

METEOROLOJİ ve HAVACILIK

METEOROLOJİK OLAYLARIN DOĞRU DEĞERLENDİRİLMESİNİN HAVACILIK FAALİYETLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

İsa ŞENGÜL

Matematikçi & Meteorolojist

METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Meteoroloji 13.Bölge Müdürlüğü

Elazığ Havalimanı Meteoroloji Müdürlüğü

ÖZET

Bu eser 39 yıllık mesleki birikimin bir ürünüdür. Bilimsel bir değer olan Meteoroloji bilim dalı, Atmosferin sadece Troposfer tabakasını inceler ve Meteorolojik hava olaylarının oluşumları da sadece, Troposfer tabakasında meydana gelir. Meteoroloji bilim dalı, Troposfer tabakasını temsil eden Standart Atmosfer seviyeleri üzerinden icra edilerek uygulanıyor. Troposfer tabakasında temel fonksiyon sıcaklıktır. Troposfer tabakasında basınç ve sıcaklık yansımaları öğrenildiğini zaman Meteoroloji bilim dalı öğrenilecektir.

Troposfer tabakası, yer seviyesi ile deniz seviyesinden başlar ve ortalama olarak 12 kilometre yüksekliği olan bir tabakadır. Meteorolojik hava olaylarının yüzde sekseni ise deniz seviyesiyle 6000 metre yüksekliğe kadar olan seviye aralığının da (2 metre-6000 metre arasında) meydana gelir. İstidlal yapmak için sadece bu seviye aralığında ki, Standart Atmosfer Seviyelerinin çözümleri yeterlidir. Daha yüksek seviyelerin çözümleri de yapılıyor ve bu seviyeler de önemlidir. Ayrıca, İstidlal(hava tahmini) yapmak için gerekli Meteorolojik bilgiye(rasatlara) de iki saatte ulaşıyor. Ancak bütün bu gelişmelere rağmen geçmişten bugünüme kadar, Meteoroloji bilim dalına gereken hassasiyet gösterilemediğinden dolayı inkişaf uğramıştır.

GİRİŞ

2001-2021 yılları arasında ve yalnız Alçak Seviye Uçuşlarında Meteorolojik olaylara bağlı düşen uçak ve helikopterlerimizden, tespit edebildiğimiz sayıları 50 civarındadır. Ayrıca bunlara ilave olarak iniş yaparken düşen uçaklarımızın sayısı da 10 civarındadır. Alçak Seviye Uçuşlarındaki kazalar ile iniş yaparken meydana gelen bu kazaların her birine sebep olan Meteorolojik olaylara ilişkin bilgi, bu araştırma çalışmasının oluşturulmasında kullanılmıştır. Kazaların önlenmesi ve güvenilir uçuşlar için pilotlara bu kazaların her birine ait olayları sebepleriyle birlikte anlatmak zorunludur. Doğru bir eğitim ve uygulamayla Ülkemizde de, 4-5 senede Havacılığa her türlü Meteorolojik destek sağlanabilir.

Troposfer tabakasında sıcaklık, basınç, rüzgâr ve nem değerlerinin ölçümleri yıllarca yapılarak araştırılmış ve bu araştırmalar sonucunda sağlıklı ve doğru İstidlal(hava tahmin) yapacak düzeyde Meteorolojik bilgiye(rasatlara) ulaşılmıştır. **Meteorolojik bilgiye(rasatlar) ulaşmak için:** Troposfer tabakasının yüksek seviyelerinde günde iki kere, yer ve deniz seviyelerinde de sekiz kere olmak üzere Meteorolojik ölçümler yapılır. Yapılan Meteorolojik ölçümler rasatlara kodlanır, rasatlar haritalara işlenilerek resmedilir. Haritalara işlenilip resmedilen rasatlar üzerinde yapılan analiz çalışması ile Troposfer tabakası çözülerek, İstidlal(hava tahmini) yapılır. Ulaşılan bu Meteorolojik bilgiyle(rasatlarla) her türlü İstidlal yapılır ve Havacılığa, her türlü Meteorolojik destek sağlanır. Her türlü hava şartlarında da Meteorolojik destek gereklidir.

METEOROLOJİ ve HAVACILIK eserinin oluşturulmasından maksat, Meteorolojiyi öğrenmektir. Hedef ise Meteorolojik hava olayları karşısında uçuş güvenliğini sağlamak. Bu amaçlara ulaşmak için METEOROLOJİ ve HAVACILIK eseri meydana getirilmiştir. Gözlem ve analiz

çalışmalarından çıkarılıp oluşturulan sonuçlar düşüncelerde şekillendirerek İstidlal(hava tahmini) yapılır ve Meteoroloji bilim dalı ancak böyle icra edilerek Meteorolojik hava olayları karşısında uçuş güvenliği sağlanır. Troposfer tabakasında oluşan her bir oluşum ve dalga modeli böylelikle zihinlerde yer edinir. İstidlal(hava tahmini), Meteorolojinin temsilcisi olan Dünya Meteoroloji Teşkilatının(WMO) belirlemiş olduğu kapsam alanı içerisindeki eğitim ve uygulamaları ile öğrenilerek yapılır.

METEOROLOJİK DESTEK ÇALIŞMALARI:

İlk Meteorolojik Destek Çalışması:

Havacılığa, Meteorolojik destek çalışmalarına ilk olarak uçakların yüksek sıcaklık değerlerinde karşılaştıkları problemleri gidermekle başlandı.

Elazığ eski havaalanı pisti çok yetersizdi. Birde, uçaklar kalkıştan sonra pistin karşısında bulunan dağ aşım aşamama problemi yaşıyorlardı. Bu nedenle, yüksek derece sıcaklıklarda(33 – 39 °C arasında) mevcut yolcuların yarısı bazen üçte biri ancak uçağa alınırdı. Yüksek derece sıcaklıklarda önceden beklenen hava sıcaklığı bildirilerek, problem böylece giderilirdi.

Elazığ eski havaalanı, coğrafik yapısı nedeniyle Meteorolojik olaylar karşısında çok olumsuz etkilenirdi. Bu nedenle alçak bulutluluk, sis ve kar yağışı gibi hadiselerde günlerce uçuşlara kapanırdı. Birde, uçaklar gelir ve iniş yapamadan geri dönerdi. Bu şartlar altında, **ilk olarak 1993'te** Meydan hava tahmini(taf) yapılmaya başlandı. Meydan hava tahminine(taf), bulutların takibiyle başlandı ve diğer hadiselerle devam edildi, zaman içerisinde en çok hava sıcaklığı(minimum, maksimum) ve sıcaklık hareketleri üzerinde çalışmalar yoğunlaştı. Ayrıca, Uçakların iniş limitleri de göz önünde bulundurularak 4-5 senede Havacılığa, Meteorolojik destekte başarı elde edildi ve Meteorolojik destek böylece başlamış oldu.

Uçak ve Helikopter Kazalarının Araştırılması:

16 Mayıs 2001 Malatya'da ve 17 Mayıs 2001 İran'da, 24 saat arayla Alçak Seviye Uçuşunda Meteorolojik olaylara bağlı olarak 2 tane uçak kazası saptandı. İki kazanın da Meteorolojik olaylarla bağlantıları şöyle idi: Ancak, Alçak Seviyede uçabiliyorlardı ve kazalar benzer Meteorolojik şartlarda meydana gelmişti. 2001'de yaşanan bu iki uçak kazasının Meteorolojik olaylarla olan bağlantıları kurulduktan sonra, Alçak Seviye Uçuşlarında yaşanan uçak ve helikopter kazaları araştırılmaya başlandı. (1).

Ekim 2006; Fırtına, sağanak ve gök gürültülü sağanak yağışın yaşandığı bir ortamda, birde alçak seviyeden uçan Jetimizin görüntüsüne şahit olduk. Ertesi gün ise bir Jetimizin Bitlis'te düşmüş olduğu haberi verildi. (2). **Meteoroloji üzerine ilk araştırmayı “ Türkiye’de Meteoroloji Gerçeği -2006 “ 2006’da tamamladım.**

2012 yılında Meteorolojik hava olaylarına bağlı olarak düşen 6 tane uçak ve helikopterimiz tespit edildi ve ayrıca, bu kazalara sebep olan Meteorolojik hava olaylarının çözümünde Üç katlı integral denkleminde faydalanıldı. İki kazanın meydana geldiği bölge için ise, önceden Meteorolojik uyarı verildi. (3).

Haziran 2019; Antalya'da sıcak cephe sahasında bir eğitim uçağımız düştü ve bu sıcak cephe sahasının cephe hattını kendim çizmiştim; **2020’de** Van ve İstanbul'da iki uçağımız Meteorolojik olaylara bağlı olarak düştü, biri rüzgârın hızı ve hamlesinde, diğeri ise iki seviye arasında yüz seksen dereceye varan rüzgâr değişiminde meydana geldi. **Mart 2021:** Bir helikopterimiz Bitlis'te, iki jetimiz Konya ve İzmir de kuvvetli Meteorolojik olaylara bağlı olarak düştü. 2021'de bir yangın söndürme uçağımız Kahramanmaraş'ta kuvvetli Meteorolojik olaylarda (rüzgâr değişiminde) düştü.

22 Ekim 2020 tarihinde İstanbul'da bir eğitim uçağımız düştü. Uçağın düşüş saati 11:00 civarı ve bu saatler, hava sıcaklığının 10 dereceye kadar arttığı, buna bağlı olarak rüzgâr değişiminin başladığı bir zamandır. Ayrıca, sabah saatlerinde lokal sis hadisesi mevcut ve düşen uçak, çok alçak bir seviyeden uçuyordu. Yüksek basınç ortamında alçak seviyeler, hava yoğunluğunun en fazla olduğu bir ortam ve durumdur. Havanın en yoğun ve en hareketli olduğu bir zamanda yaşanan bu kaza ile ve bu gibi kazaların, böyle hava şartları yönlerinden de değerlendirilmeleri gerekmektedir.

Mart 2009 Elazığ yeni havalimanının pisti hizmete girdi. Pistin hizmete girmesinin ikinci haftasında bir yolcu uçağı havalimanına doğru alçalma sahasında olumsuz Meteorolojik olaylara yakalandı ve iniş yapamadan geri döndü. Bu esnada görevde idim. Kuleden, bir uçağın daha geleceğı söylenildi ve bunun için yeniden hava durumu istenildi. Bunun üzerine, önemli bir Meteorolojik olayın olmadığı söylenildi ve gelen uçak, iniş istikametini değiştirip doğu istikametinden indi. Bundan sonra, bütün uçaklar iniş istikametlerini değiştirip doğudan inmeye başladılar. Ancak dört ay sonra (Temmuz-2009) yine, kuvvetli Meteorolojik olayların etkili olduğu zamana denk gelen bir yolcu uçağı, tekrar batı istikametinden iniş yapmaya karar verir ve yine tehlike atlatır. Bunun üzerine, yaşanan Meteorolojik olaylar üzerine yapmış olduğum araştırmada, Elazığ havalimanının batı bölgesinde uçak inişlerinde tehlike oluşturan Alçak Basınç Merkezi ve buna bağlı olarak oluşan cephesel sistemler tespit edildi. Ayrıca bir araştırma çalışması '**Elazığ Havalimanı Uçuş Güvenliği-2009**' hazırlandı ve bu çalışmada ilk olarak, Üç katlı integral denkleminde faydalanıldı.

' Elazığ Havalimanı Uçuş Güvenliği – 2009' , Araştırma Çalışmasının Kazanımlarından:

Bu araştırmalar bize gösterdi ki, Meteorolojik şartların çözümlerinde Üç Katlı Integral denklemi kullanılmalıdır. İstidlal çalışmasında kesin sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır. Böylelikle Meteorolojik olaylara bağlı uçak ve helikopter kazaları önlenilecektir.

Okyanus, deniz ve sıcak bölgelerde 12000 metre yüksek seviyeden düşen yolcu uçaklarının çoğı, Meteorolojik olaylara bağlı düşüyor. Meteorolojik olaylara bağlı her yıl gemilerimiz batmaktadır. Meteorolojik şartlara bağlı her yıl yüzlerce ölümcül trafik kazası yaşanıyor. Sel, fırtına, orman yangını ve yıldırım olaylarında yer yıl onlarca can kaybı yaşanıyor.

Batan Gemiler ve Gemi Kazalarını Önlemek İçin Yapılacak Meteorolojik Çalışmalar:

Denizlerde, İzobar eğrilerinden yarım daire şeklinde basınç sahaları oluşuyor. Örneğın; Akdeniz üzerinde, boydan boya oluşan 20 milibarlık basınç farkı tespit edildi. Yarım daire şeklini alan bu basınçlı sahalarda yüksek basınçtan alçak basınca doğru bir çekilme(gel-git olayı) meydana gelir. Bu hareketler(gel-git olayı) cephesel sistemlerde ve yarım daire şeklini alan basınçlı sahalarda olur.

Gemi kazalarını önlemek için basınç farklılıkları takip edilmelidir. Yarım daire şekli olan basınçlı sahalarda oluşan dalgalar, gemiler için en tehlikeli olaylardır. Gemilerin batması, yarım daire şeklindeki basınç farklılıklarının oluşturduğu sahalarda ve cephesel sistemlerde meydana gelir. Gemi kazalarını önlemek için Batı Karadeniz den başlanılarak deniz ulaşımındaki karanlık noktalar (kara yollarında olduğu gibi) tespit edilmelidir.

Meteorolojik Hizmet(metar) ile Meteorolojik Destek(taf) Arasında Yaşanan Problemler:

Meteorolojik hizmet(metar) ile Meteorolojik destek(Meydan hava tahmini-taf) arasında yaşanan en önemli problemlerden biri de, sadece Meydan hava tahmininin dikkate alınması ve tercih edilmesidir. Uçak kazalarının nedenlerinden biri de bu tercihtir. Böyle bir tercih ancak uzmanlığı (Meteorolojist) gerektiriyor.

Uçakların güvenli iniş yapmaları için Metar ve Taf da çelişkili ve çelişen hava şartları bulunmamalıdır. Taf. bilimsel değerler içermelidir. Meydan hava tahmini(Meteorolojik destek) ve Metar rasadı(Meteorolojik hizmet) arasında yapılacak olan tercih, ancak ve ancak Meteorolojik şartların gelişimleri ve trendleri göz önünde bulundurularak yapılır. Bu tercih ve trendler, bir uzmanlık (Meteorolojist) işidir. Uçuş güvenliğinde olması gereken hususlardır. Meteorolojik olaylarla beraber, beklenen ve mevcut hava şartlarıyla birlikte değerlendirilmeye alınabilinmelidir. Örneğin; Bir Havalimanında sis var ve görüş mesafesi de 100 metre, ayrıca mevcut hava şartlarında da bu sisli durumunun devam edeceği ön görülüyorken, bunun tersine Meydan hava tahmininde(taf) beklenen görüş mesafesi 100 metreden fazla verilerek, uçak kazasına sebep olundu. (4).

Meteorolojinin Görevi Uçuş Güvenliği Sağlamak:

Alçak Seviye Uçuşlarında uçuş güvenliğini sağlamak için, Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatının(ICA0) kurallarına benzer uçuş kuralları getirilmelidir. Hava şartlarının en karmaşık ve en yoğun olduğu Alçak Seviye Uçuşları için ayrıntılı olarak İstidlal yapılmalıdır. Uçuş limitleri getirilmelidir. Alçak Seviyelerde, Uçak ve helikopter kazalarına sebep olacak Meteorolojik hava olayları için, en az 12 saat önceden İstidlal hazırlanmalıdır.

Havalimanlarına, uçakların güvenli iniş yapabilmeleri için, en az altı saat önceden doğru İstidlal(taf) yapılmalıdır. Uçakların, iniş ve kalkışlarını engelleyecek ya da engellemeyecek olan Meteorolojik hava olaylarının İstidlali(taf) de zamanında yapılmalıdır. Gözlem olmadan yapılmakta olan Meydan hava tahmini(taf) yetersizdir.

Yapılacak Havalimanlarında Aranacak Şartlar:

Hava Şartlarının, uçakların iniş ve kalkışlarında en az olumsuz etkiye sahip olduğu yerlere ve Meteorolojik gözlemlerin en rahat yapılabileceği yerlere Havalimanları yapılır. Böyle şartlara haiz yerlere havalimanları yapmak imkân dâhilindedir.

METEOROLOJİ BİLİM DALI

(Standart Atmosfer Seviyeleri = Troposfer Tabakası)

İstidlal; Analiz ve gözlem yapıp, mevcut hava şartlarını da çözerek, gelecekte meydana gelecek olan hava olaylarını öğrenmektir. İstidlal, delil göstermek ve ispatlamak anlamına gelir, bilimseldir ve bir sorumluluk yüklenilmiştir. Tahmin ise zannetmek anlamına gelir, bilimsel anlam içermediğinden dolayı sorumluluk yoktur. Meteoroloji bilim dalı ise İstidlale dayanır şeffaftır, sorgulanır ve sorumluluk yüklenilmiştir. Bu nedenle bilmemek, anlayamamak, zannetmek ya da yapamamak gibi eylemler Meteoroloji bilim dalında geçersizdir. ***Maksimum ve minimum sıcaklıklar İstidlal edilerek, İstidlal öğrenilir ve Meteoroloji bilim dalı böyle icra edilir.***

Dünya'yı çevreleyip sarmalayan ve Dünya ile direk teması olan Troposfer tabakasının, dalga hareketleri çözülerek İstidlal yapılır. Yani; İzoterm, İzobar ve Kontur eğrileri arasında ki etki ve tepkilerden, sebep ve sonuçlarından gidilerek çözümler elde edilir ve İstidlal yapılır. Özetle; ***Standart Atmosfer seviyeleri (Yer kartı, 850hpa, 700hpa, 500hpa, 300hpa, 250hpa, 200hpa, 150hpa ve 100hpa.)*** ile bu seviyeler arasındaki bağlantılar çözülerek üç günlük İstidlal yapılabilir. Hava şartlarına bağlı olarak daha uzun süreli İstidlal yapmak mümkündür. İstidlal çalışmasına minimum ve maksimum sıcaklıkla başlanılır ve yaklaşık 2-3 saatlik bir zaman alır ve bu da bir başlangıç oluyor. Doğru İstidlal için haritalar çizilir. Sayısal işlemler kalemle yapıldığı gibi Meteorolojik çalışmalar da, ancak ve ancak kalemle yapılır.

Analiz: Troposfer tabakasını temsil eden Standart Atmosfer seviyelerinin ölçümlerinden elde edilen Meteorolojik bilgi(rasatlar), haritalara işlenilip resmedilir. Rasatların haritalara işlenilmesi ise en kapsamlı bir çalışmadır. ***Analiz yaparken en önemli işlem, basınç ve sıcaklık hareketlerini öğrenmektir. Rüzgâr, bulutluluk, yağış, sis hadiseleri için detayını oluşturuyorlar.***

Her bilimsel çalışmada olduğu gibi analiz çalışması da üç aşamada yapılır; İlk aşama, 12 saat veya 24 saat önceki bilgi(rasatlar) üzerinde yapılan çalışmadır. İkinci aşama; En son Meteorolojik bilgi(rasatlar) üzerindeki çalışmadır. Üçüncü aşamada ise her iki analiz çalışmasından elde edilen sonuçlar üzerinden İstidlal(hava tahmin) yapılır.

Bilgisayarlar yokken, analiz çalışması çok ağır şartlarda yapılıyordu. Rasatların haritalara işlenilmesi 2-3 saat sürerdi ve alınan rasatlar da çok az ve sınırlı olurdu. Bilgisayarların devreye girmesiyle bütün zorluklar kalktı, rasat kısıtlaması kalktı, 2-3'saat süren rasat işlemleri de 3-5'dakikaya indi. ***Fakat bu imkânlar değerlendirilemedi.***

Meteorolojik Gözlem: Gözlem bakmak, seyretmek ve gözetlemek gibi anlamlara gelir. Meteorolojik gözlem ile troposfer tabakası gözlemlenerek hava akışları öğrenilir. Bulutların oluşumları ve değişimleri, görüş mesafesini etkileyen sis, alçak bulutluluk, yağış ve kar yağışı gibi hadiselerin etkileri belirlenir, rüyetin(görüş mesafesinin) kaç metre olacağı öngörülür,,. Rüzgâr ve sıcaklık yansımaları öğrenilir. İzobar, izoterm ve kontur eğrilerinin noktasal, bölgesel ve küresel etkileri, fonksiyonları ve bağlantıları da yine Meteorolojik gözlemlerle öğrenilir.

Meteoroloji bilim dalını öğrenip ve doğru İstidlal yapmak için ilk önce Meydan hava tahmini(taf) öğrenilir. Meydan hava tahminine mana ile ehemmiyet veren ve doğru sonuca götüren de, Meteorolojik gözlemdir. Meteorolojik gözlem olmadan hazırlanan Meydan Hava Tahmini(taf) yetersizdir.

Meteorolojik Bilgi Günlük Rasatlardır:

Meteorolojik bilgi(rasatlar), günlük belirlenmiş saatlerde yapılan Synoptic ve Radyosonde rasatlarından elde edilen bilgidir. Meteorolojik bilginin(rasatların) bir günlük maliyeti bile çok yüksektir. Ancak, bunun mana ve değeri çok daha büyüktür. Mesela, bir Radyosonde rasadı 300 kilometre karelik bir bölgenin Meteorolojik bilgisini verebiliyor ve birde küresel bilgiye büyük katkı veriyor. Meteorolojik bilginin(rasatların) bütün Ülkelere ulaştırılması ve paylaşımı için bütün dünya(WMO), 24 saat birlikte çalışır.

Meteorolojik Bilginin(Rasatların) Elde Edilmesi:

Günde iki defa ve 12 saat arayla, Troposfer tabakasında sondaj(Radyosonde rasadı) yapılarak sıcaklık, basınç, rüzgâr ve nem değerlerinin ölçümleri yapılarak rasatlar(temp rasadı) hazırlanır ve kodlanır. Ayrıca Yer seviyesi, Okyanus ve Denizlerdeki Meteoroloji istasyonlarında üçer saat arayla sinoptik(Synoptic) rasatlar yapılarak sıcaklık, basınç, rüzgâr ve nem değerlerinin ölçümleri yapılır ve Meteorolojik gözlemlerle bulutluluk, sis, yağış hadiselerini içeren rasatlar(sinoptik rasadı) hazırlanır ve kodlanır. Kodlanan Meteorolojik bilgi(rasatlar) değerlendirilmek üzere her Ülkeye gönderilir. Bütün bu çalışmalar, iki saat içerisinde tamamlanır.

Ülkemizde İstidlal(hava tahmini) yapmak için, Avrupa kıtasının tamamı, Afrika kıtasının kuzey kısmı ile Asya kıtasının batı bölgelerinin Meteorolojik bilgileri(rasatları) alınarak, analiz yapmak üzere değerlendirilir ve İstidlal böyle yapılır. Bu çalışmalarını, Dünya Meteoroloji Teşkilatı(WMO) yürütür.

Meteorolojik Çalışma Sahası:

Meteorolojik hava olayları ve oluşumları, Tropopoz seviyesinin altında meydana gelir. En yoğun olarak, yer ve deniz seviyesinden itibaren, 2 metre ile 6000 metre yüksekliğe sahip seviye aralığında meydana gelir. Tropopoz seviyesinin yüksekliği Ekvator bölgesinde 17 kilometre civarındadır, Ekvator bölgesinden azalarak Kutuplarda 7 kilometre civarına iner, Ülkemizin

bulunduğu coğrafyada ise 12 kilometre civarı bir yüksekliğe sahiptir. Tropopoz'un yüksekliği, cephesel sistemlere ve mevsimlere göre değişir. Meteorolojik hava olayları ile oluşumlarının meydana geldiği bu bölge, Meteorolojik çalışma sahası kapsamındadır.

Ayrıca, 3000-5000 kilometre yarıçaplı alana sahip bir sahayı kapsayan bölge üzerinde analiz ve gözlem yapılarak İstidlal(hava tahmini) yapılır. Havalimanlarında, 10 kilometre yarıçaplı alana sahip sahayı etkileyen hava şartlarının İstidlali(taf.) yapılır. Meydan hava tahmini(taf) de yapılırken, 3000-5000 kilometre yarıçaplı alana sahip sahayı kapsayan bölge üzerinde, analiz ve gözlem çalışması yapılır.

Komşu Ülkelerimizde, Meteorolojik olaylara bağlı meydana gelen uçak ve helikopter kazaları, Meydan hava tahmini(taf) öğrenildikten sonra tespit edilmeye başlandı. **(3-1).**

Troposfer Tabakasında Oluşan Önemli Yapılar:

Troposfer tabakasında sürekli olarak termik ve dinamik oluşumlar meydana gelir. Cephesel sistemler de bu oluşumlardandır. Bu oluşumları ve ayrıca etkilerini anlamak için haritaları çizmek gerekir.

Termik ve Dinamik Yapılar: Advection, Adiabatic, Inversion, Condensation, Subsidence, Convection, Stable, Stability, Instability, Positive Vorticity, Negative Vorticity, Trough, Ridge, Beckink, Veerink, Divergence, Convergence, Lowpressuresystem, Cyclone, Anticyclone, Airmass, Front, Frontogenesis, Frontolysis, Slope of a front, Deepening, Saturationpoint, Overrunning, Vortex, Windshear, Shear line, Squall line, Funnel, Tornado, Icelandiclov, Gradient.,,

Troposfer Tabakasında Oluşan Periyodik ve Harmonik Hareketler:

- Cephesel sistemlerin oluşum ve dağılım süreçlerinde, termik ve dinamik nedenlerden dolayı periyodik ve harmonik hareketler meydana gelir. Cephesel sistemlerin oluşumlarını öğrenmek için periyodik ve harmonik hareketler sürekli takip edilir.

- Gecedan gündüze, gün doğumundan gün batımına ve mevsimlerden mevsimlere sıcaklığa(ısınmadan) bağlı olarak periyodik ve harmonik hareketler meydana gelir.

- Noktasal, bölgesel ve küresel sıcaklık farklılıklarına bağlı olarak, periyodik ve harmonik hareketler meydana gelir.,,

- Periyodik ve Harmonik Hareketler; Subsidence, Convection, vorticity, negative vorticity, positive vorticity, Divergence ve Convergence hareketleridir.,,

Troposfer Tabakasında Etki ve Tepki Hareketleri:

Troposfer tabakasının akışı, batıdan doğuya doğrudur. Ayrıca, sıcak ve soğuk hava akımlarının(akışlarının) hareketlerine bağlı olarak, Ekvator bölgesinden Kutup bölgesine ve Kutup bölgesinden, Ekvator bölgesine(sıcak havadan soğuk havaya, soğuk havadan da sıcak havaya) hava akışı vardır. Bu üç ana hava akışının karşılaşır birleşmelerinden cephesel sistemler meydana gelir. Farklı seviyelerde karşılıklı olarak esen rüzgârlarda(akışlarda) da etki ve tepki vardır. Soğuk hava çökerek yatay yönden hareket eder ve hava akımları dağılır. Sıcak hava ise yükselerek yatay yönden hareket eder ve yukarı seviyede yığılma(soğuk havayla karşılaştığında) meydana gelir. **Genel sirkülasyonun çözümü;** Etki ve tepki hareketleri takip edilerek, dalgaların birleşim ve kesişimleri çözülerek yapılır. Yani İzobar, İzoterm ve Kontur eğrileri arasındaki etki ve tepkilerin çözümlerinden, birleşim ya da kesişim kümelerinin dolu ya da boş oldukları beş tane kural ve mevcut hava şartlarıyla çözülerek genel sirkülasyonun çözümü yapılır. *Beş tane kural;* Sıcak havanın hareketi, soğuk havanın hareketi, yatay havanın hareketi, havanın yığılması ve havanın dağılmasıdır.

METOD

METEOROLOJİ BİLİM DALI SINIRLI ve SÜREKLİ KURALLAR ÜZERİNE İNŞA EDİLMİŞTİR

Meteorolojik hava olayları, Matematik limit denklemlerine benzer şekilde çözülür. Limit denklemlerinin çözüm kuralları olduğu gibi Meteorolojik olayların çözüm kuralları vardır. Meteorolojik bir dalgada sonsuz dalgalar vardır.

Matematik denklem sistemlerinde belirlenmiş kurallar ve dört işlemle sonuca gidilir. Meteorolojik çözümlerde, beş tane kural ve mevcut hava şartları çözülerek sonuca gidilir. *Beş tane kural*: Sıcak havanın hareketi, soğuk havanın hareketi, yatay havanın hareketi, havanın yığılması ve havanın dağılmasıdır. Bu kurallar çerçevesinde de, analiz ve gözlem çalışması yapılır. Örneğin; Matematikte ikinci dereceden iki bilinmeyenli bir denklemin önce, diskriminant'ına bakılır ve eğer kök varsa çözüm vardır ve denklem çözülür. Meteorolojide, yağış hadisesini araştırmak için önce cephesel sistem araştırılır. Cephesel sistemlerin her seviyede ayrı özellikte emareleri vardır. Cephesel sistem varsa(birleşim ve kesişimler varsa) yağış hadisesi araştırılır. Cephesel sistem yoksa(birleşim ve kesişim kümeleri yoktur) yağış yoktur.

Meteorolojik çözümler, Matematik çözümleri gibidir. Meteorolojik dalgalar, cümleler teorisi ve seriler zincirine benzer fonksiyonlar içerir ve Meteoroloji, Standart Atmosfer Seviyeleriyle formüle edilmiştir. Üç katlı integral denklemiyle de, Standart Atmosfer Seviyelerinde toplama işlemi(*yağılma alanı = yağış sahası*) yapılarak, İstidlal yapılır.

Cephesel Sistemler ve Cephe Hatları:

Cephesel sistemler, farklı sıcaklık ve farklı yoğunluğa sahip iki hava kütesinin, sıcak bir nokta(cyclone) etrafında sarmalanarak, etkili şekilde dönmeleri sonucunda oluşurlar. Kızıl Deniz ve İzlanda Adası üzerinden oluşan cephesel sistemler gibi. İzlanda Alçak basınç merkezine ait cephesel sistemler, Avrupa ve Asya kıtalarını etkileyerek sürekli yağış bırakır. Hava kütleleri gibi, cephesel sistemler de gittikleri bölgelere kendi özelliklerini götürür ve gittikleri bölgenin hava şartlarından etkilenir. Cephesel sistemler(yağış dalgaları) sıcaklık ve basınç fonksiyonlarına bağlı olarak, Bahar mevsiminde Alçak Seviyelerde, Yazın ve Sonbahara doğru ise Yüksek Seviyelerden başlayarak oluşumlarını tamamlarlar,.

Cephe hatlarının emareleri, Standart Atmosfer Seviyelerinin(Yer kartında, 850hpa, 700hpa, 500hpa, 300hpa ve 200hpa.) her seviyesinde var ve farklı özelliktedir. Cephe hattı Yer kartına çizilir ve günde normal olarak iki defa bu işlem yapılır, sekiz defa da çizilebilir. ***Ancak bütün bunlardan sadece, 6 Mart 2009 tarihinde çizilen cephesel sistemlerin cephe hatları doğru analiz edilmiş ve doğru çizilmiştir. Cephesel sistemlerin fonksiyonlarını anlamak için cephe hatlarını doğru çizmek gerekir. Meteorolojinin temeli cephelerdir.***

Cephe Hattı; Farklı özellikte iki hava kütesini birbirinden ayıran ve her seviyede farklı özellikler gösteren hattır. Cephe hattından başlanılarak hava yığılması başlar ve her yağışta bir cephesel sistem vardır. Cephe Hatları, hem yağışlı bölgeyi ve hem de yağış alacak olan bölgeyi gösterir. Cephe hatlarının dikey kesitleri 12 kilometrelik (tropopoz seviyesi) seviyeye kadar çıkar. Cephesel sistemlerin yatay kesitleri ise, bin kilometreleri de aşar. Cephesel sistemlerin enleri ve boyları(dikey ve yatay kesitleri) her zaman bellidir. ***Sınırları, basınç akışı(izobar eğrileri) ve rüzgâr yönüyle belirlenir. Bu basınç, deniz seviyesine indirilmiş olan gerçek basınçtır.*** Cepheler; Sıcak cephe, soğuk cephe, oklüzyon cephe ve duralar cephe diye sınıflandırılmışlardır.

Yaz'a doğru, soğuk havaların çekilmesiyle birlikte lokal ve küçük çapta cephesel sistemler meydana gelir. Bu şartlarda oluşan yağışlar kararsızlık yağışları olarak nitelendirilir. Bu yağışlarla birlikte kuvvetli *rüzgâr değişimi* meydana gelir ve uçuşları olumsuz etkiler.

Kızıl Deniz üzerinden oluşan cephesel sistem, bir gün sonra Doğu Akdeniz, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerimizde etkili olabiliyor. ***Kızıl Deniz üzerinde oluşan cephesel sistemler, yakın tarihte fark edilmiş ve oluşumları tespit edilmiştir.*** Mart 2015 Malatya'da iki uçağımız ve Nisan 2017 Tunceli'de bir helikopterimiz, Kızıl Deniz üzerinde oluşup gelen cephesel sistemlerde(sıcak cephe sahasında) düştü. (6).

Cephesel Sistemlerin Hareketleri:

İzobar eğrileri ile cephesel sistemlerin(yağış dalgaları) hareketleri ve etkileri belirlenir. Basınç tandans değerleri incelenerek yağış dalgasının yönü ve hızı belirlenir. Sektör rüzgârları(iki cephe arasındaki rüzgârlar) ve yüksek seviye bilgileriyle cephesel sistemlerin hareketleri belirlenir,.. Ülkemiz denizlerle çevrili, yağış dalgaları(cephesel sistemler) denizler üzerinden geçerken ve yaklaşırken, etkilerinde büyük değişimler ve kırılmalar meydana gelir. Bu değişim ve kırılmalar çok önemlidir,..

Troposfer Tabakasında Akışlar:

Troposfer tabakasının akışı, batıdan doğuya doğrudur. Akışın batıdan doğuya doğru olmasında, Dünya'nın dönüşü başta olmak üzere birçok sebep vardır. Ancak, Meteorolojistlerin ilgili olduğu ve ilgilendirilen alan sadece, troposfer tabakası ve troposfer tabakasında oluşan akışlardır. Troposfer tabakasında genel akıştan ayrı olarak, sıcak hava ve soğuk hava akımlarından oluşan iki hava akışı daha vardır. Farklı ısınmalara bağlı olarak oluşan bu akışlar; Kuzeyden güneye ve güneyden kuzeye doğru, etki ve tepki sonucunda meydana gelen akışlardır. Okyanus ve yeryüzü şekillerinin neden olduğu ve farklı ısınmalardan dolayı oluşan akışlar da ayrıca vardır.

Sıcak hava akışı, Ekvator kaynaklıdır ve genel olarak güneyli yönlerden esen rüzgârdır. Ekvatordan kutuplara doğru olan bu akışlar doğu, güney ve güneydoğudan esen rüzgârdır. Soğuk hava hareketleri ise kutupsaldır. Kutup bölgesinden Ekvator bölgesine doğru akarken genelde kuzey, kuzeybatı ve kuzeydoğu yönden esen rüzgârdır.

Troposfer tabakasında oluşan ve en kuvvetli etkiye sahip olan Meteorolojik hava olayı Tornado dur. Bir Tornado olayı ***Nisan 2012'de*** Elazığ/Maden ilçesinde, saat 18:00 sıralarında ve iki cephesel sistemin birleşmelerinden sonra meydana geldi. (Elazığ-Maden hortumu 2012, basından).

Troposfer Tabakasında Oluşan Etki ve Tepki Hareketleri:

Sıcak hava ve soğuk hava hareketlerine bağlı olarak Ekvator bölgesinden Kutup bölgesine, Kutup bölgesinden de Ekvator bölgesine doğru sürekli olarak bir hava akışı vardır. Ayrıca, farklı seviyelerde karşılıklı olarak esen rüzgârlar(akışlar), etki ve tepki sonucunda oluşur. ***Soğuk hava çökerek yatay yönden hareket eder. Sıcak hava ise yükselerek yatay yönden hareket eder.***

Troposfer tabakasında oluşan etki ve tepkiler(karşılıklı, sıcak ve soğuk akışlar) küresel, bölgesel ve noktasal olarak üç boyutludur. Örneğin; Yer seviyesinde kuzeyli akışlar varken, 500hpa.-300hpa. seviyelerinde buna tepki olarak güneyli akışlar meydana gelir,.. Yer seviyesinde Alçak basınç varken, yüksek seviyede Yüksek Merkez olur. Yer seviyesinde Yüksek Basınç varken, yüksek seviyede Alçak Merkez olur.,, vs.

14 Ekim 2018'de, Sibirya Yüksek Basıncı Güneydoğu Anadolu üzerinden Akdeniz'e inerek bölgemizde(Doğu ve Güneydoğu) son yılların en kuvvetli yağışlarına neden oldu. Bu sistem takip edilerek, bir felaketin yaşanmaması için ilgili birimlere tavsiyelerde bulunuldu. Sibirya yüksek basıncının bu hareketi esnasında, Elazığ Havalimanında geceleyin bir ara ***hava sıcaklığında 12 derecelik yükseliş meydana geldi.***

Dalgaların yönü İzobar eğrileriyle belirlenir. Fırtına, kuvvetli rüzgâr, rüzgâr salınımı ve rüzgâr değişiminin akış yönü, **İzobar eğrileriyle belirlenir.** **Nisan 2018 İzmir'de,** üç İzobarlık hilal şeklini alan dalgadan oluşan kuvvetli rüzgâr değişiminde bir uçağımız düştü. İzobar sıkışmaları ile beraber yükselen sıcak havaya bağlı olarak rüzgâr değişimi başlar, böylece rüzgâr hızında ani artış ve yönlerde salınım meydana gelir. Böyle rüzgârlı şartların takibi için öncelikle sıcaklık hareketleri ile maksimum sıcaklık takip edilmelidir. **Mart 2021 İzmir'de,** benzer Meteorolojik şartlarda ve yine bir jetimiz düştü.

Basınç ve Sıcaklık ile Yağış Dalgasının Tanınması:

Yer seviyesinde etkili sıcaklığa sahip bir nokta(alçak basınç sahası - cyclone) ve bu noktayı çevreleyen farklı sıcaklık, farklı yoğunlukta iki soğuk hava kütlesi(farklı özellikte iki yüksek basınç sahası - anticlone) vardır. Yukarı seviyede ise soğuk bir damla(oluk - trough) ve soğuk damlayı çevreleyen sıcak seviye(yüksek basınç sahası - ridge) vardır. Yer seviyesi(alçak basınç sahası) ile yukarı seviyelerin(soğuk hava seviyesi) birleşimlerinden yağış dalgası ve yağış oluşur. Yağış dalgası, basınç ve sıcaklık ile tanınır takip edilir.

Yağış dalgaları huni, silindir, daire, mengeneler ve küp şeklini alan helezonik yapılardır. Dikey kesitleri, yer ile deniz seviyesinden başlar ve Tropopoz seviyesinde sonlanır. Yerden itibaren geriye doğru bir meyil halindedir(*genelde*)

Yağışsız dalgalarda ise, alt ve üst seviye rüzgârları paralel eser(negative vorticity). Birleşim ve kesişim kümeleri boştur. Ana seviyeler, birbirlerinden bağımsız ve birbirlerinden etkilenmezler. Seviyeler arasında ayrışma vardır.

Yağış Dalgasına Şekil Veren, Sıcaklık ve Rüzgârdır:

Rüzgâr ve sıcaklıkla yağış dalgası takip edilir, ana seviyeler arasında bağlantılar kurulur. Yağış dalgası dönerek(vorticity) yol alır ve çekim gücünü yol boyunca gösterir. Termik ve dinamik hareketlerle yol boyunca hem güç kazanır ve hem de güç kaybedebilir. Dönerek(cyclone) oluşur, dönerek(anticyclone) kaybolur. Isınma(positive vorticity) ile oluşur, soğumayla(negative vorticity) kaybolur. Dalga oluşumunda(kararsızlık yağışları,..) yer rüzgârı genel olarak güneydoğu veya kuzeydoğu yönlerden eser,..

Sel, Yıldırım ve Yangınlar:

Sel, fırtına ve kısa süreli kuvvetli yağışların önlerinde, yüksek sıcaklık değerleri ile alçak basınç merkezleri bulunur. Sel, etkili sıcak havanın yukarı seviyede, soğuk hava ile birleşmesi sonucu oluşur. Sel'e neden olan dalgaların önlerinde genelde, yüksek sıcaklık değerleri vardır. Sel, sıcak ve oklüzyon cephe, genel olarak meydana gelir,..

Sel'de, 850hpa.'da 5-8 tane sıcak izoterm advection, 500hpa.'da 1-2 tane sıcak izoterm advection, 200hpa. da ise 3-5 tane sıcak izotermlik advection vardır. 500hpa.'da 2-3 derece soğuk izotermlik hava akışı, selin yaşanacağı noktayı gösterir. İzobar eğrilerin sıkışmalarının yaşanacağı en Alçak Basıncılı alanlarda, sel meydana gelir.

Sel'de, Temp diyagramının alçak ve orta seviye rüzgârları genelde doğu ve güneydoğudan eser. Çok kuvvetli Sellerde 500hpa. ve daha yukarı seviyelerin rüzgârları da güneydoğu yönlerindedir. Temp diyagramın genelinde rüzgâr akışı 160-230 derecelerden esiyorsa, beklenen yağışın kuvvetli olma ihtimali çok yüksektir,..

Yıldırım, farklı iki hava kütesinin şiddetli bir şekilde sürtünmeleri ve çarpışmaları sonucu oluşur. Squalline alanlarında da yıldırım meydana gelir.

Sıcak bölgelerde oluşan Alçak Basınç Merkezleri, Kuzeydoğuya veya batıya hareket ederek yıldırımlara ve kasırgalara neden olur. Kızıldeniz ile Basra merkezli alçak basınçların hareketleri ve diğer bütün hareketler bu açıdan önemli ve takip edilmelidir.

Kuzeydoğu Avrupa kıtası hattından(üzerinden), Kızıldeniz hattı boyunca uzanan 4 İzobarlık basınca(soğuk havasına) tepki olarak Yüksek seviyelerde, güneyden kuzeye doğru hareket eden sıcak hava akışları sıkışarak(200hpa.'da, dört-beş İzotermlik sıcak adveksiyon dahil), Batı Karadeniz bölgesinde kuvvetli sellere sebep oldu. Sellerde alt ve üst seviyeler de genelde üst üste gelir, hatta alt seviye geriye doğru da kayabiliyor(2021' yılında Batı Karadeniz de ki, sel oluşumunun Sinoptik modeli,..).

Yangınları, körükleyerek ve tetikleyerek çoğalmasına sebep olan kuvvetli rüzgâr, basınç ve sıcaklık sıkışmasının bir sonucu olarak meydana gelir. Yangınlar için kuvvetli rüzgâr İstidlali yapılmalı ve ilgililerle paylaşılmalıdır.

Basra Alçak Basıncının Karakteristik Özellikleri:

Yer seviyesinde alçak basınç ve yukarı seviyede yüksek merkezli olup, dinamik yapısı olmayan kuru havaya sahip termik bir alçak basınç merkezidir. Ancak bu karakteristik özellikler, sadece Basra bölgesi ve yakın bölgeleri için geçerlidir.

İç Anadolu, İstanbul, Doğu Anadolu'nun kuzeyi ile doğusu, Kara Deniz ve Kafkaslarda Yaz aylarında, Basra Alçak Basıncının sağladığı enerji ile oluşan dinamik yapılar ve oluşan cephesel sistemler yağış, fırtına, hortum ve kasırgalara neden olmaktadır. 2020'de Van'da düşen Uçağımıza, Basra Alçak Basıncı(enerjisi) ile oluşan dinamik yapı neden oldu. Bu dalgaların kuvvet kazanmalarına diğer bir sebep ise birbirleriyle bağlantılı 2 ya da 3 dalganın birlikte-bağlantılı hareket etmeleri ve daha kuzeydeki kaybolup, güneydekine kuvvetini(enerjisini) aktarmasıdır. Kuzeydeki dalga daha hızlı hareket ederek kaybolur ve kuvvetini güneydekine aktarır. Mart 2021 Bitlis'te yaşanan helikopter kazası, kuvvetlenen(enerji kazanan) **sıcak cephe sahasında** meydana geldi ve cephe hattı, Diyarbakır'dan Hazar denizine kadar uzanmıştı.

Basra Alçak Basıncına(enerjisi) bağlı ve/veya batı yönlerden gelen ve Basra alçak basıncının enerjisiyle kuvvetlenen cephesel sistemler(dinamik yapılar), Doğu ve Güneydoğu bölgelerimizde sürekli uçak ve helikopter kazalarına da sebep olmaktadır,.

Bütün Değişimler Hava Sıcaklığı ile Başlar:

Troposfer tabakasının temel fonksiyonu sıcaklıktır. Dalgalarda, belirleyici ve tanımlayıcı olan hava sıcaklığıdır.

- Mesela; Yağış dalgası bir bölgeyi tam olarak terk ettiğinde, minimum hava sıcaklığı en düşük değeri görür ve 200hpa. seviyesinde soğuk adveksiyon biter. Yağış gelirken, minimum sıcaklık genel olarak yükselir ve en yüksek değere çıkar. Minimum sıcaklık değeri ne kadar fazla olursa, yağış daha erken ve daha fazla olur,., Sıcak cephelerde, minimum sıcaklık farklılıklar gösterir,.,

- Bir bölgenin minimum sıcaklığı, o bölgeyi temsil eden en düşük değerde ölçülen sıcaklıktır.

- Minimum ve maksimum sıcaklıklar, en düşük rakımda gerçekleşir. Sıcaklık hareketleri de, en düşük rakımlı noktalardan hem ısınarak ve hem de soğuyarak başlar.

- Minimum hava sıcaklığı 3-6 derece yükselirse, beklenen Oraj ve fırtına olayları daha çok etkili olabilir,., Eğer, iki günlük minimum sıcaklık artışı 5-8 dereceyi geçmiş ise hadiseler daha çok etkili olur,., Minimum sıcaklık az farkla(1-2 derece) yükselmiş ise yağış daha geç olur,.,

- Minimum sıcaklık 1-4 derece düştüğünde yer rüzgârı, bir gün öncesine göre daha az olur. 850hpa. sıcaklığı, hava sıcaklığıyla aynı veya yakınsa rüzgar hafif(sakin) eser.

Not: Verilen bu rakamlar, sadece önemli birer emaredir. Rakamlardan kesin hüküm çıkarmak her zaman doğru olmaz. Değerlendirilmeye alınmalarında ise her zaman büyük yarar vardır.

- Dalgaların (dalga boyu, kalınlığı, etkinliği ve enerjisi ile yağışın oluş zamanı) oluşumlarında, minimum hava sıcaklığı en belirleyici parametredir.

- Harmonik hareketler, havanın akışı, dikey ve düşey salınımlar ancak, minimum ve maksimum sıcaklıklar İstidlal edilerek öğrenilir. **Maksimum ve minimum sıcaklıklar İstidlal edilerek, İstidlal öğrenilir ve Meteoroloji böyle icra edilir.**

Rüzgâr Oluşumu:

Rüzgâr, basınç ve sıcaklık sıkışması sonucunda meydana gelir. Rüzgâr çalışmasına; İzobar eğrileri göz önünde bulundurularak ve hava sıcaklığı ile 850hpa. sıcaklığı mukayese edilerek başlanılır, yüksek seviyelerle devam edilir,,. 850hpa. seviyesi, yer seviyesine en yakın ve yerle temasın olmadığı ilk ana seviyedir. Hava sıcaklığı, 850hpa sıcaklığından yüksek olduğu müddetçe yer rüzgârı vardır, sıcaklık farkı 10 santigrat dereceyi geçerse yer rüzgârı çok daha kuvvetli olur ve fark arttıkça da rüzgar artar,,. Hava sıcaklığı, 850hpa. sıcaklığından düşük olursa o zaman yer rüzgârı az ve/veya sakın olur. Rüzgâr oluşumunda çevresel faktörler ve Coğrafik yapı da çok önemlidir. Rüzgâr oluşumunda, hava sıcaklığı ile çevrenin(üç boyutlu) hava sıcaklığı mukayese edilerek sonuca varılır. **Mart 2021'de, iki jetimiz hamle ve salınım olan kuvvetli rüzgârda düştü. Böyle hava şartlarında sürekli olarak kazalar tekrarlanmaktadır.**

Rüzgâr Değişimi ve Kazalar:

Rüzgâr değişimi; Rüzgârın yönü ve hızında, yatay ve dikey olarak yer ve zamana bağlı olarak meydana gelen sapmadır. Uçak ve helikopter kazaları, en çok rüzgâr değişiminde meydana gelir. **Rüzgâr değişiminde, yer rüzgârı ters yöne dönerek hızında 2-7 kat artış meydana gelir.**

Bahar mevsimiyle, hava sıcaklığı hızlı bir şekilde yükselmeye başlar ve rüzgâr değişimi, Alçak Seviyede meydana gelir. Sıcaklık yükseldikçe rüzgâr değişimi daha yukarı seviyelere doğru çıkar ve daha geç zamanlarda gerçekleşir. İlk rüzgar değişimi, 10 derecelik artıştan sonra, saat 11:00 sıralarında meydana gelir. Yaz ve sonbahara doğru, yukarı seviyelerden başlayan soğumaya bağlı olarak cyclone dönüşlerle rüzgâr değişimi de meydana gelir. Örneğin(Bir Havalimanı ve saat 16:00 sıraları); Yer rüzgârı **030** dereceden orta kuvvette eserken belli bir zamandan sonra, yer rüzgârı ters dönerek(**210** dereceden) kasırgaya dönüşüyor ve bu rüzgâr değişiminden sonra, rüzgar hızında 7 katlık bir artış kaydedilebiliyor. **Yerde yaşanan rüzgâr değişiminde, yer rüzgârı tersine döner ve hızında 2-7 kat artış meydana gelir.** Kuvvetli rüzgâr geçtiği her noktada, 1-2 saat etkili olur. Uçak ve helikopter kazaları, bu zaman zarfında meydana gelir.

Yer seviyesinden ısınmayla oluşan rüzgâr değişiminde yer rüzgârı, saat akrep yelkovanı yönünde döner. Yukarı seviyeden soğumayla oluşan rüzgâr değişiminde ise yer rüzgârı, saat akrep yelkovanının tersi yönünde döner(yer seviyesinde). Fırtına öncesinde, yer rüzgârı en belirleyicidir, sıcaklık ve yer rüzgârıyla fırtına öncesinin takibi yapılır. **2018 ve 2019'yıllarında, İstanbul'da iki helikopterimiz sıcak cephe sahasında ve rüzgâr değişiminde düştü. (8).**

Rüzgâr Değişiminin İstidlali:

Hava sıcaklığı, rüzgârı ve bulutlar(Cu, Tcu ve Cb bulutları) takip edilerek rüzgâr değişiminin istidlali yapılır. Açık hava da ise, sadece sıcaklık ve rüzgâr takip edilerek rüzgâr değişimi tespit edilir ve İstidlali yapılır. Rüzgâr hızında oluşan sürekli hamleden ve rüzgâr yönündeki sürekli salınımlardan(70 dereceyi bulan ve devam eden yön değişimi) dolayı, Konya ve İzmir' de sürekli

olarak eğitim uçaklarımız düşmektedir. Rüzgâr değişimi öncesinde; Genel olarak yer rüzgârı güneydoğu veya kuzeydoğudan eser. Değişimde ise, rüzgâr ters yöne döner ve hızında 2-7 kat artış meydana gelir.

Sis Oluşumu ve Kazalar:

Sis hadisesini İstidlal etmek için noktasal ve bölgesel rüzgâr akışı çözülür, yığılma(Convergence=rüzgâr salınımlı) ve Inversion sahası belirlenir ve ayrıca nispi nem oranı göz önünde bulundurularak, sis İstidlal öyle yapılır. Nispi nem oranı, sis oluşumunda en önemli parametredir. Soğuk hava yer seviyesine indiğinde, sıcaklık en düşük değeri gördüğünde ve basınç en yüksek değere ulaştığı zaman sis oluşumu başlar. Sis oluştuğunda 200hpa. seviyesinde cold advection yoktur (soğuk hava tam olarak yere inmiştir) ve minimum sıcaklık en düşük değere inmiştir. Sis oluşumuyla birlikte sıcaklıkta yükseliş gözlenir. Bir önceki günde de, minimum hava sıcaklığı yükselmiş olabilir.

Örneğin; Elazığ havalimanında, Belirli bölgelerden Stratus bulutu gelerek havalimanına iner ve yoğun sise neden olur. Bu sis olayı, geceleyin ve **01.00 GMT'de** gerçekleşiyor (uygun hava şartlarında).

850hpa.'da, 4-6 cold advectiona bağlı olarak, çok hızlı bir şekilde yoğun sis oluşur(uygun hava şartlarında). 2003'te, Diyarbakır'da yolcu uçağı iniş yaparken böyle hava şartlarından dolayı düştü. 2009'da, Samsun üzerinden Ankara'ya ulaşip etkili olan soğuk hava(850hpa 3-4 cold advection), yoğun sisin oluşmasına ve bir helikopterimiz düşmesine sebep oldu. (7).

Sis Hadisesinde Rüzgâr Değişimi ve Kazalar:

Sis hadisesine bağlı olarak meydana gelen rüzgâr değişimi, gün doğumundan yaklaşık iki saat sonra ve hava sıcaklığı 4 ile 5 derece yükseldikten sonra meydana gelir. Bu şartlarda hava sıcaklığı, genelde sıfır dereceye yakın değerlerde olur. Rüzgâr değişimine bağlı olarak oluşan sisten dolayı, rüyette tekrardan düşüş yaşanır ve havacılıkta aksamalar meydana gelir. Dağlarla çevrili(2-4 kilometre uzakta) Havalimanlarında böyle sisli olaylar meydana gelir(**dağa turmanan hava, tekrar geri yere iner**). **2013 Ankara'da, 2009 Hollanda'da yaşanan uçak ve helikopter kazaları**, sis hadisesinde ki rüzgâr değişiminde yaşandı. (9).

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

METEOROLOJİK ÇALIŞMALARDA ve TAHMİNLERDE BELİRSİZLİKLER:

Meteorolojik Çalışmalarda Yaşanan Problemler:

- Maksimum ve minimum sıcaklık tahminleri üç santigrat dereceden yüksek değerlerde gerçekleşiyor.
- Devamlı olarak yanlış rasat ölçümleri yapılmaktadır.
- Cephesel sistemlerin, cephe hatlarının çizimleri doğru yapılamıyor. Analiz ve Gözlem çalışması doğru ve yerinde yapılmıyor. İstidlal, sadece sayısal tahminler üzerinden yapılıyor.
- Bilgisayarlara çizdirilen haritalardaki dalga yansımaları, doğru bir şekilde okunamamaktadır.

Meteorolojik Olaylara Bağlı Yaşanan Kazalar Ve Olumsuzluklar:

- Her yıl ortalama 3 tane uçak ya da helikopterimiz, Meteorolojik şartlara bağlı olarak düşmektedir.

- Uçaklarda pas geçme, belirsiz iptaller ve pistten çıkmalar devam ediyor.
- Meteorolojik olaylara bağlı olarak gemilerimiz batmaktadır. Meteorolojik şartlara bağlı her yıl yüzlerce trafik kazası yaşanıyor. Yangın, yıldırım ve sellerde can kaybı sürekli olarak yaşanmaktadır.

Meteoroloji'yi Öğrenmek İçin Yapılacak Çalışmalar:

- Maksimum ve minimum sıcaklık İstidlali yapılmalı ve gerçekleşen fark 1 derece olmalıdır.
- Basınç ve sıcaklıkta yaşanan düşüş, yükseliş ve düz gidişlerin sebepleri öğrenilmelidir.
- Sıcaklıkların noktasal, bölgesel ve küresel olarak dikey, düşey ve yatay akışları öğrenilmelidir.
- Bulutların oluşumları, birikimleri ve dağılımları öğrenilmelidir.
- Nemli hava ile kuru havanın özellikleri öğrenilmelidir.
- Haritalar çizilmeli, cephesel sistemlerin cephe hatları doğru çizilmelidir.

Sayısal Hava Tahmini:

Sayısal hava tahmini, Matematik ve Fiziksel yöntemlerle formüle edilmiş bir tahmindir ve önemli bir çalışmadır. Meteoroloji bilim dalı da aynı formüldendir. Ancak, Meteorolojide formül(sayısal hava tahmini) tek başına her zaman yeterli değildir ve her zaman bireye ihtiyaç vardır. ***Sayısal hava tahmini tek olarak uygulandığı için problemler devam etmektedir.*** Sayısal hava tahmini bireyler tarafından sorgulanmadığı için havacılıkta ve diğer alanlarda ki problemler devam ediyor. Sayısal hava tahmini Meteorolojinin türevidir ve daima ikinci planda olmalıdır.

Sayısal hava tahmininin güvenilirliğini anlamak ve öğrenmek için sadece, sıcaklık ve basınçtaki eksikliklere ve sapmalara bakmak yeterlidir. Sayısal hava tahmini üzerinde çalışarak çok daha kısa zamanda Meteoroloji öğrenilir. ***Meteorolojiyi doğru uygulayacak olan bireydir.***

Atmosfer, İlimin Bir Parçasıdır:

Yüce kitabımız Kuran-ı Kerimde, yağış hadisesi bir ayette şöyle açıklanıyor; Mealen: O sıkıştırılardan şarıl şarıl bir su indirdik (Nebe suresi 14.ayet).

Ayette geçen el-Mu'sirat, yani sıkıştırılmak(gradient) kelimesinden rüzgâr sıkışması, sıcaklık sıkışması ve basınç sıkışması anlaşılmaktadır. Sıkıştırılma olayında, farklı seviyeler ve farklı bulut tabakaları meydana geliyor. Farklı olan seviye ve tabakalar sıcaklık, basınç ve rüzgâr sıkışmasından oluşurlarken, nispi nem oranına ve sıcaklığa bağlı olarak, farklı cinslerde de bulut tabakaları oluşuyor. Yoğunlaşarak sıkıştırılan bulutlardan ise yağış meydana gelir.

Ayette geçen Seccac(sicim) kelimesinden ise, alabildiğince dökülmek bir biri ardınca yağmak manası vardır. Özetle; Ayeti celile yağışın nasıl meydana geldiğini, hangi şartlarda oluştuğunu ve ne şekilde yağdığını açıklıyor.

ÖNERİLER:

ÖNEMLİ TESPİTLER VE BULGULAR:

Havacılığa destek için Elazığ Havaalanında 1993'te Meydan Hava Tahmini(taf) yapılmaya başlandı. Meydan hava tahmininde yapılan çalışmalarda 4-5 senede, Havacılığa verilen Meteorolojik destekte başarı elde edildi. **Mayıs 2001'de** Alçak Seviye Uçuşlarında, 24 saat arayla 2 tane uçak kazası meydana geldi. İki kazanın da Meteorolojik şartlardan olduğu tespit edildi ve bugüne kadar meydana gelen uçak ve helikopterlerimizin kazaları araştırılmıştır.

Mart 2009: Elazığ yeni havalimanının pisti hizmete girdi ve açılışın ilk aylarında iki uçak iniş yaparlarken olumsuz hava şartlarından dolayı tehlike atlattılar. Havalimanının görüş alanında yaşanan bu olumsuz hava şartları araştırılırken, cephesel sistemlerin oluşumlarını sağlayan Alçak Basınç sahası ve buna bağlı oluşan dinamik yapılar tespit edildi. Bu araştırma çalışmasında, Üç Katlı İntegral denkleminde ilk olarak faydalanıldı ve bu yöntem böylece sürekli kullanıldı.

Kızıl Deniz Alçak Basıncından oluşan cephesel sistemler, uçak ve helikopterlerimizin düşmesine sebep olmaktadır. Bu cephesel sistemler ve bütün dinamik yapılar öğrenilerek takip edilmelidir. **Kazalar, ancak bu şekilde önlenir.** Kızıl Deniz üzerinden oluşarak ve Ülkemizde de etkili olan cephesel sistemlerde meydana gelen uçak ve helikopter kazalarından iki tanesi Malatya'da 2015'te, biri de Tunceli'de 2017'de meydana geldi. **(6-1).**

SONUÇ:

Meteoroloji, Dünya Meteoroloji Teşkilatının(WMO) belirlemiş olduğu eğitim ve uygulamalarıyla öğrenilir. Meteoroloji'ye özgü çalışma ortamı, çalışma şartları ve düşünme ortamı gereklidir. Muhaberesiz muharebe olmadığı gibi Meteoroloji olmadan da havacılık yürümez.

Meteoroloji, dört değişkenin(sıcaklık, basınç, rüzgâr ve nem) değişimlerini(termik, dinamik) inceleyen ve belli normları olan, sorgulanabilinen, açık ve şeffaf bir bilimdir. Ayrıca, yüz yıla yakın bir zamandır bütün dünyada müşterek olarak uygulanmaktadır. Yaşamakta olan hata ve eksiklikler, tamamen yeterli olmayan eğitimden kaynaklanmaktadır. Troposfer tabakasında, basınç ve sıcaklık yansımaları öğrenildiğini zaman Meteoroloji öğrenilecektir.

Kaynaklar:

(1) Milliyet-**18Mayıs,2001-MİLLİYET**

16Mayıs2001 - Diyarbakır'dan Ankara'ya gitmek için kalkan uçak Malatya semalarındayken bir anda uçağın düştüğü ve 34 askerimizin şehit oldu.

(1-a) Hürriyet- Rus yapımı Yakolev-40 tipi uçağı **17Mayıs2001** tarihinde kuzey *İran'da* düştü.

(2) SABAH - **16.10.2006** - Bitlis'te savaş uçağı düştü

Oct16,2006 - Diyarbakır 2'nci Taktik Hava Üs Komutanlığı'ndan eğitim uçuşu için kalkan F- 16 savaş uçağı, *Bitlis yakınlarında* kötü hava şartlarından düştü.

(3) Hürriyet (**2012**) <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/siirtte-17-askerin-sehit-oldugu-helikopter-kazasinda-takipsizlik-karari-40011279>.

(3-a) Hürriyet (2012) <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/afganistanda-turk-helikopteri-dustu-12-askerimiz-sehit-20138519>. **NOT:** Afganistan da yaşanan kazadan bir hafta önce Konya'da, benzer hava şartlarında askeri eğitim uçağı düştü. **13Mart2012**.

(3-b) --- Türk Yıldızları'na ait uçak düştü - Son Dakika Haberler - Hürriyet **13Mart,2012** Konya'da eğitim uçağı düştü. Bir adet nf-5 uçağı saat 12:00 sularında eğitim uçuşu sırasında düştü.

(3-c) www.hurriyet.com.tr Lice'de askeri helikopter düştü: 1 şehit, 7 yaralı - Son Dakika Haberler **Oct12,2012** - DİYARBAKIR'IN Lice İlçesi Abalı Köyü üs bölgesinde personel değişimi sırasında.

(3-d) THK'da son 2 yılda 7 kaza yaşandı, 6 pilot hayatını kaybetti - Şakirpaşa Havalimanı'ndan havalandığı belirlenen Türk Hava Kuruna ait, En son **6 Ekim,2012** tarihinde Efes Havaalanı'ndan kalkan aynı tip eğitim uçağı düştü. Görgü tanıkları, CESSNA 172 tipi olduğu belirlenen sivil eğitim uçağının yüksek gerilim hattına takılması sonucu düştüğünü bildirdi.

(3-e) Foça'da askeri uçak düştü - Son Dakika Haberler - Milliyet TSK'ya ait bir eğitim uçağı dün Foça üzerinde denize düştü. İki kişinin bulunduğu uçağın enkazına ulaşılmadı.**17.01.2012 02:30**

(4) Türk kargo uçağı evlerin üzerine düştü. Çok sayıda ölü var – Hürriyet. **Jan16,2017** Türk kargo uçağının Kırgızistan'da evlerin üzerine düştüğü kazada can kaybı artı.

(4-a) **16Ocak,1983** Esenboğa uçak kazası - ekşi sözlük **Jan16,1983** - Ankara Esenboğa havaalanına iniş sırasında piste birkaç kilometre kala, Trablus-Paris-Ankara-İstanbul seferini yapan thy ye ait "afyon" isimli.

(4-1) DİYARBAKIR' da, **8 Ocak,2003** tarihinde yoğun sis nedeniyle Diyarbakır Havalimanı içerisinde düşen ve 75 kişinin yaşamını yitirdiği uçak.

(4-b) Tarihte Bugün – **29Aralık,1994** – THY TK278 – Van Kazası. Boeing 737-400 tipi “Mersin” isimli Türk Hava Yolları uçağı Ankara-Van seferini yapmak üzere 7 mürettebat ve 69 yolcuyla dağa çarptı.

(4-c) TRABZON'DA UÇAK DÜŞTÜ, 74 ÖLÜ! - Haber Vitrini Kırgızistan'ın başşehri Bişkek'ten kalkan YAK-42 tipi Ukrayna'ya ait askeri uçak, Trabzon'un Maçka İlçesi'ne bağlı Şahinler Köyü'ne düştü.**26.05.2003**.

(4-d) Atlasjet uçağı Isparta'da düştü: 57 ölü - <https://www.cnnturk.com> Nov30,2007 - Son Dakika Flaş Haberler - Atlasjet Havayollarının İstanbul-Isparta seferini, Keçiborlu ilçesine bağlı Çukurca bölgesi yakınlarında düştü.

(5) Faciaya kıl payı — Hürriyet www.hurriyet.com.tr **Jan12,1998** - 68 yolcu ve 5 mürettebatın bulunduğu THY uçağı Samsun'da pistten çıktı. Yüzlerce evin bulunduğu mahalleye doğru ilerleyen uçak kum ve çakıldan oluşan toprağa saplanınca durdu.

(6) Malatya'da iki askeri uçak düştü - BBC News Türkçe - BBC.com https://www.bbc.com/.../2015/02/15_0224_Malatya_askeri_helikopter.

Malatya 7. Ana Jet Üssü'nden havalanan iki F-4 tipi askeri uçağın Akçadağ ilçesine düştüğü belirtildi. Malatya'da iki askeri uçak düştü. **24Şubat,2015**.

(6-1) Tunceli'de helikopter düştü... Kahreden haber: 12 şehit www.hurriyet.com.tr > Gündem Haberleri **Apr18,2017** – Haberler Gündem Haberleri Son dakika: *Tunceli'de helikopter düştü*. Açıklamada "18Nisan,2017 günü saat 11.40 sıralarında Pülümür.

(7) Kaybolan helikopter bulundu - – Hürriyet www.hurriyet.com.tr **Feb1,2009** - Saat 16.45'te Ankara'ya ulaşması beklenen Emekli Kara Pilot Albay Süleyman, *Helikopterin* kaybolduğu sırada bölgede *yoğun sis* ve tipinin kazaya neden olduğu AB- 212, diğeri H- 500 tipi olmak üzere iki *helikopterin düştüğünü* hatırlattı.

(8) Şehit pilotlara ulaşıldı – Hürriyet www.hurriyet.com.tr **Mart4,2005** - Hava Kuvvetleri Komutanlığı Genel Sekreterliği, *Karabük'te düşen askeri uçağın* pilotları Hava Pilot Yüzbaşı Fatih Devravut ve Hava Pilot Üsteğmen Fatih Keskin'in şehit olduğunu bildirdi. **17 yılda 21 F-16 düştü.**

(8-a) *Isparta Yalvaç'ta CASA askeri eğitim uçağı düştü, 3 asker şehit oldu* www.hurriyet.com.tr - *ispartada-casa-tipi-egitim-ucagi Jan18, 2018 - Uçağın düşüş nedeninin kara kutunun incelenmesi ve kaza kırım. Tüm dünyada 5 kaza yaparken bunların 3'ü Türkiye'de meydana gelmiştir, (ref,no).*

(8-1) *İzmir'de Eğitim Uçağı Düştü: 2 Pilot Şehit. İzmir Çiğli 2'nci Ana Jet Üssü'nde eğitim uçağı düştü, 2 pilot şehit oldu. 16 Şubat,2018 Cuma 11:33.*

Nov19,2018 - *Denizlide eğitim uçağı düştü; Pilot ve öğrencisi aranıyor 30 Ekim 2018*

(8-c) Şırnak'ta helikopter kazası! TSK: 13 asker şehit oldu - <https://www.haberturk.com> › **Jun1,2017** - Türk Silahlı Kuvvetleri'nden yapılan açıklamada *Şırnak'ta düşen askeri helikopterdeki* 13 askerin şehit olduğu duyuruldu. **31.05.2017 - 21:41.**

(8-d) Tokat'ta askeri helikopter düştü - Son Dakika Haberler - Milliyet www.milliyet.com.tr › **Gündem** › **Haber** [Translate this page Jun10,2010](#) - Tokat Valisi Şerif Yılmaz, düşen askeri *helikopterle* ilgili olarak, Bize şu ana kadar, 10.06.2010 11:52

(8-e) Giresun'da askeri helikopter düştü 7 şehit - Son www.hurriyet.com.tr › **Gündem Haberleri** [Translate this page Jul6,2016](#) - *Giresun'da bayramlaşmaya giden jandarma komutanları ile eş ve çocuklarının bulunduğu askeri helikopter* Tohumcuk Yaylası'na düştü.

(8-f) İstanbul Çekmeköy'de askeri helikopter düştü! Acı <https://www.sabah.com.tr> › **Gündem Haberleri** *İstanbul Çekmeköy' de askeri helikopter düştü!* Acı haber geldi. Giriş Tarihi: **11.2.2019 20:14** Güncelleme Tarihi: 11.2.2019 22:57.

(8-g) **20 Mayıs,2011** - Beykoz'da içinde 3'ü emniyet mensubu 5 kişinin bulunduğu Allouette 2 tipi *polis helikopteri, Boğaz'a düştü.*

(8-h) **14 Mayıs, 2013** - Osmaniye Amonoslar'da F-16 savaş uçağı düştü. ... "13 Mayıs 2013 Pazartesi günü saat 14.15'te Osmaniye civarında.

(8-ğ-) *Sivas'ta askeri uçak düştü: 2 pilot yaralı. 30 Eylül 2013.*

(8-h) **Nov 26, 2018** İstanbul - *İstanbul Sancaktepe'de eğitim uçuşu yapan askeri bir helikopter düştü.* Kaza sonucu 4 asker şehit oldu,

(8-ı) **Feb 12, 2019** İstanbul - *İstanbul Çekmeköy Kirazlı Mahallesi'nde bir site içine UH-1 tipi askeri helikopter bilinmeyen bir nedenle düştü.*

(8-i) **6 Eylül, 2018** İstanbul-*İstanbul* Maltepe açıklarında *düşen* Bell 430 tipi *helikopterde* 5 kişinin bulunduğu Allouette 2 tipi *polis helikopteri, Boğaza düştü.*

(9) THY uçağı Hollanda'da düştü: 9 ölü | NTV --**26.02.2009** -Türkiye uçak yeni Reuters. İstanbul'dan Amsterdam'a giden THY uçağı, inişe geçtiği sırada tarlaya düştü.

(9-a) Ankara'da askeri helikopter düştü – Hürriyet.-- **Dec17, 2013** -*Ankara'da Gölbaşı yakınlarında eğitim uçuşu sırasında askeri helikopter düştü.*

Eserde, emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Yazarın Özgeçmişi:

Doğum Tarihi: 01.01.1964

Doğum Yeri: Palu / Elazığ

İlk Öğretim: Kambertepe Köyü İlk Okulu

Orta Öğretim: Elazığ Mezre Ortaokulu

Meteoroloji Teknik Lisesinde eğitimini tamamladıktan sonra 11.08.1983 tarihinde Ankara, Esenboğa Havalimanı Meteoroloji Müdürlüğünde göreve başladı. Ankara, Mürted Ana Jet Üssü Meteoroloji Müdürlüğünde de kısa bir süre görev yaptıktan sonra, 1984 yılında Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Matematik bölümünü kazanarak, Elazığ Havaalanı Meteoroloji Müdürlüğüne tayin oldu ve aynı göreve devam etti.

Havacılığa, Meteorolojik destek vermek için Elazığ Havaalanında 1993 yılında ilk olarak Meydan hava tahmini(taf) yapılmaya başlandı. Meydan hava tahmini(taf) için analiz yaparken, haritaların çizimlerini de bizzat yaparak, 4-5 senede Havacılığa, Meteorolojik destekte başarı elde edildi.

Mayıs 2001'de, 24 saat arayla 2 uçak kazası meydana geldi. Bu kazalara, Meteorolojik hava olaylarının sebep oldukları saptandı ve böylece, 2001'den bugüne kadar meydana gelen uçak ve helikopterlerimizin kazaları araştırılmıştır. Batan gemilerimizin Meteorolojik şartlarla olan bağlantıları tespit edildi. Askeri ve Sivil Havalimanlarında geçici görevlerde bulunuldu. Eğitim kurslarına katıldı. Elazığ Havalimanı Meteoroloji Müdürlüğünde görevine devam etmektedir.

İsa ŞENGÜL
MATEMATİKÇİ & METEOROLOJİST