğrudan bağlantılı olan sektörleri etkilemekte olup bunlardan ulaşım, inşaat, tarım, orman, enerji ve hayvancılık en önde gelenleridir. Doğru bir yıldırım tahmini ve erken uyarı sistemi bu sektörlerin hem iş gücü kaybını azaltacak hem de en önemlisi can ve mal kaybını azaltacaktır.

Ülkemizde yıldırım ve yıldırım tahmini konusunda yapılan çok az sayıda yüksek lisans ve doktora tezi bulunmaktadır. Bu tezlerden biri olan “WRF Bölgesel Modeli, YTTS Gözlemleri ve İstatistiksel Yöntemler Kullanarak İstanbul Yıldırım Düzeninin İncelenmesi” başlığıyla, Yüksek Meteoroloji Mühendisi Kerim Atilla Korkmaz tarafından İTÜ Atmosfer Bilimleri Yüksek Lisans Programında tamamlanmıştır. Atilla, bu sayıda yapabildiği ölçüde herkesin anlayabileceği seviyeye tezini indirgemeye ve aktarmaya çalışmıştır. Bu ilginç konu ve değerli çalışmayla ilgili kafanızda sorular oluşacağını düşünüyorum ve bunlarla ilgili lütfen SENERJIS iletişim araçlarıyla bağlantıya geçiniz.

Bu sayının hazırlanmasında emeği geçen başta Tolga Kara ve Kerim Atilla Korkmaz olmak üzere bütün SENERJIS ekibine teşekkürlerimi sunmak isterim.

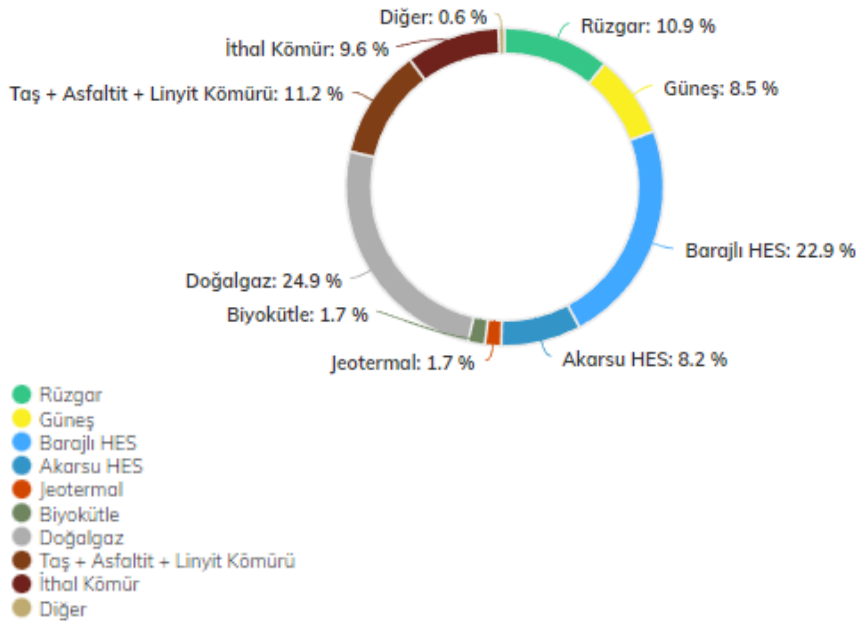
Gelecek sayıda görüşmek dileğiyle...



Enerji ve İklimle ilgili İstatistikler

Hazırlayan: Tolga Kara

Kaynak Türlerine göre Kurulu Güç Temmuz 2022



Kaynak	Kurulu Güç*
Rüzgar	11,028
Güneş	8,591
Barajlı HES	23,275
Akarsu HES	8,283
Jeotermal	1,686
Biyokütle	1,737
Doğal Gaz	25,283
Taş + Asfaltit + Linyit Kömürü	11,388
İthal Kömür	9,714
Diğer	644
Toplam	101,629

*Verilen değerler MW cinsindedir.

Elektrik üretim santrallerinin kurulu güçleri kaynak bazında incelendiğinde, ilk sırada 25,283 MW (%24.9) ile Doğal Gaz yer almaktadır. Ardından 23,275 MW (%22.9) ile Barajlı, 11,388 MW (%11.2) ile Taş Kömür-Linyit-Asfaltit, 11,028 MW (%10.9) ile Rüzgar, 9,714 MW (%9.6) ile İthal Kömür, 8,283 MW (%8.2) ile Akarsu ve 644 MW (%0.6) ile Diğer kaynaklar gelmektedir.

DOLAR

18.20 ₺

BENZİN

19.23 ₺/L

EURO

18.19 ₺

MAZOT

24.82 ₺/L

BRENT PETROL

95.64 \$/BL

FUEL OİL

14.34 ₺/KG

Kaynak: Brent Petrol fiyatı [Bloomberg](#) sitesinden alınmıştır ve 31 Ağustos 2022 tarihine aittir.

Kaynak: Akaryakıt fiyatları [Türkiye Petrolleri](#) sitesinden alınmıştır ve 31 Ağustos 2022 tarihine aittir.

Kaynak: Döviz kurları [TCMB](#) sitesinden alınmıştır ve 31 Ağustos 2022 tarihine aittir.

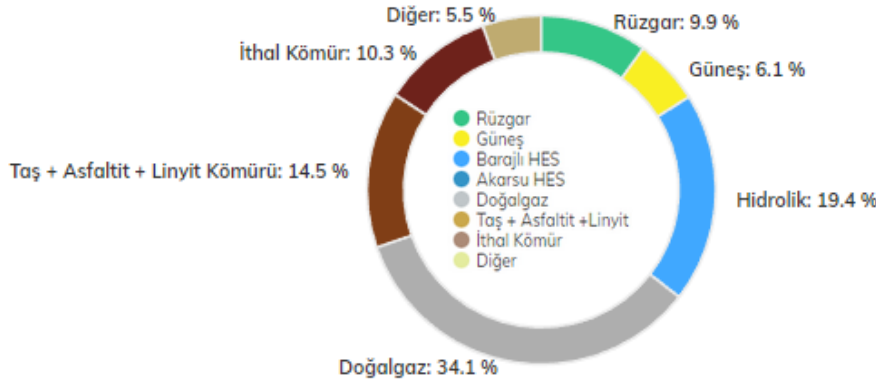
Kaynak: Elektrik üretim verileri 10 Eylül 2022 tarihinde EPIAŞ'ın Elektrik Piyasaları Ağustos 2022 Raporu henüz yayınlanmadığından Temmuz 2022 Raporundan alınmıştır.



Enerji ve İklimle ilgili İstatistikler

Hazırlayan: Tolga Kara

Kaynak Türlerine göre Elektrik Üretimi Ağustos 2022



2022 yılı ilk 8 ayında, 2021 yılı aynı döneme göre %3.26 daha fazla elektrik üretimi gerçekleştirildi. Doğalgaz ile elektrik üretimi %28.79 azalırken, rüzgar enerjisinde %20.86'lık, biyokütlede ise %31.15'lik bir artış oldu. Güneş enerjisi üretimi ise %82.78 artmıştır. Elektrik üretiminde en büyük pay %22 ile doğalgaz ve %18 ile barajlı hidroelektrik santrallerindedir. Fosil yakıt kaynaklı elektrik üretimi, geçen yıl aynı dönemde %60 iken bu yıl %50 seviyelerindedir.

Kaynak	Ağustos 2021	Temmuz 2022	Ağustos 2022	Aylık Değişim (~Ağustos 2021)	Aylık Değişim (~Temmuz 2022)
Rüzgar	2,603,139	4,170,106	2,755,005	5.83% ▲	33.93% ▼
Güneş	1,383,547	1,809,459	1,704,112	23.17% ▲	5.82% ▼
Hidrolik	4,805,059	5,600,882	5,399,153	12.36% ▲	3.60% ▼
Doğal Gaz	12,433,451	5,646,620	9,475,066	23.79% ▼	67.80% ▲
Taş + Asfaltit +Linyit Kömürü	2,828,810	3,980,156	4,035,605	42.66% ▲	1.39% ▲
İthal Kömür	5,481,382	5,571,615	6,128,896	11.81% ▲	10.00% ▲
Diğer	1,354,799	1,549,014	1,518,700	12.10% ▲	1.96% ▼
Toplam	33,854,393	28,327,852	33,109,828	2.20% ▼	16.88% ▲

Kaynak: Elektrik üretim verileri 10 Eylül 2022 tarihinde EPIAŞ'ın Temmuz 2022 Elektrik Piyasaları Aylık Raporu'ndan ve Ağustos 2022 Elektrik Piyasaları Haftalık Raporlarından alınmıştır.



Enerji ve İklim Haberleri*

Hazırlayan: Tolga Kara

Dünyanın ilk enerji adası nasıl çalışacak?

- Danimarka birisi Baltık Denizi'ndeki Bornholm diğeri ise Kuzey Denizi'nde iki tane enerji adası geliştirmeye ve inşa etmeye karar verdi.
- Enerji adaları dünyanın ilk karbonsuz enerji sistemleri örneği olup tamamen yenilenebilir enerjiye dayalı olacak.
- Enerji adalarından elde edilecek enerji ise ya Danimarkalı tüketicilere devredilecek, ya Avrupalı komşularına satılacak ya da fosil yakıt olmayan sıvı yakıtları üretmek için kullanılması bekleniyor.

Avrupa'da enerji krizi gaz krizini geride bırakıyor.

- Timera Enerji Avrupa'nın büyüyen enerji krizinin, bunun gaz fiyatlarında yeni bir artışa neden olduğuna işaret ederek enerjiyle gaz fiyatı arasındaki mekanizmayı çalıştıran durumların incelemesini yaptı.
- Bu yaz Avrupa'da gerçekleşenayrı bir güç krizi de devam etmekte olup bunun ardından faktörler:
- Çok düşük Fransız nükleer enerji kullanılabilirliği,
- İskandinavya'dan İber Yarımadası'na kadar tarihi en düşük hidro depolama seviyeleri (yaygın kuraklık koşulları sebebiyle)
- Batı Avrupa genelinde termik santrallerin kapatılması (yaşlanan kömür, nükleer&gaz santralleri)
- Ren nehrinin çok düşük su seviyesine sahip oluşu (Ör. Alman elektrik santrallerine mavna kömürü teslimatını etkileyen) ile birlikte Rusya'yla yaşanan çatışmanın neden olduğu lojistik sorunların yakıt tedarikini etkilemesi
- Düşük rüzgar ve güneş enerjisi üretimi dönemleri

Karbondiyoksit yoğunluğu Haziran ayının son haftasında tekrardan 420 ppm'in üstüne çıktı.

- ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi'ne bağlı olarak Havai'de faaliyet gösteren Mauna Loa İstasyonu verilerine göre bu değer, 26 Haziran - 2 Temmuz 2022'de 420.31 ppm ölçülürken geçtiğimiz yılın aynı döneminde 418.14 ppm ölçülmüştü.
- 2012 yılında ise bu değer 395.36 ppm seviyelerindeydi.
- İklim değişikliği ile mücadele için güvenilir sınırın 350 ppm olduğu bu değer aylık ortalama olarak ilk defa 1988 yılında aşıldı ve sanayileşme dönemi öncesi 280 ppm düzeyindeydi.

İspanya'da Mayıs-Ağustos döneminde 4 bin 600 kişi aşırı sıcaklara bağlı nedenlerden öldü.

- Devlet Meteoroloji Ajansının kayıtlarında Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarının geçmiş yıllardaki aynı döneme göre yüzde 60 daha sıcak olduğuna işaret etti.
- Resmi verilere göre, İspanya'da 2021 yazında, aşırı sıcaklığın neden olduğu ölüm sayısı 1447'ydi.

Avrupa son 500 yılın en kurak dönemini yaşıyor.

- Ortak Araştırma Merkezinin (JRC) Avrupa Kuraklık Gözlemevi'nin analiz ve verileri temelinde hazırladığı "Avrupa'daki Kuraklık-Ağustos 2022" raporu yayımlandı.
- Temmuz ayındaki endişe verici kuraklığın devam ettiği belirtilen raporda, AB topraklarının yüzde 47'sinin hala 'uyarı verici'durumla karşı karşıya olduğu, AB'nin %17'sinde ise "alarm verici" bir kuraklık bulunduğu kaydedildi.

*Haberlerin detaylarına bülteni indirdikten sonra altı çizili haber başlıklarına tıklayarak ulaşabilirsiniz.



Enerji ve İklim Haberleri*

Hazırlayan: Tolga Kara 

Türkiye'nin enerji ithalatı faturası Temmuz ayında bir önceki yıla göre yaklaşık yüzde 96 oranında arttı.

- TÜİK ve ile Ticaret Bakanlığı tarafından oluşturulan geçici dış ticaret istatistiklerine göre, geçen yılın Temmuz ayında Türkiye enerjiye 3 milyar 958 milyon 869 bin dolar ödemişti.
- Böylelikle enerji ithalatı faturası 2022 yılı Temmuz ayında bir önceki yılın Temmuz ayına göre yaklaşık yüzde 96 oranında arttı.

SHURA'nın hazırladığı 'Türkiye Enerji Dönüşümü Görünümü-2021' raporunu yayınladı.

- Türkiye'nin enerji dönüşümünü 'yenilenebilir enerji', 'enerji verimliliği', 'elektrifikasyon' ve 'yeni teknolojiler' başlıkları altında 2021 yılını odağına alarak geçmişe yönelik trend analizlerini ve Türkiye enerji dönüşümünü için aşılması gereken güçlüklerle yönelik bir yol haritası paylaştı.

Wood Mackenzie'nin Küresel Enerji Depolama Görünümü'ne göre, kümülatif depolama dağıtımlarının 2031 yılına kadar 500 GW'a ulaşması bekleniyor.

- ABD ve Çin, pazarda küresel talebin yüzde 75'ini temsil ediyor.
- Avrupa, güneş PV pazarı için hedeflediği, Avrupa Komisyonu'nun REPowerEU planı kapsamında, 600 GW'lık planın Mayıs 2022'de başlatılmasından bu yana 12 GWh'lik bir artış gördü.
- Raporda, Çin'in 2031 yılına kadar tahmin edilen 400 GWh'den fazla talep ile Asya Pasifik pazarındaki hakimiyetinin devam edeceği öngörülüyor.

Birleşik Krallık, dünyada bir ilk olan çalışmada mavi karbon depolarının tam haritasını çıkaracak.

- Dünyanın ilk mavi karbon haritalandırma projesi İskoçya'da başlatıldı. Proje ekibi, bu çalışmanın Birleşik Krallık'ın net sıfır hedeflerini gerçekleştirmede önemli bir rol oynayacağını belirtiyor.
- Üçte ikisi denizlerle kaplı olan Birleşik Krallık'ta hükümet, net sıfır hedefleri doğrultusunda, 2030 yılına kadar denizlerin %30'unu korumayı tahahhüt etmişti.

Resmi Gazete'de 11.08.2022 tarihinde yayınlanan lisanssız elektrik üretim yönetmelik değişikliğinde tüketim fazlası elektriğin satışına kısıtlama getirildi.

- Solar 3GW yapılan bu kısıtlama ile ilgili özet bir inceleme yayınladı.
- Bununla birlikte sektörde oluşan soru işaretlerini gidermek amaçlı sanayi, ticarethane ve mesken tüketici profilleri üzerinden örneklendirerek bu çalışmayı tamamlayıcı yeni bir çalışma yayınladı. Çalışmaya ulaşmak için haber başlığına tıklayarak ulaşabilirsiniz.

2022'nin ilk yarısında Almanya, elektriğinin yüzde 49'unu yenilenebilir kaynaklardan sağladı.

- Rüzgâr türbinlerinin payı yüzde 17'den yüzde 21'e, güneş panelleri yüzde 10'dan yüzde 12'ye çıkarırken, ülkedeki elektrik tüketimi 2 milyar kWh azalarak 281 milyar kWh oldu.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin payı, bir önceki yılın aynı dönemine göre altı puan daha fazla oldu.
- Toplamda, yenilenebilir enerji üretimi 139 milyar kWh olurken, 17 milyar kWh ihraç edildi.

*Haberlerin detaylarına bülteni indirdikten sonra altı çizili haber başlıklarına tıklayarak ulaşabilirsiniz.



Enerji ve İklim Haberleri*

Hazırlayan: Tolga Kara 

Sürdürülebilir Ekonomi ve Finans Araştırmaları Derneği (SEFiA), 2053 Net Sıfır emisyon hedefi yolunda emekli edilmesi gereken kömürlü termik santraller hakkında ekonomik bir inceleme yayımladı.

- Analize göre, özelleştirilen santrallerin hemen hepsi 2030'ların ikinci yarısına kalmadan özelleştirme bedellerini ödeyerek emekli edilebilir duruma geliyor.
- Çalışmada, net sıfır hedefine ulaşmak için yaşlı ve ekonomik ömrünü tamamlamış/tamamlamak üzere olan santrallerin devreden çıkarılmasının uygunluğu yalnızca kamu maliyesi gözünden değil, yatırımcı açısından da ekonomik olarak değerlendiriliyor.

Pakistan'da şiddetli yağışlar sebebiyle ölenlerin sayısı 1033'e çıktı.

- Pakistan Ulusal Afet Yönetim Ajansı (NDMA) verilerine göre, ülkede son 24 saatte 119 kişi yaşamını yitirdi, 71 kişi yaralandı.
- Ülke genelinde 14 Haziran'dan bu yana etkili olan şiddetli yağışlarda hayatını kaybedenlerin sayısı 1033'e çıktı, 1527 kişi yaralandı. 719 bin 558 çiftlik hayvanı hayatını kaybetti.
- Şiddetli yağışlar sebebiyle 149 köprü yıkıldı, 3 bin 451 kilometre kara yolu hasar gördü.
- Hasar gören 949 bin 858 evden 287 bin 412'si tamamen yıkıldı.

2021'deki orman yangınlarında Portekiz büyüklüğündeki alan yok oldu.

- Birleşmiş Milletler (BM), bu yüzyılın sonuna kadar ekstrem orman yangınlarında yüzde 50'lik bir artış yaşanacağını tahmin ediyor.

Fosil yakıtlara destek, iklim taahhütlerine rağmen iki katına çıktı.

- Dünyanın toplam enerji tedarikinin yüzde 85'ini oluşturan OECD ve G20 ülkelerinin de dahil olduğu 51 enerji üreticisi ve tüketicisi ülkenin fosil yakıtlara sağladığı sübvansiyon miktarı 2020'de 362,4 milyar dolar seviyesindeydi.
- İklim değişikliğiyle mücadele taahhütlerine rağmen bu 51 ülkenin fosil yakıtlara sağladığı destek, 2021 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık iki katına çıkarak 697,2 milyar doları buldu.
- Fosil yakıtlara sağlanan toplam desteğin 302,7 milyar dolarını petrol ürünleri sektörü oluşturdu.
- Bunu, 209,3 milyar dolarla elektrik, 166 milyar dolarla doğal gaz ve 19,2 milyar dolarla kömüre sağlanan sübvansiyonlar izledi.
- Global Energy Monitor'ın (GEM) raporuna göre, kömürden uzaklaşmaya devam eden OECD ülkeleri arasında kömürle işleyen yeni bir termik santral projesi planlamayanların oranı yüzde 86.
- Bu ülkelerden sadece altısı yeni kömür projesi planlıyor. Bunlar Türkiye, ABD, Avustralya, Polonya, Meksika ve Japonya.
- Türkiye kömür santrali projeleriyle dünya çapında en fazla kapasite artışının planlandığı altıncı ülke konumunda.

*Haberlerin detaylarına bülteni indirdikten sonra altı çizili haber başlıklarına tıklayarak ulaşabilirsiniz.



Enerji ve İklim Haberleri*

Hazırlayan: Tolga Kara 

Avrupa'da karbon fiyatları 100 Avro'ya yaklaştı.

- Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi karbon kredilerinin fiyatı 19 Ağustos 2022, Cuma günü 99,14 Avro/milyon-ton karbondioksit eşdeğeri yeni bir rekor kırdı.

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları için kurul oluşturuldu.

- 18 Temmuz'da Resmi Gazete'de yayımlanan Cumhurbaşkanlığı Genelgesine göre, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ile ilgili uygulamalarda kamu kurumlarında işbirliğinin artırılması için Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma Koordinasyon Kurulu kuruldu.

Kuraklıkla boğuşan ülkelerde bulut tohumlama çalışmaları sürüyor.

- Derin bir kuraklıkla boğuşan Çin ve iklim değişikliğinin etkileri ve artan nüfusuyla su talebi artan Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), yapay yağmur teknolojilerinin (bulut tohumlama gibi) kullanımında dünyada başı çekiyor.
- BAE, bulut tohumlama ile yılda ortalama 100 milimetreden daha az olan yağışlarını artırmaya çalışıyor.
- Çin de devam eden kuraklıkla mücadele etmek için ülkenin güneybatısındaki Sichuan Eyaleti ve Chongqing Belediyesi'nde bulut tohumlama için 20 dakika süreli 10 milimetre yağış için gerekli parçacıkları içeren altı çubuk fırlatıldı.

İklim değişikliği bulaşıcı hastalıkların yüzde 58'ini ağırlaştırdı.

- Nature Climate Change dergisinde yayımlanan makaleye göre, küresel ısınmanın toplamda 160 hastalığı ağırlaştırdığını buldu.
- İklim değişikliğinin kızamık, sıtma, ishal gibi toplamda 160 bulaşıcı hastalığın şiddetini artırdığını, bazı durumlarda ise zatürre gibi soğuk bölgelerde etkili hastalıkları ise hafiflettiğini buldu.
- Sıcaklık artışı, yağış değişiklikleri ve seller, hastalıkların ağırlaşmasında en önemli etkenler oldu.

Hindistan'da 8 bölgeye yıldırım düştü: 20 ölü

- Hindistan Tropikal Meteoroloji Enstitüsü'nün uydu verileri de yıldırımların sayısında 1995-2014 arasında çok hızlı artış görüldüğünü gösteriyor.
- Kâr amacı gütmeyen bir kuruluş olan İklim Dayanıklı Gözlem Sistemleri Konseyi'nin yürüttüğü bir araştırmaya göre de Hindistan'da düşen yıldırım sayısı Nisan 2020-Mart 2021 arasında 18 milyonla rekor kırdı.
- Bu, bir yıl öncesinin aynı dönemine göre yüzde 34'lük artışa tekabül ediyor.

Eskişehir'de yıldırım düşen ormanda yangın çıktı.

- Eskişehir'de yağışların ardından ormanlık alanlara düşen yıldırımlar yangına sebep oldu ve 5 hektarlık bir alan zarar gördü.

*Haberlerin detaylarına bülteni indirdikten sonra altı çizili haber başlıklarına tıklayarak ulaşabilirsiniz.

ÖZEL DOSYA

Yıldırım ve Yıldırım Tahmini*

Hazırlayan: Meteoroloji Yüksek Mühendisi Kerim Atilla Korkmaz 

Görkemli ve zarar verme potansiyeline sahip doğa olayları her zaman insanları etkilemiştir. Yıldırım ve şimşek de doğa olayları arasından en görkemli olanlarından biridir. Yağışlı hava koşullarında gerçekleşmesi, çok kısa süre içerisinde (ani bir şekilde) parlayıp sönmesi ve oldukça yüksek şiddette bir sese neden olması doğa olayları içerisinde yıldırımı ayrı bir noktaya koymaktadır. Dünya'nın her yerinde görülebilmesi nedeniyle de yıldırım her kültürün içinde kendine yer bulmaktadır.

Güvenliğin çok daha üst düzeylere çıktığı günümüzde bile çok fazla insan yıldırımdan ve gök gürültüsünden korkmaktadır. Gök gürültüsü, yıldırım ve şimşekler karşı duyulan anormal korkuya astrafobi denilmektedir. Yetişkinlerin %8'i bu korku ile yaşadığı varsayılmaktadır.



Yıldırım nedeniyle kaynaklanan can ve mal kayıplarının da halen devam ettiği düşünülürse, fiziksel ve psikolojik zararların önlenmesi için yıldırımın doğasının anlaşılması ve tahmin edilebilmesi oldukça önemlidir.

*Kerim Atilla Korkmaz'ın WRF Bölgesel Modeli, YTTS Gözlemleri ve İstatistiksel Yöntemler Kullanarak İstanbul Yıldırım Düzeninin İncelenmesi başlıklı yüksek lisans tezinden derlenmiştir.

Yıldırım'ın Kültürel ve Sosyal Etkileri

Bir varlığın etkisini anlayabilmek için geçmişte bıraktığı izlere bakılmalıdır. Bunun yakın geçmişteki karşılığı haberler ise, uzak geçmişteki karşılığı da kültür öğeleri içinde bulunmasıdır. Bu nedenle kronolojik olarak incelemek için kültür içerisindeki etkilerinden başlamak gereklidir.

Yıldırım bu noktada en fazla referansa sahip doğa olaylarından biridir. Mitlerin çok büyük bir kısmında ilahi bir anlam taşımaktadır. Eski Yunan'da yıldırım ve şimşegin tanrısı Zeus, Olimpos Tanrılarında biridir. Yüceliğine rağmen Zeus kendi başına yıldırıma sahip olamamıştır ve tek gözlü devler (kikloplar) tarafından armağan edilmiştir. İskandinav Mitinde ise Thor <https://unsplash.com/@raychelsnryıldırım> ve şimşek tanrısıdır. Sahip olduğu Mjöllnir sayesinde yıldırım ve şimşege hükmetmektedir. Danca'da, Türkçe Perşembe olan günün adı "Torsdag" şeklindedir. Anlamı Tor'un Günü anlamını taşır. Bu kelime İngilizce'ye "Thor's Day" olarak geçmiş ve günümüzde "Thursday" halini almıştır. Yine günün Almanca ismi ise "Donnerstag" şeklindedir. Donner kelimesi ise Almanca'da gök gürültüsü anlamına gelmektedir.

Türk Mitolojisi içerisinde de yıldırım ve gök gürültüsü yine oldukça önemlidir. Yıldırım ve gök gürültüsünden sorumlu Ülgen vardır. Gök gürültüsünün adı, Eski Türkçe'de "gök kükremesi" şeklinde geçmektedir. Aslan'ın çıkardığı sese verilen kükreme ismi ise gök gürültüsünden gelmektedir. Yıldırımın düşmesi ise ilahi bir mesaj olarak algılanmakta ve mesajın alındığına dair ayinler yapılmaktaydı.



Günümüze baktığımızda ise yıldırımın yine önemli bir olgu olduğunu söyleyebiliriz. Bu kez fiziksel olarak açıklanabildiği için insanların gözündeki büyülü rolü kaybetmiştir. Açıklanabilmesi kayıpları durdurmadığı için sadece tehlikeli koşul gözüyle bakılmaktadır. Tehlike olarak bakılmasında ise bu yıl içerisinde denk geldiğimiz birkaç olaya bakmak yeterli olacaktır.



26 Mayıs 2022 tarihinde verilen bir habere göre, Muğla'nın Fethiye ilçesinde düşen bir yıldırım orman yangınına sebep olmuştur. 27 Temmuz 2022 tarihinde verilen bir başka haberde ise, 20 kişinin yıldırım nedeniyle hayatını kaybettiği, Nisan 2020-Mart 2021 arasında ise Hindistan'da 18 milyon adet yıldırım düştüğünü ve bunun bir rekor olduğu bilgisi veriliyor. Çok yakın bir tarih olan 24 Ağustos 2022'de ise Eskişehir'e düşen bir yıldırım nedeniyle orman yangınının başladığı bildirilmiştir. Yıldırım nedeniyle mal kaybının büyüklüğünü anlatabilecek olaylardan biri yine 2022 yılında Küba'da yaşanmıştır. 6 Ağustos 2022 tarihinde verilen haberde, petrol tankına çarpan bir yıldırım devasa bir yangına sebep olduğu belirtilirken, neyse ki can kaybı gerçekleşmediği bildirilmiştir. Portekiz'de ise hem can hem de mal kaybına neden olan bir orman yangınına neden olmuştur. Yıldırım nedeniyle başlayan bir orman yangını, 1500'den fazla insanın tahliye edilmesine neden olmuş ve yangın kontrol altına alınamadığı gibi 400 kilometre mesafedeki Madrid kentinden orman yangınının kokusu hissedilmiştir. 2022 Ağustos'unun en sonunda ise, Bursa Otobüs Terminali'ne düşen yıldırım sonucunda terminalin çatısı çökmüştür.

Genel olarak istatistiklere baktığımız zaman ise durum çok daha çarpıcı olmaktadır. ABD'de Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi'ne bağlı National Weather Service resmi sitesinde yayınlanan bir hesaplama göre, 2019 yılında ABD'de yıldırıma bağlı 27 ölüm gerçekleşirken, 243 yaralanma gerçekleşmiştir. Ardından ortalama yaşam süresi ve yıldırım etkilediği kişi sayısına bağlı yapılan bir hesaplama, kabaca 1530 kişiden birinin yıldırım çarpması yaşayacağı hesaplanmıştır. Türkiye'de ise yıldırım nedeniyle 1930-2014 arasında 895 ölüm gerçekleşmiş ve 684 yaralanma yaşanmıştır. Bir diğer çalışmada yıldırımın yıllık 400 kişiyi aramızdan aldığı tahminlenmiştir tahmin edilmiştir [Bu başlıktaki kaynaklar için Kaynakça içerisinde 1-12 arasındaki kaynakları inceleyebilirsiniz.](#)

Yıldırım ve Şimşek Gözlemleri

Yıldırım ve şimşek gözlemleri ise yakın bir tarihe kadar sayısal olarak tutulamamıştır. Kişiye bağlı gözlemler mesafeyi ve sayıyı tam olarak kayıt altına alamayacağı için farklı sistemler geliştirilmesi gerekmektedir. Milisaniyeler içerisinde gerçekleşen bir olay için ise diğer meteorolojik olaylar gibi gözlemler yapılması imkansızdır. Bu nedenle, yıldırım olduğu zaman kaydedebilecek fakat normal zamanda da çok fazla maliyete sebep olmayacak sistemler gereklidir. Öztopal'a göre, uzaktan algılama temelli sistemler kişisel gözlemlere göre çok daha doğru sonuç vermektedir; 1980'den itibaren kullanılmaya başlanan bu gözlemler ise Türkiye'ye oldukça geç bir tarih olan 2014 yılının Aralık ayında gelmiştir .

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı 2021 Yılı Faaliyet Raporunda ise Yıldırım Tespit ve Takip Sistemi'nin 41 noktaya kurulmuş olduğu ve lojistik, tarım, enerji, sigortacılık gibi çeşitli sektörlerle destek verdiği belirtilmiştir.

Bu sistemler yıldırımın varış zamanını (Time of Arrival yöntemi) farklı sensörlerden takip etmesi ve cihazların gözlemleri arasındaki farklılıklar sayesinde bulunduğu noktayı ve seviyeyi tam olarak tespit etmesi prensibiyle çalışmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Yıldırım Varış Zamanı (Time of Arrival) Yöntemi

[Bu başlıktaki kaynaklar için Kaynakça içerisinde 13-15 arasındaki kaynakları inceleyebilirsiniz.](#)

Yıldırımı Neden Tahmin Etmeliyiz

Yıldırımın insanlık tarihindeki yerinden ve öneminden bahsettik. Nasıl gözlemlendiğine ilişkin bilgileri paylaştık. Bir emek sarf etmeden önce, bunun ne için olacağını bilmek önemlidir. Bu nedenle yazımızın bu kısmında, yıldırımı tahmin etmek için amaçlarımızdan bahsetmeliyiz. Böylece yıldırım tahmininin insanlara olan faydasını ve hangi iş gruplarının nasıl yarar sağlayacağını anlayabiliriz.

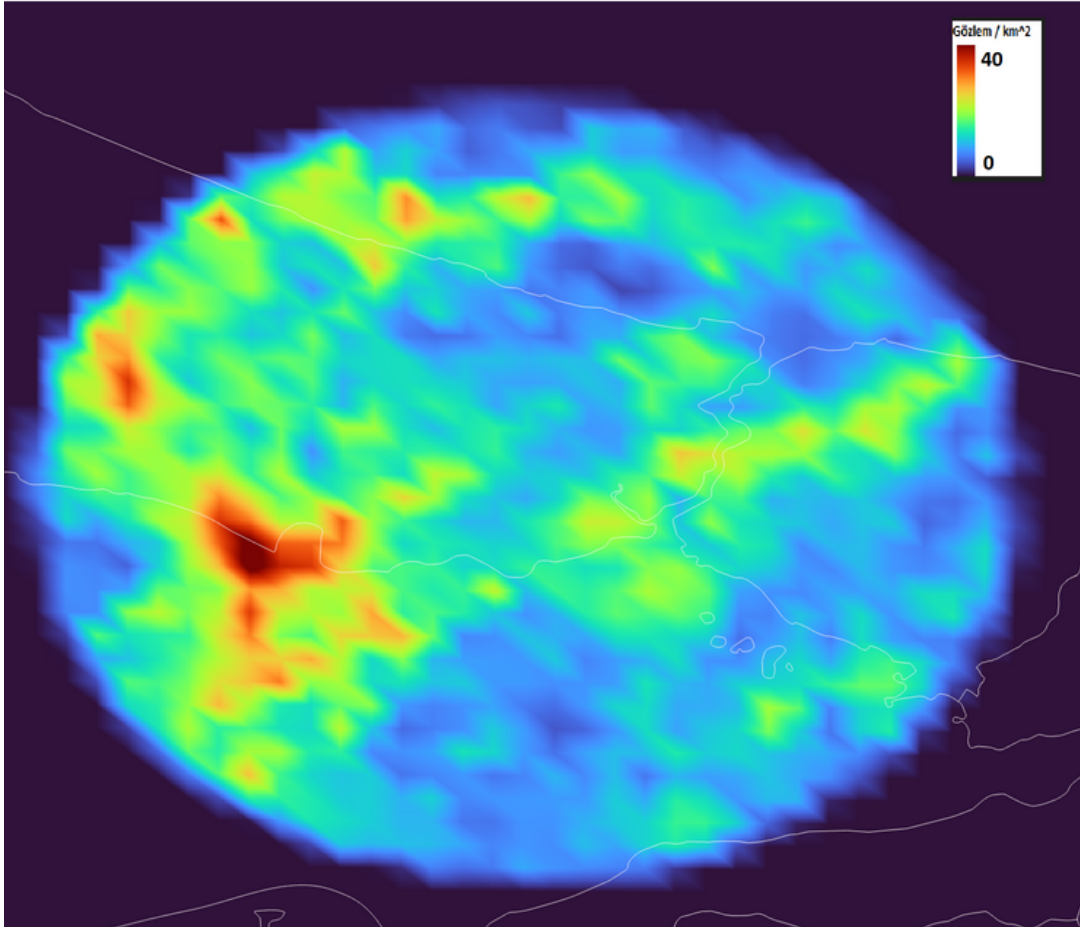
Özellikle açık arazide çalışanlar, yüksek irtifada çalışılan ve yüksek yapılar barındıran inşaat sektörü ve rüzgar enerjisi gibi sektörler en önemli kullanım alanlarındandır. İnşaatla gerçekleşebilecek herhangi bir kaza can ve mal kaybına sebebiyet verecektir. Bunun dışında eğer yıldırım inşaat halindeki bir binaya düşerse planlamaların gecikmesine de neden olabilir. Bu da yıldırım nedeniyle gerçekleşen gizli maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olur. Yenilenebilir enerji sektöründe, örneğin güneş enerjisi santrallerinde de yine yıldırım riski söz konusudur. Genellikle açık arazide yer alan güneş panelleri hem trafoya olan bağlantısı hem kendi üzerindeki elektrik yükü hem de çevresinden daha yüksek bir yerde bulunması nedeniyle büyük yıldırım riski altındadır. Aynı şekilde rüzgar enerjisi santrallerinde de bakım ve onarım esnasında çalışanlar açık arazi koşullarında çalıştıklarından yıldırım riski altındadırlar.

Göz önünde olmayan ama aslında büyük bir ekonomik operasyon olan sigortacılık içerisinde de yıldırım olayı oldukça önemlidir. Yıldırım sıklığının hesaba katılarak sigorta primlerinin hesaplanması ve risk analizi çıkarılması da sigorta yapılırken iki tarafı da iyi yönde etkilemektedir. Sektörel sigortaların dışında insan hayatını da direkt

olarak etkileyen yaşamsal bir meteorolojik olaydır. Direkt olarak tehlikeli olmasıyla beraber, biraz önce bahsedildiği gibi dolaylı şekillerde tehlikeli olmaktadır.

İnşaat, lojistik, petrol rafinerisi, metal madenleri, enerji santralleri, tarım ve sigortacılık gibi sektörlerin neredeyse tamamı yıldırıma karşı korunmasız durumdadır. Yıldırımın oluşması engellenemeyeceği için tekrar yönlendirmek dışında da bir çözüm bulunmamaktadır. Paratoner gibi yeniden yönlendiren sistemlerin yerleştirilmesi ve bakımı için de yine yıldırım riskinin hesaplanması ve bakım zamanları için tahminlerin yapılması gerekmektedir.

Buna ek olarak, Yıldırım düşme potansiyelinin yüksek olduğu bölgeler belirlenmelidir. Böylece şehir şehir hatta şehir içi alanlarda bile yıldırımın sık düştüğü bölgeler anlaşılacaktır. Yıldırım konusunda halkın eğitilmesi de can ve mal kayıplarını azaltacaktır. Yıldırımın olduğu bölgelerde şiddetli yağış ve dolu riski de sıklıkla bulunabildiği için diğer afetler konusunda da kamuoyu bilgilendirmeleri faydalı olacaktır. Bu nedenle ülkemiz için Yıldırım Gözlem Haritalarının çıkarılması oldukça faydalı olacaktır. Bu Yıldırım Gözlem Haritalarının bir örneği, İstanbul'la ilgili olup Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. 2018-2020 Yılları Arasında İstanbul'da Gözlenen Yıldırım Sayısı

Bu başlıktaki bilgiler için Kaynakça içerisinde 17 numaralı kaynağı inceleyebilirsiniz.

Yıldırımın Oluşum Mekanizması

Çok kısa sürede gerçekleşen bu hava olayının karmaşık bir fiziksel süreci vardır. Aslında, yıldırım bir sürecin sonunu temsil etmektedir. Bu nedenle milisaniyeler içerisinde gerçekleşse bile, rastgele diyemeyeceğimiz bir düzeni vardır. Oluşumu için şartların olgunlaşması ve ardından sürecin de yıldırım düşmesine zemin sağlaması gerekmektedir.

Bu süreçlerden ilki dik gelişimli (konvektif) bir bulutun varlığıdır. Bu terimlere yabancı olan kişiler için özetlemek gerekirse, konvektif bulutların düşey hareketlere imkan tanıyan kalın bulutlar olduğunu söyleyebiliriz (Şekil 2). Genellikle sıcak aylarda görülürler. Yıldırım, şiddetli yağış ve dolu gibi tehlikeli hava olaylarına neden olurlar. Konvektif bulutların kütleleri de oldukça yüksek olduğu için yüksek bir çekim gücüne sahiptirler. Bu nedenle havacılık için de tehlikeli sonuçlara neden olabilirler. Sahip oldukları kalınlık nedeniyle, bulut içerisi de hareketli olabilmektedir. Bu tür bulutlar sıcak havalarda gelişmeye uygun olduğu için, genellikle sıcak ve kararsız atmosfer koşullarında bulunurlar.



Şu anki hakim olan teoriye göre, yıldırımın oluşmasında iki farklı değişken oldukça etkilidir. Bunlardan ilki kar topağı adı verilen ve graupel olarak da bilinen taneciklerdir. Bu tanecikler bulut içerisinde düşey hareketle beraber dolaşmaktadır. Bir diğer önemli olan değişken ise bulut buzudur. Bir metre karelik sütun içerisinde bulunan buz miktarını ifade eder.

Sıcaklık ve konvektif hareket, bir kabartma tozu gibi bulutun hacim kazanmasını sağlar.

Farklı düşey hareketlere sahip bulut buz ve kar topağı tanecikleri, bulutun içerisindeki elektriksel yüklenmenin gerçekleşmesine neden olurlar. Bu elektriklenmenin gerçekleşmesi ise bulut içerisinde gerçekleşen karışma sayesinde, taneciklerin birbirine çarpmasıyla birlikte olmaktadır. Böylece yüksek kütleli ve kalın bulutların varlığı yıldırım ve şimşek aktivitesinin gerçekleşme olasılığını yükseltmektedir (Şekil 3).

Şekil 4'te yıldırımın gerçekleşmesi adım adım anlatılmıştır. Bir önceki paragrafta anlatılmış olan bütün süreç milisaniyeler içerisinde gerçekleşmektedir. Şekilde yer alan süreçler yüzey yerine bulut içerisinde veya bulutlar arasında gerçekleştiği zaman şimşek olarak adlandırılır.

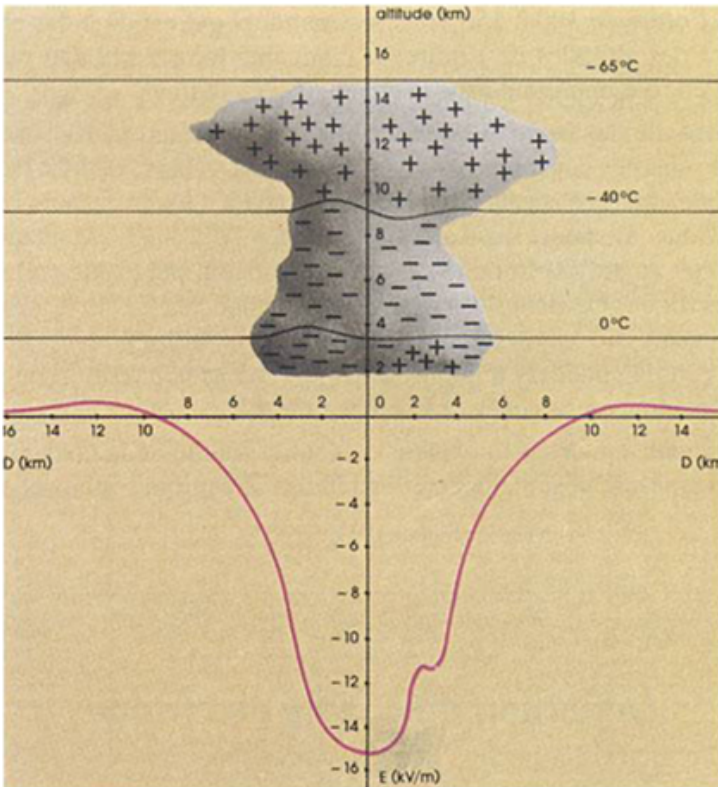


Şekil 3. Kar Topağı (Graupel)

Bulut içerisinde meydana gelen karışma ile birlikte pozitif yükler, bulutun daha yukarı seviyelerinde birikir. Kar topağının diğer buzul parçacıklarıyla her çarpışmasında negatif yüklendiği görülür. Böylece bu hareketle beraber elektriksel yükler bulutun içinde farklı noktalara asimetrik şekilde dağılır (Şekil 4).

Şekil 4'te görüldüğü üzere, pozitif yükler bulutun üst kısmında negatif yükler ise tabanında birikir. Bulut tabanında birikmiş olan yük ise bulutun ağırlık merkezine olan mesafeye doğru orantılı olacak şekilde dağılır. Bu nedenle bulutun tabanında negatif yükler yoğun şekilde bulunur.

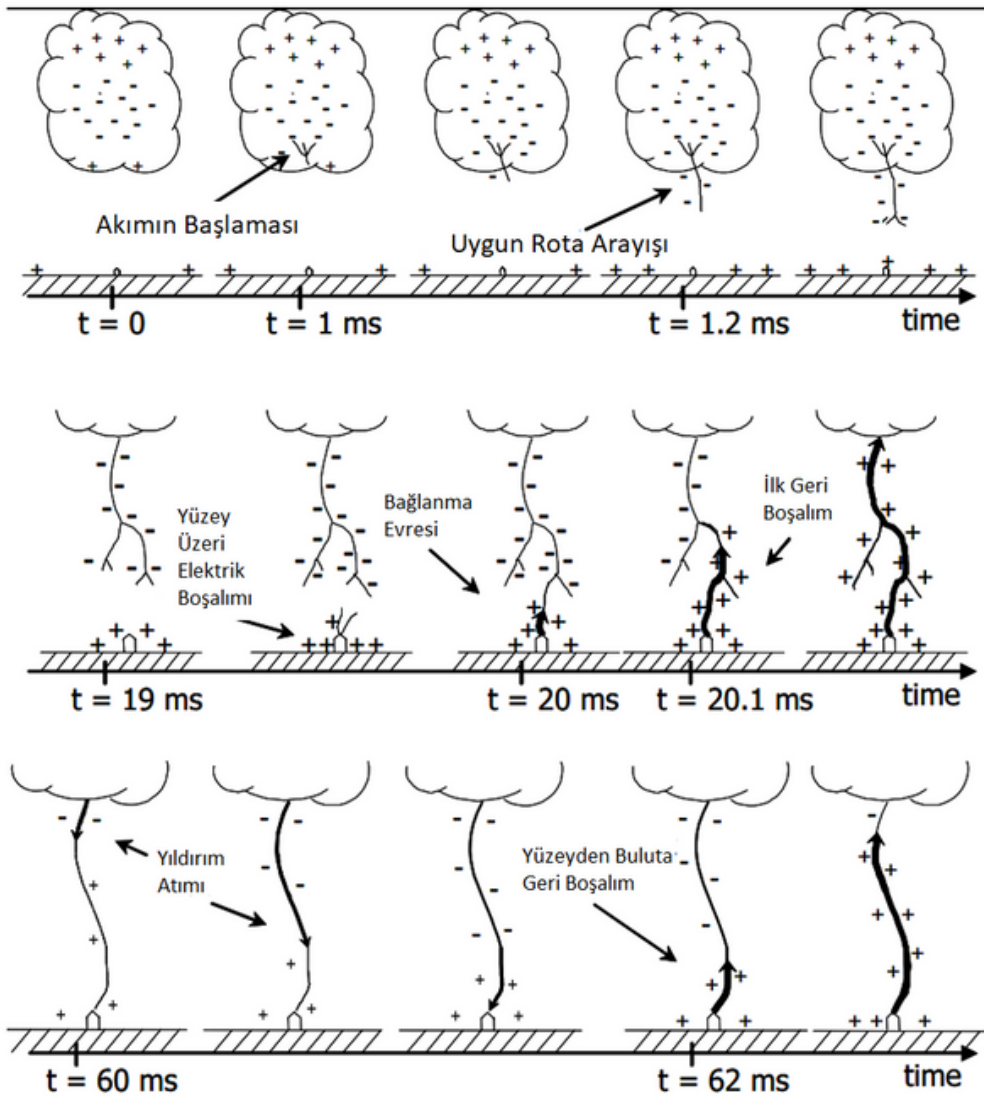
Yüzey, bulutun en yakın noktasına göre zıt olarak yüklenir. Bu noktada bulutun tabanı ile yer yüzeyini paralel levhalar olarak düşünmek gereklidir. Ortaya çıkan gerilimin boyutu 100 milyon volta kadar ulaşabilir. Atmosferin yalıtkanlığını aşacak gerilime ulaştıktan sonra ise buluttan yere doğru yıldırımın kolları uzamaya başlar. Buluttan yüzeye kadar elektriksel akıma uygun bir yol bularak devam eder ve yere ulaşmasına yakın, yerden de pozitif yüklü bir kol uzanır.



Şekil 4. Yıldırım Öncesi Bulut Yük Dağılımı

Bu iki akım birbirine erişir ve elektrik akımı gerçekleşir. Bu ilk akım çok kısa sürer ve parlaklığı yüksek değildir. Ardından yüzeyden buluta doğru geri boşalım başlar. Yıldırım gerçekleşirken görülen en parlak an budur. Akımın büyüklüğü yıldırım düşmesine göre daha küçüktür.

Şekil 5'te yıldırımın gerçekleşmesi adım adım anlatılmıştır. Bir önceki paragrafta anlatılmış olan bütün süreç milisaniyeler içerisinde gerçekleşmektedir. Şekilde yer alan süreçler yüzey yerine bulut içerisinde veya bulutlar arasında gerçekleştiği zaman şimşek olarak adlandırılır.



Şekil 5. Yıldırımın Gerçekleşmesi

Yıldırım esnasında çok büyük bir akım gerçekleşir. Bu akım sonucunda ani bir ısınma görülür ve sıcaklık 30 bin Kelvine kadar çıkar. Bu sıcaklığı kıyaslamak gerekirse, Güneşin yüzey sıcaklığının altı katı kadar olduğunu söylemek yeterli bir görüş sağlayacaktır. Bu ısınmayla beraber gök gürültüsü ortaya çıkar.

[Bu başlıktaki kaynaklar için Kaynakça içerisinde 17-23 arasındaki kaynakları inceleyebilirsiniz.](#)



Yıldırım Nasıl Tahmin Edilir

Yıldırım tahmininde birbirinden farklı noktalara odaklanmış olan çok fazla yöntem vardır. Bunların bazıları çok detaylı veri işlemlere ihtiyaç duymadan fikir sahibi olunmasını sağlar. Meteorolojide atmosferin düşey yapısını belirlemek için kullanılan kararsızlık İndislerinin kullanılması bu yöntemlerden biridir.

Daha önceden de belirtildiği gibi, kararlı atmosfer koşullarında rüzgar vektörünün düşey bileşeni ihmal edilebilir düzeydedir. Fakat düşey gelişimli bulutların içerisinde, topoğrafyanın karmaşık olduğu arazilerde, rüzgar kayması gözlemlenen hava parselinde düşey rüzgar bileşeni oldukça farklı olabilmektedir. Bu nedenle, kararsızlık indislerinin ortaya çıkmasında seviyeler arasındaki rüzgar hızı ve yönü farkı, sıcaklık farkı, çiy noktası sıcaklığı farkı ve bunların bir fonksiyonu olarak potansiyel sıcaklık farkı kullanılabilir. Potansiyel sıcaklık kavramının hesaplanmasında da kullanılan nem, kararsızlık indisleri için gizli bir kahramandır. Bu indisler çok çeşitli hava olayları için kullanılabilirler. Hesaplanmaları için temel bileşenler; rüzgar, basınç, sıcaklık ve nem şeklindedir. Bunları farklı seviyeler ve farklı değişkenler için hesaplanır ve sonucunda farklı kararsızlık indisleri ortaya çıkar.

Kararsızlık İndisleri dünyasının en ünlülerinden birisi, düşey gelişimli mevcut potansiyel enerji olarak ifade edilen CAPE'dir. Bölgedeki konvektif potansiyel enerjinin miktarını veren CAPE, pek çok çalışmada konvektif fırtınalar için gösterge olarak kullanılmıştır. En çok kullanılan göstergelerden birisidir. Yıldırım konusunda ise oldukça ilginç sonuçlar vermektedir. Buna örnek olarak, 2014 tarihli yapılan bir çalışmada, geleceğe dönük projeksiyonlarda CAPE ve yağış verileri kullanılarak yıldırım sıklığının nasıl değişeceği modellenmiştir. Bunun yanında, 2018 yılında yapılan bir diğer çalışmada, kara-deniz etkileşiminin az olduğu alanlarda CAPE ve basınç ile oluşturulan bir indis elde edilmiştir; fakat çalışmanın adında da belirttikleri gibi kara-deniz etkileşiminin yüksek olduğu yerlerde bu indis yetersiz kalmaktadır.

Bunun nedeni, CAPE'nin az önce de bahsedildiği gibi bir konvektif potansiyel enerjisi indisi olmasıdır. Deniz ve okyanus kenarındaki bölgelerde, sıcak havayla beraber yüksek buharlaşma görülmesi bu bölgelerdeki CAPE değerini yükseltir. Buna örnek olarak, Basra Körfezi'nde yer alan durumu verebiliriz. Basra Körfezi sıcaklığı nedeniyle yaz ayları boyunca çok yüksek CAPE değerlerine sahip olmaktadır. İstanbul üzerinde sadece CAPE değerini bilmemiz halinde çok yüksek afet uyarısı vereceğimiz değerler Basra Körfezi'nde gündelik yaşamın bir parçasıdır. Çünkü yağışın gerçekleşmesi için gerekli olan diğer parametre yüksek su kütlesine sahip bulutun varlığıdır.

[Bu başlıktaki kaynaklar için Kaynakça içerisinde 24-26 arasındaki kaynakları inceleyebilirsiniz.](#)



Kararsızlık İndisleri sadece atmosferik durum göstergeleridir. Nasıl ki araç kadrantları sadece hızı gösteriyorsa, bu indisler de atmosferik durumu göstermektedir. Yüksek hız olarak yorumlayabilmek için aracın konumunu bilmek gerektiği gibi, tehlikeli hava olaylarını tahmin edebilmek için Kararsızlık İndisleri tek başına yeterli değildir.

Yıldırımın Fiziksel Sürecine Dayalı Yöntemler

Yukarıda bahsedildiği haliyle, başka olayların incelenmesi için geliştirilmiş olan yöntemlerin direkt olarak yıldırım tahmininde kullanılması doğru sonuçlar vermeyecektir. Bu nedenle sadece yıldırım tahmini için geliştirilmiş olan ve yıldırımın fiziksel sürecini de modellemeyi amaçlayan yöntemler vardır.

Burada genel olarak iki ana yöntemden bahsedilebilir. Birincisi, Yıldırım Öngörü Algoritması (Lightning Forecast Algorithm) olarak dilimize kazandırılacak olan LFA yöntemidir. Diğeri ise Yıldırım Potansiyel İndisi (Lightning Potential Index) olarak çevrilebilecek olan LPI yöntemidir. Bu iki yöntem de kendine temel olarak yıldırımın fiziksel sürecini seçmiştir.

Yıldırım Öngörü Algoritması, kar topağı ve bulut buzu miktarını kullanarak yıldırım tahmin etmeyi amaçlar. Kar Topağı akısı adı verilen bir değişken sayesinde, kar topağının bulut içerisindeki düşey hareketini ve elektriklenme boyutunu elde etmeyi amaçlar. Bu nedenle düşey rüzgar hızı da bu yöntem içerisinde oldukça önemli bir noktada yer almaktadır.

Kar Topağı Akısı ve Bulut Buzu Kütlesi bu yöntemde iki ana değişkendir. Daha önceki çalışmalarda, düşey profildeki buz kütesinin yıldırımla ilişkisi olduğu görüldüğü için önemlidir. Bulut buzu, atmosfer sütunundaki buz miktarını verdiği için iletkenlik konusunda çevresinden daha yüksek değerlere sahiptir. Bunun dışında bulut içerisindeki elektrik yüklenmesi, kar topağı veya diğer adıyla graupel taneleriyle sağlandığı için ayrı bir indis olarak hesaplanır. Kar topağı akısı, olarak adlandırılan bu değişken, -15 °C seviyesindeki kar topağı yoğunluğu ve düşey rüzgar hızının çarpılmasıyla elde edilir. Böylece -15 °C seviyesindeki kar topağı akısı elde edilmiş olur. Bu iki indisin, farklı oranlarda birbirine eklenmesiyle de yıldırım riski için kullanılacak olan formül elde edilir.

Dikkat edilmesi gereken nokta, yapılmış olan bütün analizlerin gözlem yapılan bölge özelinde olmasıdır. Bahsedilen kalibrasyon işlemleri, bölgede bulunan gözlemler için



yapıldığından farklı bölgelerde aynı performansta sonuç vermeyebilir. En önemli nedenlerden biri, yerellik olup bu da istatistiksel modellemenin kavramsal olarak en önemli detaylarından biridir.

Yerel olarak kalibrasyon yapılmasının ise iki temel nedeni vardır. Birincisi, gözlem yapılan bölge ile farklı bölgeler arasında aynı süreç aynı sonuçların getirmeme ihtimalidir. Topografyanın yapısı, yüzey kullanımı ve kara-deniz etkileşimleri bunda önemli rol oynamaktadır. Bir bölgede yıldırım oluşması için gerekli olan kar topağı akısı ile başka bir bölgedeki kar topağı akısı birbirini tutmayabilir veya farklı sayılarda yıldırıma neden olabilir. İkinci temel neden ise, sayısal atmosferik modellerin her bölge için aynı performansı vermemesinden kaynaklıdır. Özellikle, konvektif hareketlerin doğru şekilde modellenmesi oldukça zor olduğundan, yıldırım tahmini için kullanılırken bu farklılıklara dikkat edilmelidir. Bu nedenle sayısal atmosferik modelin çalıştırıldığı bölge için istatistiksel model çıkarmak belirtilen zorlukları da bir nebze azaltmaktadır.

Yıldırım tahmini için kullanılan bir diğer yöntem ise, Yıldırım Potansiyel İndisi (LPI)'dir. Lynn ve Yair tarafından, 2008 yılında ortaya çıkarılan bu indis, yıldırımın oluşması için gereken fiziksel süreçleri temel alarak ilerler. Yıldırım Potansiyel İndisi, bir önceki yöntemle göre bir noktada ayrılmaktadır. Yıldırım Potansiyel İndisi'nin amacı, bölgede gerçekleşecek olan yıldırım adedini tahmin etmek değildir. Bunun yerine koşulların uygunluğunu çeşitli risk kategorileri içinde sınıflandırır.

Su fazlarının bir arada bulunduğu karışmış bölge için 0 °C ile -20 °C arası seçilmiştir. Bulut buzu da LPI hesaplamasında kullanılır. Bunun dışında, her bölgede kullanılacak standart bir ölçek kullanılabilmesi için birim hacime bölünür. Böylece yıldırım riski tahmini için sınır değerler en baştan belirlenmiştir.

[Bu başlıktaki kaynaklar için Kaynakça içerisinde 27-29 arasındaki kaynakları inceleyebilirsiniz.](#)

Kapanış

Özetle, yıldırım olayı atmosferde nem var oldukça yaşanacak olan bir doğa olayıdır. Yıldırım olayının gelişmesi için çok özel bir süreç gerekmektedir. Yıldırımın oluşması sonucu ise çok kısa sürede meydana geldiğinden sayısal olarak modellenmesi için çeşitli konularda ileri seviye bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Fiziksel sürecinin bilinmesi dışında, atmosferik modelleme konusunda bilgi sahibi olunması, istatistiksel modelleme konusunda yeterli olunması ve veri işleme süreçleri ile ilgili bilgi sahibi olunması da mecburidir. Bunların tümü, meteoroloji uzmanlık alanı ile birleştiği zaman yıldırım tahminleri çok daha başarılı şekilde işleyecektir.

Küresel iklim değişikliği sonucunda deniz suyu sıcaklıklarının artması, dolaylı olarak yıldırım ve şimşek hadiselerinin artacağını düşündürmektedir. Bunun dışında iklim değişikliği ile beraber yıldırım gözlemlerinin sayısının ve sıklığının da değişeceği düşünülmelidir. Bu durumlar da yıldırıma karşı önlemlerin artırılmasını ve geçmişte yapılmış güncellenmesini/iyileştirilmesini gerektirmektedir.



Böylelikle, yıldırım tahminleri ise can ve mal kayıplarının önüne geçmesi için daha önemli hale gelecektir.

Özel Dosyamızı kapatmadan önce, yıldırım düşmesi halinde nasıl korunabileceğimizi de tekrardan gözden geçirmekte fayda var. Yıldırım veya şimşeği gördükten sonra ilk yapılması gereken şey doğal olarak yıldırımın sizi etkileyemeyeceği bir yere geçmektir. Bu nedenle hemen bir bina içerisine girip camlardan uzakta durulmalıdır. Burada dikkat edilmesi gereken bir nokta daha olduğu görüşümdedir. Araçların içi de genellikle güvenlidir. Arabalar kapalı bir metal çerçeveye sahip olduğu için, Faraday Kafesi gibi davranıp akımı içeriye vermezler.

Eğer açık bir arazideyseniz ve yakınlarda saklanabileceğiniz bir yer yoksa durum sizler için daha da ürkütücü demektir. Yine de kendinizi korumak için savunmasız durumda değilsiniz. Açık arazide saçınız dikleşiyorsa, deriniz sızlıyorsa veya çatırdama gibi sesler duyuyorsanız yere çömelin parmak uçlarınızda kalın, topuklarınızı birleştirin ve başınızı olabildiğince aşağıya çekin. Yere yatmak ise sadece temas eden alanı arttıracak için riski arttıracaktır. Çevrede sayılı ağaç varsa yine uzak durmanız gerekmektedir. Eğer uygun bir tabir olacaksa, gökyüzü ve yeryüzü tarafından farkedilmemeye çalışın. İkişisiyle de teması en aza indirmek sizi koruyacaktır.

Gökyüzü tarafından farkedilmekten bahsetmişken, paratonerlerden bahsetmemek olmaz. Tasarım amacı yıldırım üzerine çekmek olan paratonerler, yüksek iletkenliğe sahip metallere yapılır. Çevresindeki yapıları ve canlıları korumak için daha yüksek bir seviyeye yerleştirilir. Olabildiğince ince tasarlanarak, çevresindeki yapılardan daha kolay elektriklenebilmeyi amaçlar. Bu noktada anlatılanlar aslında bir önceki paragrafta verilen önerilerin tam tersidir. Üzerine yıldırım düştüğü zaman ise topraklayarak yıldırımın zarar vermeden geçmesini sağlar. Bu nedenle nüfusun fazla olduğu, değerli eşyaların ve binaların bulunduğu noktalarda paratonerlerden faydalanmak yıldırım kaynaklı can ve mal kaybını azaltacaktır.

Sonuç olarak, yıldırım tahmini can ve mal kayıplarını en aza indirmek ve güvenli yaşama devam edebilmek için önemlidir. Bireysel olarak tahmin edecek durumda değilseniz mutlaka yapılan açıklamaları dinleyin veya özel bir tahmin ihtiyacınız varsa yetkili kurumlara başvurun. Milisaniyeler içerisinde gerçekleşen bir olay sizi ve başka insanları ömür boyu etkileyebilir.

[Bu başlıktaki kaynak için Kaynakça içerisinde 17 ve 30 numaralı kaynakları inceleyebilirsiniz.](#)



KAYNAKLAR

- [1] Erhat, A. (1972). Mitoloji Sözlüğü.
- [2] Url-2 < <https://www.etymonline.com/word/thursday> > retrieved 17 May 2022
- [3] Ögel, B. (1995). Türk Mitolojisi II. Cilt (pp. 377-385). Ankara: Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- [4] Url 4- <https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/son-dakika-fethiyede-yildirim-dustu-orman-yangini-cikti-1940066>
- [5] Url 5 - <https://www.bbc.com/turkce/articles/cqqdydr4k7o>
- [6] Url 6 - <https://www.haberturk.com/eskisehir-haberleri/28719578-eskisehirde-yildirim-dusmesi-sonucu-cikan-orman-yangini-sonduruldu>
- [7] Url 7 - <https://edition.cnn.com/2022/08/06/americas/cuba-lightning-strike-oil-storage-fire-intl-hnk/index.html>
- [8] Url 8 - <https://www.euronews.com/2022/08/16/smell-of-portugals-forest-fires-reaches-madrid-300-kilometres-away>
- [9] Url 9 - <https://www.bursadabugun.com/haber/bursa-da-terminalin-catisi-coktu-1540642.html>
- [10] Url-10 <https://www.weather.gov/safety/lightning-odds> retrieved 13.05.2022
- [11] Tanrıöver, S.T., Kahraman, A., Kadioğlu, M., Schultz, D.M. (2015). Lightning Fatalities and Injuries in Turkey, Natural Hazards Earth System Sciences, Cilt. 15, s. 1881– 1888.
- [12] Kadioğlu, M. (2012). Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, 172 s.
- [13] Öztopal, A. (2017). TÜRKİYE’NİN YILDIRIM VE ŞİMŞEK GÖZLEMLERİNİN İNCELENMESİ . Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi , 19 (56) , 304-313 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/deumffmd/issue/40771/491693>
- [14] Url 14 - <https://www.microstep-mis.com/drupal/web/sites/default/files/datasheets/LINET%20-%20product%20sheet.pdf>
- [15] Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2022). 2021 Yılı Faaliyet Raporu. Ankara: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- [16] Url 16 - <https://pbs.twimg.com/media/DWw6LXSWAAARNI6.jpg>
- [17] Korkmaz, K. Atilla (2022). WRF Bölgesel Modeli, YTTS Gözlemleri ve İstatistiksel Yöntemler Kullanarak İstanbul Yıldırım Düzeninin İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi).
- [18] Gary, C., La foudre (1995). Des mythologies antiques à la recherche moderne, MASSON, Paris, France.
- [19] Adams, Charles K. (1987). Nature's Electricity. Pennsylvania: Tab Books, pp132
- [20] Url 19 - <<https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojisozlugu.aspx?m=G&k=aa24>> retrieved 15.05.2022
- [21] Uman, M.A. (1987)., The lightning discharge, 377 pp., Academic Press, Inc., Florida, USA.
- [22] McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology (1997). McGraw Hill, 1997: 74
- [23] Url – 22 < <https://www.weather.gov/safety/lightning-science-thunder> > retrieved 15 May 2022.
- [24] McCaul, E., Goodman, S., LaCasse, K., & Cecil, D. (2009). Forecasting Lightning Threat Using Cloud-Resolving Model Simulations. Weather And Forecasting, 24(3), 709-729. doi: 10.1175/2008waf2222152.1
- [25] Romps, D., Seeley, J., Vollaro, D., & Molinari, J. (2014). Projected increase in lightning strikes in the United States due to global warming. Science, 346(6211), 851-854. doi: 10.1126/science.1259100
- [26] Romps, D., Charn, A., Holzworth, R., Lawrence, W., Molinari, J., & Vollaro, D. (2018). CAPE Times P Explains Lightning Over Land But Not the Land-Ocean Contrast. Geophysical Research Letters, 45(22), 12,623-12,630. doi: 10.1029/2018gl080267
- [27] McCaul, E., Priftis, G., Case, J., Chronis, T., Gatlin, P., Goodman, S., & Kong, F. (2020). Sensitivities of the WRF Lightning Forecasting Algorithm to Parameterized Microphysics and Boundary Layer Schemes. Weather And Forecasting, 35(4), 1545-1560. doi: 10.1175/waf-d-19-0101.1
- [28] Lynn, B., & Yair, Y. (2010). Prediction of lightning flash density with the WRF model. Advances In Geosciences, 23, 11-16. doi: 10.5194/adgeo-23-11-2010
- [29] Petersen, W. A., H. J. Christian, and S. A. Rutledge, (2005). TRMM observations of the global relationship between ice water content and lightning. Geophys. Res. Lett., 26 July 2005, 32;14, L14819 doi: 10.1029/2005GL023236.
- [30] Kadioğlu, M., (2018). Afet Affetmez. İstanbul: Tekin Yayınevi, pp.108-109.



SENERJİS

İTÜ SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ VE İKLİM SİSTEMLERİ LABORATUVARI

sustecs.itu.edu.tr

