

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

**TÜRKİYE'DE SPORTİF HAVACILIKTA PROGRAMLARLA MODELLEME
YAPILMASI**

**KAMİLE UYSAL
1030223302**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Ahmet TOKGÖZLÜ**

**ISPARTA
2013**



T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS
TEZ SAVUNMA
SINAV TUTANAĞI



Tez Savunması 1

Tarih: 27/2013

Enstitü Yönetim Kurulunun 4/7/2013 tarih ve 93389805.302.14.05/1120 sayılı kararıyla oluşturulan jürimiz Coğrafya Anabilim Dalı FİZİKİ COĞRAFYA Bilim Dalı YÜKSEK LİSANS öğrencisi Kamile UYSAL'nın "Türkiye'de Sportif Havacılıkta Programlarla Modelleme Yapılması" başlıklı tezini incelemek ve değerlendirmek üzere 27/2013 tarihinde saat 14.05 da toplanmış ve adayı tez savunmasına almıştır.

Lisansüstü Yönetmeliği Madde 25 uyarınca adaya 60 dakika süreyle teziyle ilgili Ek'te sunulan sorular yöneltilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonunda adayın tezinin aşağıda belirtilen sebeplerle,

Tezin kabul edilmesine
(Öğrenci, varsa jüri tarafından gerekli görülen düzeltmeleri yaparak, tezinin onaylı son şeklini bir (1) ay içinde Enstitü'ye teslim etmelidir.)

Tezde düzeltme verilmesine
(Öğrenci, tezde gerekli görülen düzeltmeleri yaptıktan sonra üç (3) ay içinde savunmasını yineleyecektir.)

Tezin reddedilmesine
(Öğrenci, yeni tez konusu belirlemelidir.)

*Tez adı değişikliği yapıldı/yapılmadı.
oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir.
Gereği için arz olunur.

Jüri	Adı Soyadı	İmza
Danışman :	Yrd.Doç.Dr. AHMET TOKGÖZLÜ	
Üye :	Prof.Dr. ZAFER ASLAN	
Üye :	Prof.Dr. BARBOROS GÖNENÇGİL	
Ek : Herbir jüriye ait tez değerlendirme jüri raporları		

Enstitü Yönetim Kurulu Kararı	Tarih:	Karar No:
Bu form danışman tarafından düzenlenerek 3 gün içerisinde ilgili Anabilim Dalı aracılığı ile Enstitüye teslim edilir.		



T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum "Türkiye'de Sportif Havacılıkta Programlarla Modelleme Yapılması" adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadar ki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya'da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.


Kamile UYSAL

22/07/2013

ÖZET

TÜRKİYE'DE SPORTİF HAVACILIKTA PROGRAMLARLA MODELLEME YAPILMASI

Kamile UYSAL

Süleyman Demirel Üniversitesi, Coğrafya Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi, 59 Sayfa, Isparta, Temmuz 2013

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet TOKGÖZLÜ

Türkiye'de sportif havacılıkta (planör, yamaç paraşütü, yelken kanat, model uçak), kullanılan hava araçlarının motorsuz olması nedeniyle, bu uçuşların verimli şekilde gerçekleşebilmesi, potansiyel termik alanlarının tespiti ve bu termiklerin ömrünün ve gücünün tahmin edilebilmesi ile mümkündür. Bu sayede pilotlar için termik ağ haritası sağlanabilir. Termik yapıların çalışılması, aynı zamanda, hem atmosferik sınır tabakanın daha iyi anlaşılması hem de kümülüs bulutlarının oluşumunda oynadıkları rol bakımından önem taşımaktadır.

Planör uçuşlarına yönelik olarak yapılan termik konveksiyon çalışmaları ve potansiyel termik alanlarının saptanması için geliştirilen yöntem ve modeller ile ilgili çalışmalar son 20 yılda, havacılığın da giderek önem kazanmasıyla artış göstermiştir. Sadece termal aktivite ile ilgili bilgiler değil, diğer meteorolojik bilgiler de aslında iyi bir uçuş için gereklidir. Bu nedenle dünya üzerinde çeşitli yöntemlerle meteorolojik veriler elde edilmekte ve aeronotik meteorolojinin kullanımına sunulmaktadır.

Çalışma da, sportif havacılığın en önemli havacılık dalı olan "Planörcülük" hakkında genel bilgi, planör uçuşlarının çeşitleri, planör uçuşları için olmazsa olmaz etken olan termikler hakkında detaylı bilgi ve termikleri etkileyen meteorolojik parametreler, sportif havacılıkta dünya genelinde kullanılan modellemeler ve rasat programları ve Türkiye'ye uyarlanabilirliği hakkında bilgi verilmiş, Aeronotik Meteoroloji'ye ait dünyada hangi yazılımlar ve modellemeler kullanıldığı ve bu programların ve modellemelerin Türkiye üzerinde ne ölçüde etken olduğu şekillerle gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sportif Havacılık, Termik Ağ Haritası, Planör, Aeronatik Meteoroloji, Yazılımlar

ABSTRACT**MODELLING OF SPORTIVE AVIATION WITH PROGRAMMING IN TURKEY****Kamile UYSAL****Süleyman Demirel University, Department of Geography****Thesis of Master Degree, 59 Pages, Isparta, July 2013****Supervisor: Assist. Assoc. Prof. Ahmet TOKGÖZLÜ**

In Turkey, in sportive aviation with (glider, hang glider, paraglider, aeromodelling) due to non-motor, identification potential areas of thermal and their power and lifes are effective for their efficient flights. So a thermal network map can be provided for pilots. Study of thermal structure is also important for better understanding of atmospheric boundary layer and formation of cumulus clouds.

Studies on the developed methods and models for detection thermal convection and potential areas of thermal have increased in twenty years with gradually increasing importance of aviation. Not only thermal activity, but also other meteorological knowledges these models are necessary for flights. Therefore meteorological datas in global scale are obtained by various methods and made available for aeronatical meteorology.

This master thesis covers some general informations about Gliding which is the most important branch of sportive avition, varieties of glider flights. Detailed information on thermals which is essential factor for glider flights and meteorological parameters that affect on thermals, sportive aviation modellings and observational programs are used all over the world and for some application in Turkey.

Key Words: Sportive Aviation, Thermal Network Map, Glider, Aeronatic Meteorology, Computer Based Programmes.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI.....	ii
YEMİN METNİ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
ÖNSÖZ.....	xii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	3
AERONOTİK METEOROLOJİNİN TANIMI.....	3
BÖLÜM 3	5
TERMİKLER VE PLANÖR UÇUŞLARI.....	5
3.1 TERMİKLER VE OLUŞUM MEKANİZMALARI.....	5
3.2 TERMİKLERİN PLANÖR UÇUŞLARINDAKİ ROLÜ	7
3.3 TERMİKLERİN GÜCÜ	8
3.3.1 Termiklerin Gözlenen Gücü.....	8
3.3.2 Termiklerin Gücündeki Değişmeler.....	8
3.3.3 Termiklerin Ortalama Gücü ve Gözlenme Süresi	9
3.3.4 Termik Gücünün Öngörüsü	9
3.3.5 Termiklerin Gün Boyu Etkin Olması.....	10
3.4 TERMİK UÇUŞUNU ENGELLEYEN VEYA KISITLAYAN KOŞULLAR.....	11
3.4.1 Güneşin Bulutla Örtülü Olması.....	11
3.4.2 Yoğun Konvektif Bulutlar.....	11
3.4.3 Bulutların Yayılması	11
3.4.4 Sığ Bir Tabaka Şeklinde Soğuk Hava Akışı	11
3.4.5 Yukarı Seviyede Sıcak Hava Adveksiyonu	11
3.4.6 Yeni Yağış.....	11
3.5 PLANÖR PERFORMANSI İLE İLGİLİ TERMİK GÜCÜ	11
3.6 PLANÖR UÇUŞLARI İÇİN DİĞER YÜKSELİCİ AKIM BÖLGELERİ.....	12
3.6.1 Yamaç Uçuşu	12
3.6.1.1 Yamaç Uçuşu İçin Uygun Koşullar	13
3.6.2 Dağ Dalgaları ile Uçuş	14

3.7 PLANÖR VE TEKNİK ÖZELLİKLERİ	17
3.7.1 Planör	17
3.7.2 Planörün Uçuş Aerodinamiği	18
3.7.2.1 Kaldırma Kuvveti	19
3.7.2.2 Ağırlık Kuvveti	19
3.7.2.3 İtme (Çekme/Süzülüş) Kuvveti	19
3.7.2.4 Geri Sürüklenme Kuvveti	19
3.8 PLANÖR UÇUŞLARINI ETKİLEYEN METEOROLOJİK KOŞULLAR	20
3.8.1 Yüzey Rüzgarları	20
3.8.2 Yukarı Seviye Rüzgarları	20
3.8.3 Görüş Mesafesi	20
3.8.4 Bulut Tabanı	20
3.8.5 Bulutluluk	21
BÖLÜM 4	22
4.1 HAVACILIK METEOROLOJİSİNDE KULLANILAN HAVA TAHMİNİ İLE İLGİLİ MODELLEME PROGRAMLARI VE TÜRKİYE UYGULAMALARI	22
4.1.1 XCSKIES PROGRAMI	22
4.1.1.1 Misyonu	22
4.1.1.2 Çalışma Prensipleri	22
4.1.1.3 Özellikleri	22
4.1.1.4 Programdan Alınabilecek Parametreler	22
4.1.1.4.1 Termal Parametreler	22
4.1.1.4.2 Yer Yüzeyinden İtibaren Kullanılabilir Termal Aktivite	23
4.1.1.4.3 En Üst Termikler (Thermal $I_{dx}=0$)	24
4.1.1.4.4 Termal Yükseklik Değişkenliği	25
4.1.1.4.5 Termiklerin Yükselme Hızı	25
4.1.1.4.6 XC Potansiyeli	25
4.1.1.5 Bulut Ve Hava Durumu Parametreleri	26
4.1.1.5.1 Kümüls Bulut Tabanı	26
4.1.1.5.2 Kümüls Bulut Kalınlığı	27
4.1.1.5.3 Bulut Kapalılığı	27
4.1.1.5.4 Bulut Kapalılığı (Yükseklik Bulutları Hariç)	28
4.1.1.5.5 Bulut Kapalılığı (Konvektif)	29
4.1.1.5.6 Hava Tahmini/Fırtına	29

4.1.1.6 Rüzgar Ve Türbülans Parametreleri	30
4.1.1.6.1 Farklı Seviyelerdeki Rüzgar Karakteristikleri	30
4.1.1.6.2 Termiğin Top Seviyesinde Rüzgar Hızı.....	30
4.1.2 JAVA TOP TASK VE TOP THERM.....	31
4.1.2.1 Java Top Task	31
4.1.2.2 Toptherm Tahminleri.....	35
4.1.2.3 Uçuş Planı.....	38
4.1.2.4 Uçuş Simülasyonu	38
4.1.2.5 Aktüel Hava Durumu.....	39
4.1.2.5.1 Skew-T/log-P Diyagramları	39
4.1.3 SOUNDING MAP PROGRAMI	40
4.1.4 SAT 24 PROGRAMI	44
4.1.5 SKIRON TAHMİN MERKEZİ	48
4.1.5.1 SKIRON Modelleme Sistemi	48
4.1.5.2 ICLAMS (Entegre Topluluk Sınırlı Alan Sistemi).....	48
4.1.5.3 MERKÜR Modelleme Sistemi	48
4.1.5.4 POSEIDON Sistemi.....	49
4.1.5.5 NHREAS Tahmin Sistemi.....	49
4.1.5.6 Akdeniz Hava Kalitesi Tahmin Sistemi.....	49
SONUÇ	56
KAYNAKÇA	58
ÖZGEÇMİŞ.....	60

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1: Bir Termiğin Doğuşu ve sabit bir enversiyon tabakasına doğru yükselmesi. Oklar hava akımlarını, çizgiler eş potansiyel sıcaklık eğrilerini göstermektedir (Türksoy,1993)	6
Şekil 3.2: Termik (Bubble) (FAA, 2003)	7
Şekil 3.3: Hüzme (Plume) (FAA, 2003)	7
Şekil 3.4: Planör Pilotlarının Termik İçerisinde Uçuşları (McCool, 1992)	7
Şekil 3.5: Yükselici Yamaç Akımları (FAA, 2003)	12
Şekil 3.6(a): Sırt Üzerinde Zayıf Akım (Yükselme Zonu).....	13
Şekil 3.6(b): Dik Anafor.....	13
Şekil 3.6(c): İç Bükey Akımın Profili (Yükselme Zonu).....	13
Şekil 3.6(d): Çökme Akışı (Tepeden Yeryüzüne Doğru Akış	13
Şekil 3.7: Dağ dalgaları ve mercek bulutları (DHMİ, 2009)	14
Şekil 3.8: Dağ Dalgası Sistemi (FAA, 2003)	15
Şekil 3.9: Szd 50-3 Puchacz tipi planör (Açan ve diğerleri, 2008).....	17
Şekil 3.10: Planöre etki eden kuvvetler (Açan ve diğerleri, 2008)	18
Şekil 3.11: Kanat profilinin üst kısmının venturi tüpüne benzerliği (Açan ve diğerleri, 2008)	18
Şekil 4.1: XCSkies Programı Türkiye'nin Termal Aktive Potansiyeli.....	22
Şekil 4.2: XCSkies Programı ile Türkiye'nin Yer yüzeyinden İtibaren Termal Aktivesinin İncelenmesi.....	23
Şekil 4.3: XCSkies Programı ile Türkiye'nin En Üst Termik Aktivesinin Analizi.....	23
Şekil 4.4: XCSkies Programı ile Türkiye'nin XC Potansiyelinin Analizi	25
Şekil 4.5: XCSkies Programı ile Türkiye'nin Kümüls Bulut Tabanı Analizi	25
Şekil 4.6: XCSkies Programı ile Türkiye'nin Kümüls Bulut Derinliği Analizi	26
Şekil 4.7: XCSkies Programı ile Türkiye'nin Hava Bulut Kapalılığının Analizi	27
Şekil 4.8: XCSkies Programı ile Türkiye'nin Hava Bulut Kapalılığının Analizi (Y.B.H).....	27
Şekil 4.9: XCSkies Programı ile Türkiye'nin Hava Tahmini ve Fırtına Durumunun Gösterimi	29
Şekil 4.10: XC Skies Programı ile Türkiye Termiklerinin Tepe Seviyelerinde Rüzgar Hızlarının Analizi.....	30
Şekil 4.11: Toptherm tahmininin olmadığı durumda TopTask görüntüsü (Java TopTask, 2011)	31
Şekil 4.12: 18m Sınıfı Planör İçin Uçuş Planı Harita Paneli (Java TopTask, 2011)	32

Şekil 4.13: 18m Sınıfı Planör İçin Uçuş Planı Barogram Paneli (Java TopTask, 2011)	33
Şekil 4.14: TOPTHERM Tahmini Harita Paneli (Java TopTask, 2011)	34
Şekil 4.15: TOPTHERM Tahmini Barogram Paneli (Java TopTask, 2011)	35
Şekil 4.16: TOPTHERM Tahminlerinde Kullanılan Hava Olayları ve Sembolleri (Java TopTask,2011)	37
Şekil 4.17: Skew-T Log-P diyagramının örneği (FAA, 2003).....	38
Şekil 4.18: Sounding Map Programının Başlangıçtaki Görünümü	40
Şekil 4.19: Sounding Map Programı tarafından İstanbul'un 13 Haziran 2013, 12:00 GMT Saati'nde alınmış radyozonde rasatları	41
Şekil 4.20: Sounding Map'te gösterilen kolonların açıklaması	42
Şekil 4.21: Sat24 Programı Global Ölçekte Uydu Görüntüsü	43
Şekil 4.22: Sat24 Programı'nda Isparta'nın Meteorolojik Rasadı.....	44
Şekil 4.23: Sat24 Programında Türkiye'nin Kar ve Yağmur Durumu	45
Şekil 4.24: Sat24 Programında Türkiye'nin Sıcaklık Durumu	45
Şekil 4.25: Sat24 Programında Türkiye'nin Rüzgar Durumu	46
Şekil 4.26: Sat24 Programında Türkiye'nin Yıldırım Durumu	46
Şekil 4.27: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihli Deniz Seviyesinde Basınç ve Yağış Haritası.....	48
Şekil 4.28: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış 2 Metredeki Sıcaklık ve Deniz Seviyesi'ne İndirgenmiş Basınç Haritası.....	49
Şekil 4.29: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış 10 Metredeki Rüzgar Hızı Haritası	49
Şekil 4.30: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış Toplam Yağış Haritası	50
Şekil 4.31: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış Bulut Kapalılığı Haritası	50
Şekil 4.32: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış 500 hPa Sıcaklık Haritası	51
Şekil 4.33: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış 500 hPa Rüzgar Haritası	51
Şekil 4.34: Koordinatları verilen İnönü/Eskişehir'in Lokasyonu	53
Şekil 4.35: Koordinatları verilen İnönü/Eskişehir'in Meteogramı	54

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
DHMI	Devlet Hava Meydanları İşletmesi
DWD	Alman Meteoroloji Dairesi
FAA	Federal Havacılık Kurulu
FAI	Uluslararası Sportif Havacılık Federasyonu
GMT	Greenwich Saati
HCMR	Yunan Deniz Araştırmaları Merkezi
IASA	Atina Üniversitesi Hızlandırma ve Uygulama Merkezi
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı
LCL	Kaldırıcı Yoğunlaşma Seviyesi
OSTIV	Bilimsel ve Tekniksel Planörcülük Organizasyonu
PFD	Potansiyel Uçuş Uzaklığı
YBH	Yüksek Bulutlar Hariç
WMO	Dünya Meteoroloji Teşkilatı

ÖNSÖZ

Aeronatik Meteoroloji'ye ait teknolojik gelişmeleri paralel olarak izleyen rasat programları son yıllarda havacılığın gelişmesine bağlı olarak artış göstermiştir. Gelişen bu veri programları da beraberinde sportif havacılık içerisinde en önemli dalı oluşturan planörcülük kapsamındaki uçuşların verimliliğini artırmış, pilotların kaza-kırimsız ve emniyetli uçuşlarını iyileştirmiş ve bu spor üzerine olumlu katkılar sağlamıştır.

İşte tam da bu noktada Türkiye'nin de gelişen bu çark içerisinde yer alıyor olması, bu programların kullanımını olmazsa olmaz kılmıştır. Ayrıca bu alanda çalışanları, planörcülüğün doğasının temeli olan termal aktivenin yeri ile gücünün ve diğer meteorolojik parametrelerin uçuş için etkisini araştırmaya yönelmiştir. Bu çalışmada dünyada en fazla kullanılan rasat programları ele alınmış, misyonları ve nasıl çalıştıkları incelenmiş ve bu programlar kullanılarak Türkiye üzerinde örnek rasatlar yapılmaya çalışılmıştır.

Çalışma konusunun belirlenmesinden, nihayete ermesine kadar desteğini esirgemeyen, bilgi ve materyallerini benimle paylaşan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet TOKGÖZLÜ'ye teşekkürlerimi sunarım. Değerli görüşleri için hocalarım Sayın Prof. Dr. Zafer ASLAN'a ve Sayın Doç. Dr. Kadir TEMURÇİN'e, bunun yanında gerek mesleki yaşam gerekse pratik meteoroloji bilgilerini benimle paylaşan değerli hocalarım Sayın Plt. Ersel ÖZKAN, Sayın Plt. Ali AÇAN ve Sayın Plt. Oğuzhan TUNCA'ya teşekkürlerimi arz ederim. Ayrıca eğitim hayatım ve yaşamım boyunca her alanda beni cesaretlendiren ve destekleyen biricik anneme ve kıymetli dostum Sayın Müh. Xhristo TEODORAKİS'e teşekkürü bir borç bilirim.

Kamile UYSAL

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Sportif havacılıkta (planör, yamaç paraşütü, yelken kanat, model uçak), kullanılan hava araçlarının motorsuz olması nedeniyle, bu uçuşların verimli şekilde gerçekleşebilmesi, potansiyel termik alanlarının saptanması ve bu termiklerin ömrünün ve gücünün tahmin edilebilmesi ile olacaktır. Bu sayede pilotlar için termik ağ haritası sağlanabilir. Termik yapıların çalışılması, aynı zamanda, hem atmosferik sınır tabakanın daha iyi anlaşılması hem de kümülüs bulutlarının oluşumunda oynadıkları rol bakımından önem taşımaktadır.

Sportif havacılığın en önemli havacılık dallarından biri olan planör uçuşları, havacılıkta uçuş eğitiminin temelini oluşturur. Planörler motorsuz hava araçları olduklarından, uçuşların gerçekleştirilebilmesi için ana kaynaklardan biri termik (termal)lerdir. Termikler, atmosferik sınır tabaka içersinde birden çok meteorolojik faktöre bağlı olarak incelenirler (Stull, 1988).

Planör uçuşlarına yönelik olarak yapılan termik konveksiyon çalışmaları ve potansiyel termik alanlarının saptanması için geliştirilen yöntem ve modeller ile ilgili çalışmalar son 20 yılda, havacılığın da giderek önem kazanmasıyla artış göstermiştir.

WMO&OSTIV (2009), planörler ve planörlerin disiplinine dayalı olarak uçan hava araçları için termik tahminine yönelik olarak meteorolojik bilginin sağlanmasını amaçlamıştır. Türkiye’de ise Aslan (1987) tarafından yapılan çalışmada termaller ve kümülüslerde meteorolojik parametrelerin ölçülmesi, analizi ve konvektif yapının modellenmesi üzerine çalışılmıştır. Bu çalışmada bir boyutlu kümülüs termal modeli, enerji ve momentum korunumu eşitliklerinden hareketle geliştirilerek, aşağı troposferde kümülüs bulutu içersinde ve çevresinde planörlerle ölçülen bazı meteorolojik parametrelerin çıktılarıyla karşılaştırılmıştır. Yapılacak olan çalışma, bu çalışmanın termal bölgelerin saptanmasına yönelik olması ve modelde radyosonde verilerinin kullanılması yönüyle benzerlik göstermektedir. Aslan (1991) tarafından yapılan bir diğer çalışma ise OSTIV ve WMO işbirliği ile hazırlanan 158 no’lu teknik notun Türkçe’ye çevrilmesi ile oluşturulan "Yelken Uçuşları İçin Meteoroloji" adlı kitaptır. Bu kitap ile yelken uçuşları için uluslararası koşullara uygun meteorolojik tahmin sağlanması amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu teknik not, yelken uçuşlarında kullanılan yöntemleri ele almış, termik konveksiyon öngörüsü konusu ile de termiklerin gücü ve süresi ile ilgili konuya değinmiştir. Bu çalışmanın benzer yönü, planör uçuşları için yapılan termik alanlarının saptanmasına yönelik yapılan tahmin çalışmalarıdır.

Diğer bir çalışma ise Türksoy (1993) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada konvektif sınır tabaka deneysel ve kuramsal olarak incelenmiştir. Planör uçuşlarına yönelik olarak bir boyutlu hüzme modeline dayalı termik yapıları incelenmiştir. Bu çalışmayla benzer olan yön ise girdi verisi olarak radyosonde verilerinin kullanılmasıdır. Bir başka çalışma ise Şen (1996) tarafından yapılan termik konveksiyon öngörüsüdür. Bu çalışma Eskişehir ve civarı için ısı akısı analizi ile ilgilidir. Konvektif yapının gün içindeki değişimi, türbülans ısı akısı değişimi ile yakın ilişkilidir. Çalışma ile benzer olan taraf, planör uçuş koşullarının belirlenmesine yardımcı olmasıdır (Aydınöz, 2011).

Bu çalışmanın amacı, sportif havacılığa gerekli olan meteorolojik bilgilerin ve rasatların, bu rasatlar içinde en önemli yeri "Termal Aktivite" kapsadığı için termal aktivitenin tüm ince detayları anlatılacaktır. Aeronotik meteorolojiye ait dünyada hangi software programlar ve modellemeler kullanıldığı ve bu programların ve modellemelerin Türkiye üzerinde ne ölçüde etken olduğu şekillerle gösterilecektir.

Çalışmanın diğer bölümlerinde, sportif havacılığın en önemli havacılık dalı olan "Planörcülük" hakkında genel bilgi, planör uçuşlarının çeşitleri, planör uçuşları için olmazsa olmaz etken olan termikler hakkında detaylı bilgi ve termikleri etkileyen meteorolojik parametreler, sportif havacılıkta dünya üzerinde kullanılan modellemeler ve rasat programları ve Türkiye'ye uyarlanabilirliği hakkında bilgi verilecektir.

BÖLÜM 2

AERONOTİK METEOROLOJİNİN TANIMI

Uçuş faaliyetlerini etkileyen meteorolojik olay (Oraj, Downburst, Microburst, Türbülans, Buzlanma, Sis vs.) ve parametrelerin gözlem ve tahminlerini kapsamına alan ve meteorolojinin havacılıkla ilgilenen dalına “AERONOTİK METEOROLOJİ” veya “HAVACILIK METEOROLOJİSİ” denir.

Aeronotik Meteoroloji, her türlü hava taşımacılığında ihtiyaç duyulan yaygın, güvenli, süratli ve standartlara uygun meteorolojik bilgilerle, bunların temin edilmesi için işletme ve planlama hizmetlerini kapsayan bir bilim dalıdır.

Ülkemizin ekonomik, askeri ve turizm alanındaki gelişmelerine paralel olarak havaalanlarımızın sayısı da her yıl artmaktadır. Havacılığın meteorolojik olaylara son derece duyarlı bir sektör olması ve sayıları hızla artan bu havaalanlarının meteorolojik destek hizmeti talepleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nce Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) ve Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) standartlarında karşılanmaya çalışılmaktadır.

Uluslararası hava seyrüseferinin düzenli, emniyetli ve verimli bir şekilde yürütülmesini sağlamak üzere Chicago'da bir araya gelen 52 ülkenin delegeleri 7 Aralık 1944 tarihinde Chicago Sözleşmesini imzalamışlar ve böylelikle Uluslar arası Sivil havacılık Teşkilatı (ICAO) doğmuştur. Teşkilatın üye sayısı zamanla hızla artmış, özellikle 1960'lı ve 70'li yıllarda sömürgelerin bağımsızlıklarını kazanmaları ve nihayet Aralık 1991 de eski Sovyetler Birliğinin dağılması sonucu ortaya çıkan bağımsız devletlerin de üye olmasıyla 2002 yılı itibariyle ICAO'ya üye ülke sayısı 185'e yükselmiştir.

Chicago Sözleşmesinin 37. maddesi gereğince meteorolojik hizmetlerle ilgili uluslararası standartlar ve uygulamalar ile kod sistemleri, Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) tarafından ilk kez 16 Nisan 1948 tarihinde onaylanmış ve sözleşmenin EK-3'ü (Annex-3) olarak yayınlanmıştır. Annex-3'te o tarihten bu yana ortaya çıkan ihtiyaçlara göre çeşitli değişiklikler yapılmıştır.

1945 yılında Dünya'da 9 milyon yolcu (o tarihteki Dünya nüfusunun % 0.5'i) hava yoluyla taşınırken, 1992 yılında 1.2 milyar yolcu (o tarihteki Dünya nüfusunun % 25'i) hava yoluyla taşınmıştır. 2011 yılında Dünya'da hava yoluyla taşınan toplam yolcu miktarının 1.11 milyara ulaştığı görülmüştür. 2016 yılı itibari ile de bu yolcu sayısının 1.45 milyara ulaşacağı düşünüldüğünde Havacılık Meteorolojisi'nin önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Son yıllarda akaryakıt fiyatlarında görülen aşırı artış yüzünden uçuş planlamaları son derece önem kazanmıştır. Birçok havayolu şirketinin bu planlamayı eldeki mevcut işletmeyle ilgili diğer bilgilerle birlikte, en son meteorolojik bilgileri de kullanmak suretiyle çözdüklerini bilinmektedir. Diğer yandan meteorolojik bilgi ve verilerden yararlanarak uçuş planının hazırlanması da, emniyetli, konforlu ve rahat bir yolculuk için gerekli bir işlemdir. Bununla birlikte iniş ve kalkışlardaki meteorolojik bilgiler pilotlar için hayati derecede önemlidir. Özellikle meydanlardaki rüzgâr şiddeti ve yönü, görüş mesafesi, pist görüş mesafesi, yağışın şekli ve şiddeti, bulut alt taban yüksekliği, alimetric basınç değeri, türbülans ve wind shear (rüzgar şiddetinin yükseklikle değişimi) gibi meteorolojik bilgiler uçakların emniyetli iniş ve kalkış yapmalarında en önemli etkenlerdendir.

Uçuş faaliyetleri bakımından önem arz eden bu meteorolojik parametrelerin gözlemlenmesi amacıyla Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı'nın kriterlerine göre, her havaalanında ulusal veya uluslararası meteorolojik bilgi taleplerini karşılayabilecek en az bir meteoroloji ofisinin bulunması zorunludur.

BÖLÜM 3

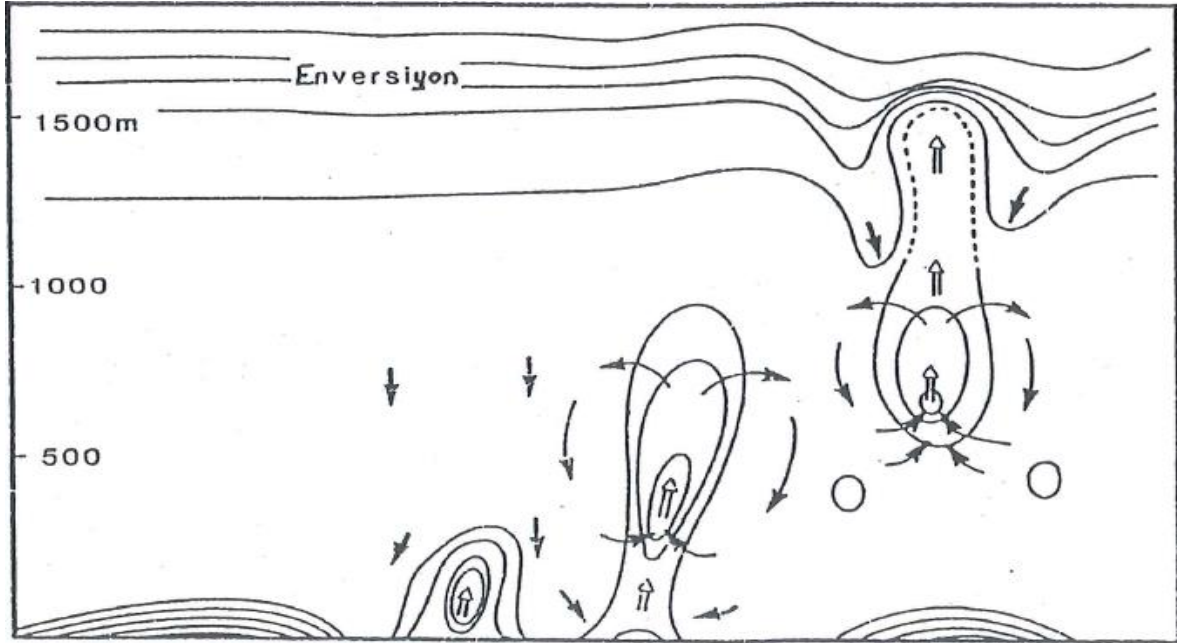
TERMİKLER VE PLANÖR UÇUŞLARI

3.1 TERMİKLER VE OLUŞUM MEKANİZMALARI

Sportif havacılık için belki de en önemli meteorolojik olay termal aktivitedir. Termal aktivitenin bölümlerini, nasıl oluştuğunu ve aeronotik meteorolojiye olan etkisini bilmek, motorsuz olan hava araçları için elzemdir.

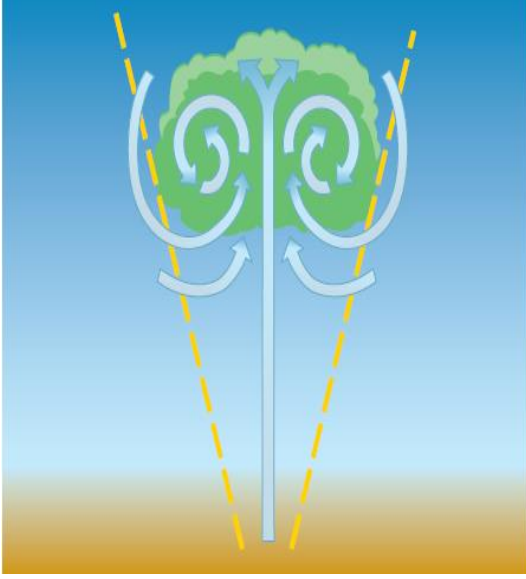
Atmosferik sınır tabaka troposferin yeryüzünden en çok etkilendiği ve bu etkilere bir saat ya da daha az bir zaman aralığında cevap veren, kalınlığı zamana ve yere bağlı olarak yüzlerce metreden birkaç kilometreye kadar değişebilen bir tabakadır. Canlıları ilgilendiren yaşamsal olayların neredeyse hepsi bu tabakada gerçekleştiğinden atmosferik sınır tabakanın anlaşılması oldukça önemlidir. Atmosferik sınır tabakanın en önemli üç tabakasını mixed tabaka (konvektif sınır tabaka) , residual tabaka ve kararlı sınır tabaka oluşturur (Stull, 1988). Konvektif sınır tabaka yerin güçlü ısınmasından kaynaklanan termik ve plume formundaki konveksiyon ya da bulut tabanındaki soğumadan meydana gelen konveksiyonun oluştuğu tabakadır (Garratt, 1992).

Yer yüzeyindeki yapıların farklı olmalarından dolayı, bu değişik yüzeylerin ısınma oranları da farklıdır. Konvektif hareketler, bu yüzeylerin güneş radyasyonu ile ısınması sonucu başlar (Aslan, 1987). Güneşin doğmasından yarım saat sonra konvektif hareketler başlamış olur (Stull, 1988). Yer yüzeyinin güneş tarafından ısıtılması sonucu, bu ısının büyük bir miktarı yüzeye yakın hava tabakasına iletilir. Bu ısıtılan hava tabakasını, çevreleyen hava tabakasının daha soğuk olması durumunda, ısıtılan hava çevresindeki hava tabakasına göre daha az yoğunluğa sahip olmuş olur. Bu durumda ısıtılan hava kütlesi üzerindeki soğuk hava içerisinde yükselmeye başlar. Bu yükselme kararlı bir tabakaya ulaşmaya kadar devam eder (Türksoy, 1993). Şekil 3.1’de konvektif sınır tabakanın yapısı ve termikler görülmektedir.

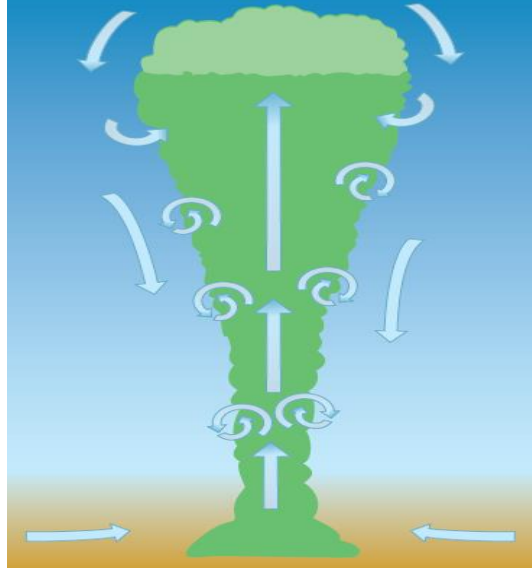


Şekil 3.1: Bir Termiğin Doğuşu ve sabit bir enversiyon tabakasına doğru yükselmesi. Oklar hava akımlarını, çizgiler eş potansiyel sıcaklık eğrilerini göstermektedir (Türksoy, 1993).

Küçük bir kaynaktan oluşarak kaldırma kuvvetlerinin etkisiyle yükselen akışkan elemanları, termal (bubble) veya hüzme (plume) olmak üzere iki farklı yapı gösterir (Şen, 1996). Bubble modeli, yanlardan alçalan havanın katılması ve orta kısımdaki havanın yükselmesiyle oluşan girdap halkasını andıran, bireysel termik şeklinde tanımlanır. Bazen bu şekilde olan termiğin daha aşağısındaki güçlü kısmında, planör hızlı bir şekilde tırmanabilirken, termiğin üst kısmındaki planör daha yavaş tırmanıyor olabilir. Fakat, planörler düşey olarak 1000 feet ya da daha fazla yer değiştirmelerine rağmen aynı termiğin altında dönmüş olsalar bile aynı tırmanışa sahip olabilmektedirler. Bu da hüzme (plume) modelinin daha yaygın uygulanabileceğini gösterir (FAA, 2003). Konvektif tabakadaki hava oldukça kuru olduğunda tamamen kuru termikler gözlenirken, nemli termikler kümülüs bulutlarının olduğu zaman varlıklarını gösterirler (Aslan, 1991). Termiklerin zaman ölçeği 10-30 dakika ve karakteristik çapları 200-300 metredir (Türksoy, 1993). Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te bubble ve hüzme modeli gösterilmiştir.



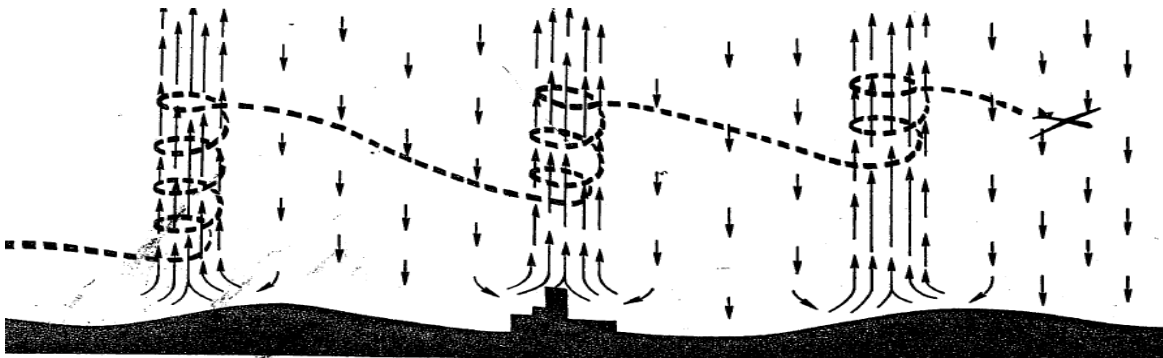
Şekil 3.2: Termik (Bubble) (FAA, 2003)



Şekil 3.3: Hüzme (Plume) (FAA, 2003)

3.2 TERMİKLERİN PLANÖR UÇUŞLARINDAKİ ROLÜ

Planörler motorsuz hava araçları olması nedeniyle her zaman havaya bağlı olarak performans gösterirler. Planör pilotları bu nedendir ki irtifa kazanmak ve bu irtifayı koruyabilmek için termik arayışına girerler (McCool, 1992). Termikler yükselen bir hava sütunu olarak düşünülebilirler. Bu sütunun çapı ve yüksekliği değişken bir yapıya sahip olmasına rağmen, hemen hemen her sütunda yukarıya doğru bir veya daha fazla sayıda maksimum hız bölgeleri bulunur. Daha fazla yükselme hızına sahip olabilmek için planör pilotları termikler içinde daire çizerek yükselmeye çalışırlar (Aslan, 1991). Pilotlar en verimli şekilde uçuşlarını sürdürebilmek için diğer termiğe kestirme yoldan geçerek içerisinde dönmeye başlarlar (McCool, 1992). Bu uçuş mekanizması Şekil 3.4’de gösterilmiştir.



Şekil 3.4: Planör Pilotlarının Termik İçerisinde Uçuşları (McCool, 1992).

Daireler, termiğin maksimum düşey hız bölgesinin merkezinde bulunuyorlarsa, tırmanma hızı bir dakika ya da daha fazla bir süre için sabit kalır. Buna karşın, daireler termiğin çekirdeği ile aynı merkez üzerinde değillerse, tırmanma hızı büyük salınımlar gösterir. Pilotlar termiğin merkezi ile ilgili bir bulguya nadir olarak sahip oldukları için, tırmanma hızına ait göstergeleri (varyometre) veya bir termiğin sınırı boyunca düşey ivmeleri incelerler (Aslan, 1991).

Termik uçuşlarındaki uçuş tekniği planörlerin yükleme planları, performansları, pilot ağırlıkları ve meteorolojik şartlar gibi birçok etkene bağlı olarak değişiklik gösterir. Genel olarak termiğe giriş normal uçuş hızındadır ve termiğin çapı ilk dönüşte tespit edilerek yatış açısı belirlenir (Açan ve diğerleri, 2008).

3.3 TERMİKLERİN GÜCÜ

Pilotların mesafe uçuşlarında veya kapalı bir parkurda mümkün olduğu kadar hızlı uçabilmeleri gerekir. Uçuş hızı, planörün performans eğrisinden hesaplanabilir. Hesaplamalar, en uygun hızın, pilotun başardığı ortalama tırmanma hızına bağlı olduğunu göstermektedir. Pilot termik içinde ne kadar hızlı yükselirse termikler arasında da o kadar yüksek bir hızda uçmalıdır.

3.3.1 Termiklerin Gözlenen Gücü

Termik içerisinde havanın düşey hızı, yelken uçuşunda sağlanan tırmanma hızından daima daha büyük olur. Pilotun gözlediği ve hesaplamalarda kullandığı gerçek düşey hava hızı planörün süzülme hızını azaltır. Planör 45° 'lik açı ile döndüğünde, bu fark 1 m/sn aşamasındadır.

3.3.2 Termiklerin Gücündeki Değişmeler

Bir termiğe, yükselen bir hava sütunu olarak bakılabilir. Sütunun yüksekliği ve çapı büyük ölçüde değişir, fakat hemen hemen her sütunda bir veya daha fazla yukarı doğru maksimum hız bölgeleri bulunur. Daha büyük bir yükselme hızına ulaşabilmek için pilot, termik içinde daire çizmeye çalışır. Daireler, termiğin maksimum düşey hız bölgesini merkez alıyorsa, bir dakika veya daha fazla bir periyot boyunca, tırmanma hızı sabit kalır. Eğer daireler, termiğin çekirdeği ile eş merkezli değilse, tırmanma hızı büyük salınımlar gösterir.

Pilot termiğin merkezi ile ilgili bir bulguya nadiren sahip olduğu için tırmanma hızına ait göstergeleri ve bir termiğin sınırı boyunca düşey ivmeleri inceler. Sonuç olarak, pilotlar, yarışma sırasında hemen hemen aynı sürede ve aynı rotada uçsalar bile termik gücünün çok fazla değiştiğini gözlerler.

3.3.3 Termiklerin Ortalama Gücü ve Gözlenme Süresi

Uçuş uzunluğunu planlamak ve en uygun uçuş hızını belirlemek için, pilot ortalama termik gücünü kullanmalıdır ve kuvvetli termik kayıtlarını ihmal etmek zorundadır.

Aynı alan üzerinde pilotların termik gücü ile ilgili gözlemlerini kaydetmesi durumunda, kısa periyotlar için daha yüksek hızlarda uçan pilotların ortalama değerini iki katı kadar büyük tırmanma hızı gözlemleri olağan değildir. Düşük hızlarda uçan pilotların, tırmanma hızları öngörülen değer yarısı kadar olabilir.

3.3.4 Termik Gücünün Öngörüsü

Tüm koşulları içeren basit bir yöntem yoktur, fakat aşağıdaki ampirik tablo ortalama tırmanma hızını ile ilgili değerleri önermek amacıyla verilmektedir. Bu tırmanma hızları planörler tarafından denenmektedir. Rakamlar, ABD ve Fransa'da (Lindsay, 1972; Siaccheitano, yayınlanmamış) bir çok pilotun gözlemlerine dayalı ortalama değerlerdir. Genel prensip, termik sütunun yükseldiği seviye arttıkça, daha hızlı tırmanma hızlarının olacağı esasına dayanmaktadır. Üç temel sınıf vardır:

	Kuru Adyabatik sıcaklık gradyanının etkin olduğu maksimum yükseklik(km)	Ortalama tırmanma hızı(m/sn)
a) Bulutsuz termikler	1 km (3000 ft.) 2 km (6600 ft.) 3 km (10.000 ft.)	1 m/sn 2 m/sn 3 m/sn
b) Bulutla kaplı termikler (küçük kümüls bulutları	1 km 2 km 3 km	1.2 m/sn 2.4 m/sn 3.6 m/sn
c) Soğuk adveksiyon ve termiklerin bulutla kaplı olduğu durum	1 km 2 km 3 km	1.5 m/sn 3 m/sn 4 m/sn

Büyük kümülüs veya kümülönimbüs bulutlarının gelişmesi durumunda, bu tür bulutların altında tırmanma hızlarının yukarıdaki değerlerin çok dışında olması nedeni ile bulut altı termiklerinin gücü ile ilgili değerler önerilmemektedir (Lindemann,1985)

3.3.5 Termiklerin Gün Boyu Etkin Olması

Termik aktivitesinin gün boyunca devamlılığına etki eden faktörler Şu Şekilde sıralanabilir (Atabay, 1997):

a) Yüzeyden itibaren kuru adyabatik düşey sıcaklık gradyanının korunması için ısı giriŐi gereklidir. Eğer soğuk adveksiyon varsa kuru adyabatik lapse-rate'lerin korunması için gerekli ısı miktarı azdır; termik aktivite, güneşin ufuktan bir kaç derece yukarıda bulunduğu ana kadar devam edebilir. Ekstrem durumlarda, güneşin battığı saatlerde aktif kümülüs bulutlarının altında termikler bulunabilir.

b) Topoğrafik Etkiler: Güneşin battığı tarafa bakan yamaçlardaki termik aktivite, düz bir arazi üzerindeki termik aktiviteye göre çok daha uzun süre etkili olabilirler.

c) Bitki rtsnn Etkisi: Açık araziler hızla ısı kaybederler, fakat ađaçlandırılmıŐ bölgeler ve Őehirler, daha büyük ısı depolama kapasitesine sahiptir. Açık bir arazi üzerinde termiklerin sona ermesinden sonra, ağaçlık arazi ve Őehirler üzerinde, aşağı seviyelerde bir saat veya daha fazla bir süre için zayıf termikler gözlenir.

d) Atmosferde Kuru Duman: Kuru dumanın kararlı bir tabaka altında engellenmesi durumunda güneş radyasyonunun ısıtma etkisi azalır.

3.4 TERMİK UÇUŞUNU ENGELLEYEN VEYA SINIRLAYAN KOŞULLAR

3.4.1 Güneşin Bulutla Örtülü Olması: Güneş Cirrostratus bulutları ile kaplı ise, termiklerin gücü genellikle azalır. Cirrostratus bulutları kalınlaşır veya Altostratus bulutları gelişirse, termik aktivitesi çoğunlukla sona erer (Atabay, 1997)

3.4.2 Yoğun Konvektif Bulutlar: Bu bulutlar gözlemlendiğinde, planör pilotlarının daha önceden hazırladıkları rotayı korumaları güçleşir. Eğer sağanak veya oraj durumu gelişirse, bu bulutlar özellikle mesafe uçuşlarında geçilemez engeller oluşturabilirler.

3.4.3 Bulutların Yayılması: Nemli ve belirgin bir kararlı tabakanın mevcut olması durumunda, kümülüs bulutları hemen hemen sürekli bir bulut tabakası oluşturacak şekilde yayılabilirler. Bu tabaka, güneş radyasyonunun büyük bir kısmını engeller ve termik aktivitesinin önemli bir kısmını yok eder.

3.4.4 Sığ Bir Tabaka Şeklinde Soğuk Hava Akışı: Daha soğuk ve sığ bir tabakalaşma durumunda, deniz veya göl üzerinden daha kararlı bir hava yayılmakta ise, termik aktivitesi karasal bölge içine doğru uzun bir mesafe boyunca büyük ölçüde azalır.

3.4.5 Yukarı Seviyede Sıcak Hava Adveksiyonu: Yerden 1000 ile 2000 metre yukarıdaki seviyelerde, daha sıcak adveksiyonun bulunması aşağıdaki üç etkiyi oluşturur:

- a) Termikler zayıflar,
- b) Termiklerin ulaşacağı üst seviye düşer,
- c) Termikler, öğleden sonra daha erken saatlerde yok olmaya başlar.

3.4.6 Yeni Yağış: Yerin ıslak olması halinde gelen güneş enerjisinin büyük bir kısmı buharlaşma süresi için harcanacaktır. Bu nedenle yerden yukarıya doğru olan ısınma yavaşlar. Eğer gece önemli ölçüde yağış olduysa, bir sonraki gün termiklerin oluşumu gecikir. Eğer yoğun bir sağanak kaydedildi ise, termiklerin oluşması çok daha gecikmeli olabilir.

3.5 PLANÖR PERFORMANSI İLE İLGİLİ TERMİK GÜCÜ

Bir termik içinde planörün tırmanma hızı, yelken uçuşunda oluşturulan dairenin çapına ve daire uçuşundaki süzülme hızına bağlıdır (termiğin çekirdeği yakınında kaldırıcı akımlar, çekirdekten uzaklaştıkça inici akımlar gözlenir). Kanat yükü düşük olan ve kanat açıklığı kısa olan planörler, genellikle daha küçük çaplı daireler çizerek uçabilirler ve böylece bir termiğin kuvvetli olan çekirdeği içinde daha hızlı tırmanabilirler (Atabay, 1997). Böyle bir planör, düz uçuşlar için avantajlı değildir. Bu durumda kanat açıklığı uzun ve kanat yükü daha yüksek olan bir planör daha uygundur, çünkü performansı daha yüksektir.

Modern ve yüksek performanslı planörler yüksek hızda, büyük bir süzülme açısı için küçük bir tırmanma hızı ile yetinecek şekilde düzenlenmektedirler. Yüksek hızlı planörlerde, iyi bir performansa ulaşmak için, yavaş daire uçuşlarındaki duruma nazaran daha fazla kanat

yükü gereklidir. Büyük kanat yükü sağlamak için, kuvvetli termiklerin beklendiği günlerde kanatlarda su safrası taşınır. Termikler zayıflamaya başlarsa veya inişten önce safra atılır.

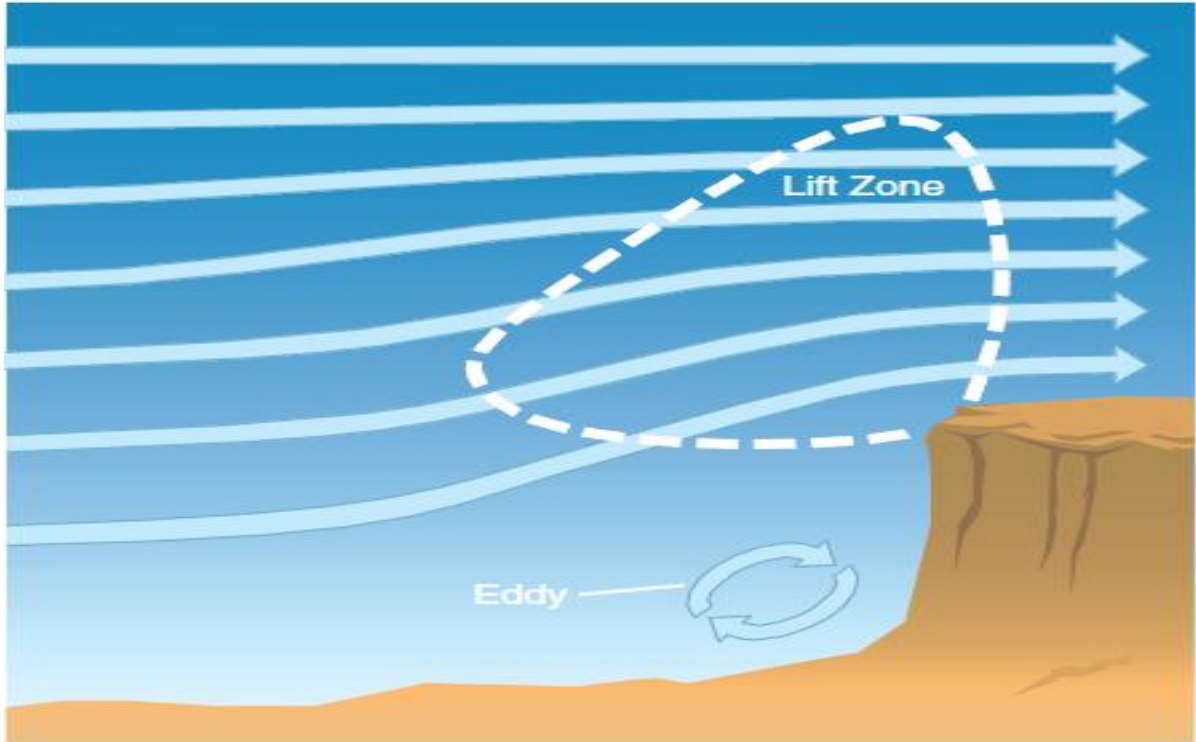
Su safrası taşıyan yüksek performanslı planörlerle sağlanmış olan performansı geliştirme olanağı çok daha fazladır. Çünkü modern planörler, pilotun yeniden irtifa kazanmak üzere herhangi bir termiği kullanmasından önce çok daha hızlı ve daha uzun süreli uçabilirler. Daha hızlı uçuş, istenmeyen rüzgârların etkisini azaltır. Termikler arasında daha ileriye uçarken, pilot zayıf termiklerden geçebilir ve kuvvetli bir kaldırıcı içinde daire çizme işlemini durdurabilir. Sonuç olarak bu pilotlar, eski model ve daha yavaş planörlerle uçanlara göre kuvvetli akışlarla daha sık karşılaşır. Daha eski planörler, termikler arasında uzun mesafeler kat edip yükselemezler ve termiklerin kuvvetli veya zayıf olmalarına göre, termikleri çevrelerken, daire çizmeleri zorunludur. Bu bakımlardan, eski ve daha yavaş planörlerle uçan pilotlar, kuvvetli termiklere nadiren rastlarlar, hızlı ve modern planör pilotlarının kuvvetli termik gözledikleri durumlarda, orta ve zayıf termikler kaydederler.

3.6 PLANÖR UÇUŞLARI İÇİN DİĞER YÜKSELİCİ AKIM BÖLGELERİ

Planör pilotları, kalkışlarından sonra, irtifa kazanabilmek ve uçuş sürelerini verimli bir şekilde geçirebilmeleri için, planörün alçalma hızından daha hızlı yükseldiği bir yükselici hava akım bölgesi bulmak zorundadırlar (Türksoy, 1993). Bu durum planörlerin havada kalması ve irtifa kazanabilmeleri için diğer bir uçuş enerji kaynağı bulmalarını önemli hale getirmiştir.

3.6.1 Yamaç Uçuşu

Yamaç ya da sırt akımları, havanın dağ, sırt ya da bir tepenin yamacına çarparak mekanik kaldırmanın oluşturduğu yukarı hava akımları sayesinde ortaya çıkar. Rüzgâr bu yamaca çarptığında hava akımı yukarı doğru yönelir ve planörleri kolaylıkla tepenin 2 ya da 3 katı kadar yüksekliğe kaldırabilir. Yamaç akımları için gerekli olan bileşenler, rüzgâr ve yüksek bir yapıdır. Bütün bu topoğrafik yüzeyler her zaman iyi bir akım yamaç akımı oluşturmayabilirler. Bireysel ve izole tepeler, rüzgârın tepenin üstünden yönelmesinden çok çevresinde dönmeye eğimli olmasından dolayı iyi bir yükselici akım sağlayamazlar (FAA, 2003). Tepenin şekli, yüksekliği ve uzunluğu kaldırma gücünün kuvvetine ve genişliğine etki eder (Özdirim, 1989). Şekil 3.5'te yamacın rüzgâr üstü bölgesinin oluşturduğu akım görülmektedir.



Şekil 3.5: Yükselici Yamaç Akımları (FAA, 2003)

3.6.1.1 Yamaç Uçuşu İçin Uygun Koşullar

- **Rüzgar**

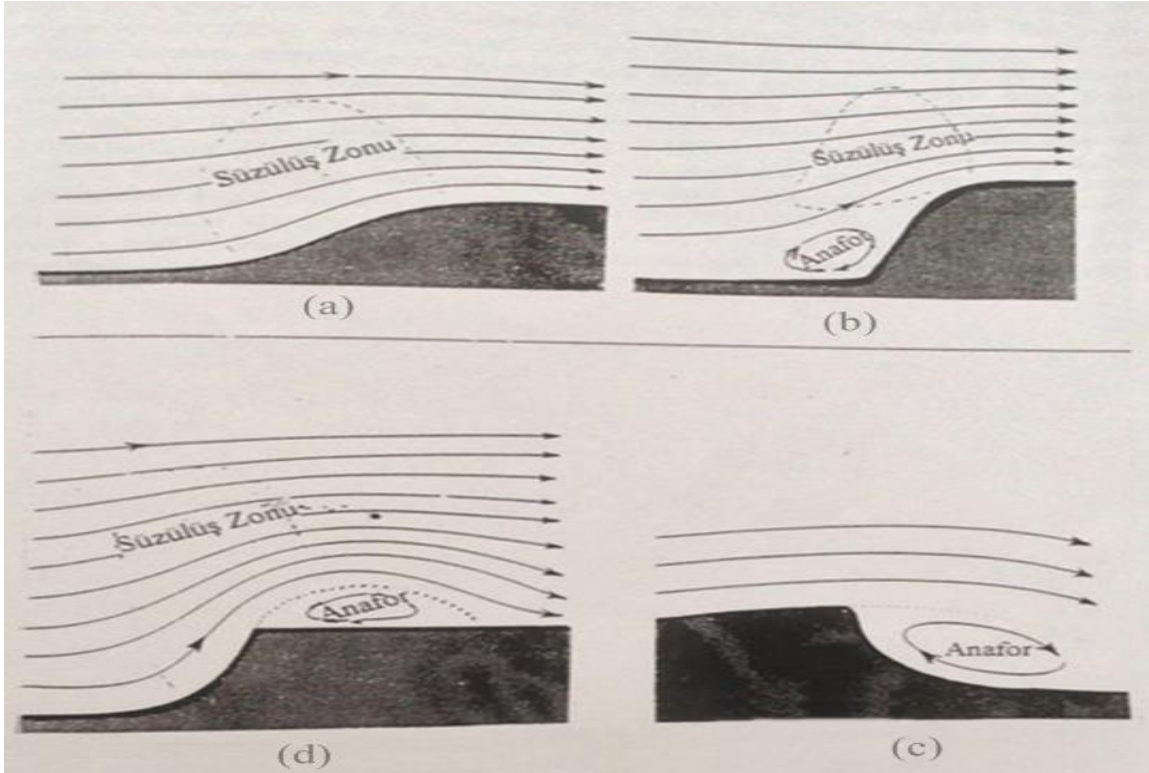
Yamacın tepesinde rüzgar 15 Knot olmalı fakat hava aracının tipine bağlı olarak 40 Knot'ı asla geçmemelidir. Sinoptik kartlardan sırttaki rüzgarın yön ve hız tahmini doğru bir şekilde yapılmalıdır. Rüzgar yönündeki açı da büyük önem taşımaktadır. Pilotlar yükseldikçe tırmanma uçuşunda rüzgarın yönüne en fazla 40 derecelik bir açı yapmalıdır. Yamaçların daha uzağına ve daha yükseğe pilotun tırmanabilmesi için rüzgar hızının artışı gerekir. Dalgalar yoksa veya termikler yukarıya planörü doğru taşıyorsa, o zaman dağ doruklarından ancak 500 metre yukarıya doğru çıkılabilir.

- **Kararlılık Değişiminin Etkisi**

Hava kararsız olduğu zaman, termikler yamaçlardan uzakta kırılabilir ve şekil değiştirebilir. Bunun nedeni yukarıya doğru akımdaki değişimdir. Nötr kararlılık genellikle en iyi koşullar verir. Çok kararlı hava durgun ve blok halindedir. Yamaçta yukarıya doğru akıma yatay bir durum içerir.

- **Yamacın Şekli**

Şekil 3.6. (a)'daki düz bir profilde yamacın açısı 20 ila 45 derece arasındadır. Yamacın yüzeyi pürüzlü olduğundan küçük anforlar gelişir ve türbülansa sebep olur. Açı dik olursa yukarıya doğru akımların bantı daha dar olur ve bazen bir girdap (vorteks) oluşur (Şekil 3.6.(b)). Yamaçların açıları 60 dereceden fazla olursa uçmak zorlaşır.



Şekil : 3.6(a) Sırt Üzerinde Zayıf Akım (Yükselme Zonu)

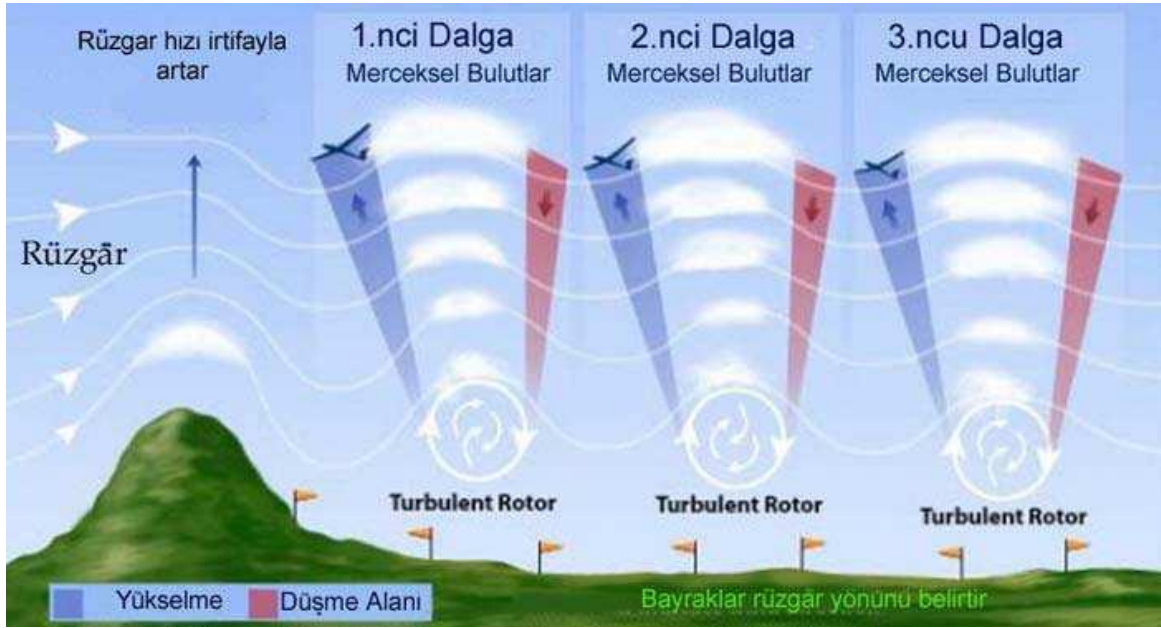
Şekil : 3.6(b) Dik Anafor

Şekil : 3.6(c) İç Bükey Akımın Profili (Yükselme Zonu)

Şekil : 3.6(d) Çökme Akışı (Tepeden Yeryüzüne Doğru Akış (Atabay,1997)

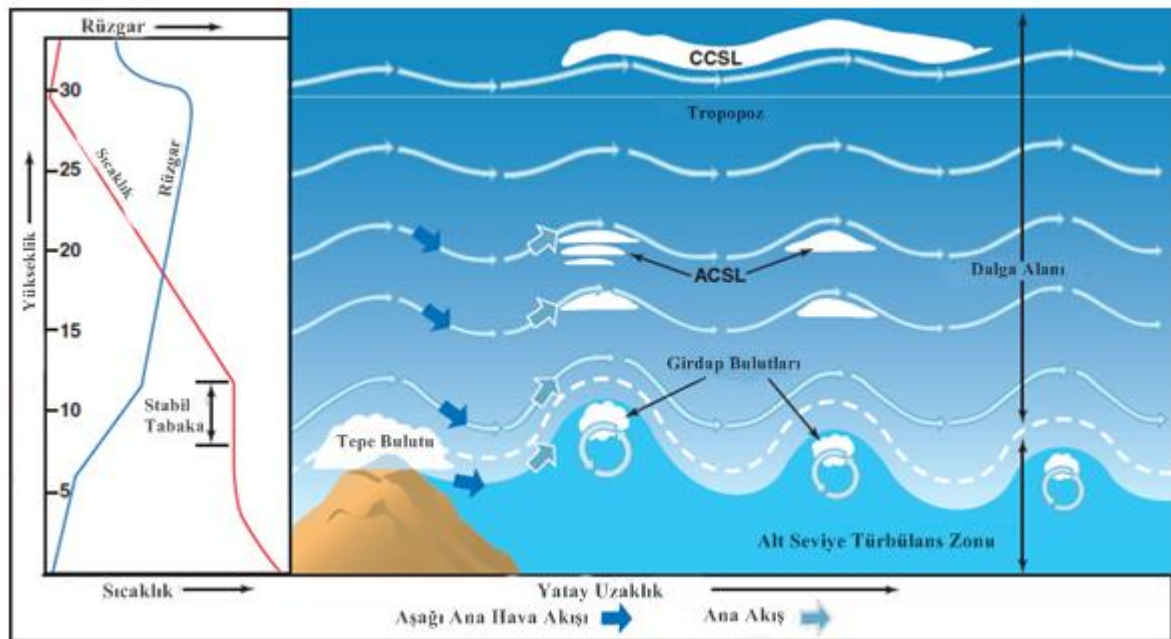
3.6.2 Dağ Dalgaları ile Uçuş

Kararlı bir atmosferde, dağ gibi mâniyalara kuvvetli ve dik bir açıyla esen rüzgârlarlar dağ dalgalarını oluşturur. Bu rüzgâr dağların, tepelerin yamaçları üstünden aşır rüzgar altı yamaçtan yere veya yere yakın hava katmanına çarparak akar. Bu çarpmanın etkisiyle hava binlerce veya on binlerce feet geriye doğru sapar. Sapan havanın tekrar troposfer veya stratosfer sınırındaki başka bir hava katmanına çarpmasıyla, sapsmış hava yere doğru sektirilir. Bu aşağı ve yukarı hareketli döngüsel dalga, dağlarda çoğu zaman görülen dağın rüzgar altı bölgesindeki rüzgarları doğurur. En güçlü dalgalar, dağların rüzgar altı kısımlarında bulunur. Hava dağın tepesinden estiği zaman, havanın içindeki su buharı merccek biçiminde bulut oluşturacak şekilde yoğunlaşır. Dağ tepelerininin yamaçlarında gözlenen bu merccek bulutları dağ dalgasının varlığını gösterir (Tokgözlü,1989). Şekil 3.7 bu dağ dalgaları ve merccek bulutlarını göstermektedir.



Şekil 3.7: Dağ dalgaları ve mercek bulutları (DHMİ, 2009)

Çoğu tepe ve dağlar, planörleri en çok 49.000 feet'e kadar kaldıracak nitelikte aşağı akış dalgaları üretir. Yapılan bazı dolaylı ölçümler dalgaların 100.000 feet civarında yüksekliğe uzandığını göstermiştir. Dağ dalgaları, dağ dizininin uzunluğuna göre yayılabilirler. Planör pilotları bu dağ dalgalarını kullanarak 2000 km'nin üzerinde bir çok uçuş gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca, termaller tarafından üretilen dalga şeklindeki hava akımlarına da bu termallerin yakınında veya üzerinde rastlamak mümkündür (FAA, 2009). Şekil 3.8 dağ dalgası sisteminin yapısını göstermektedir.



Şekil 3.8: Dağ Dalgası Sistemi (FAA, 2003)

Dağ dalgalarının oluşabilmesi için iki etmen önemlidir. Bunlardan birincisi dağın fiziksel yapısı, ikincisi meteorolojik koşullardır.

Dağ dalgalarının oluşabilmesi için yerin engebesinin yeterli bir yatay genişliğe sahip olması gerekir (Atabay, 1997). Bu genişlik, asgari 1000 metrelik bir alandır. Ayrıca yukarıda belirtildiği gibi yapılan araştırmalar yükseklikleri 300 feet olan alçak tepelerin dağ dalgalarının başlamasına uygun olduğunu ortaya koymuştur.

Dağ dalgalarının oluşmasında etkili olan ikinci etmene gelince; oluşacak dalga boyu ile rüzgarın hızı arasında bir bağıntının bulunmasıdır.

Dağ dalgalarının oluşumunda aşağıdaki koşulları göz önünde bulundurmak gerekir:

- Cephesel sistemlerde sıcak cephe önünde veya soğuk cephenin gerisinde kuvvetli bir kararlılık olması veya sıcaklık enverziyonu bulunması dağ dalgalarından meydana gelen tepe bulutlarının oluşmasında kararlılık sağlar.

- Aşağı tabakalarda enverziyonun bulunması geniş alanlarda görülen dalgaların oluşmasına elverişli ortamdır. Bunun için kuvvetli durağan kararlılığa sahip fakat kalınlığı az olan enverziyonlar bulunmalıdır.

- Enverziyon tabakasının kalınlığı az ise, kısa süre içinde maksimum dalga oluşur. Ancak dalga etkinliği hemen azalır. Eğer kararlı tabaka kalınlığı fazla ise, maksimum dalga daha zayıf ancak dalga etkinliği daha uzundur.

- Kararlı tabaka kalınlığı az ise dalgaların yukarı doğru yayılması sınırlı olur. Ancak dalga oluşumundan sonra ileriye doğru yayılır. Bu durumda kararlı tabaka içinde yatay olarak yaygın bant şeklinde bulutların oluşmasını sağlar.

- Sıcak cephelerde dağ dalgası cephenin önünde, oldukça uzakta kendini gösterir.

- Soğuk cephelerde hava kararsız olduğundan dalga cephe geçişinden sonra büyük bir kalınlığa erişmez.

- En kuvvetli dağ dalgası 2500-5000 metre arasında ve kuvvetli sıcak enverziyon içeren hava kütleleri ile birlikte görülür.

- Maksimum dalga boyu 200 ila 400 kilometre uzunluğundadır ve genellikle cephe önünde görülür.

- Dağların yüksekliği arttıkça dağ dalgalarının görülme olasılığı artar.

- Sıra dağlarda dalgaların yatay yayılması genellikle kuvvetlenir.

İlk dalga pozisyonunda stasyoner bir kümülüs bulutuna benzer girdap bulutları (ROLL) oluşur. Bu bulutların üzerinde genellikle lenticular bulutlar ortaya çıkar. Havada

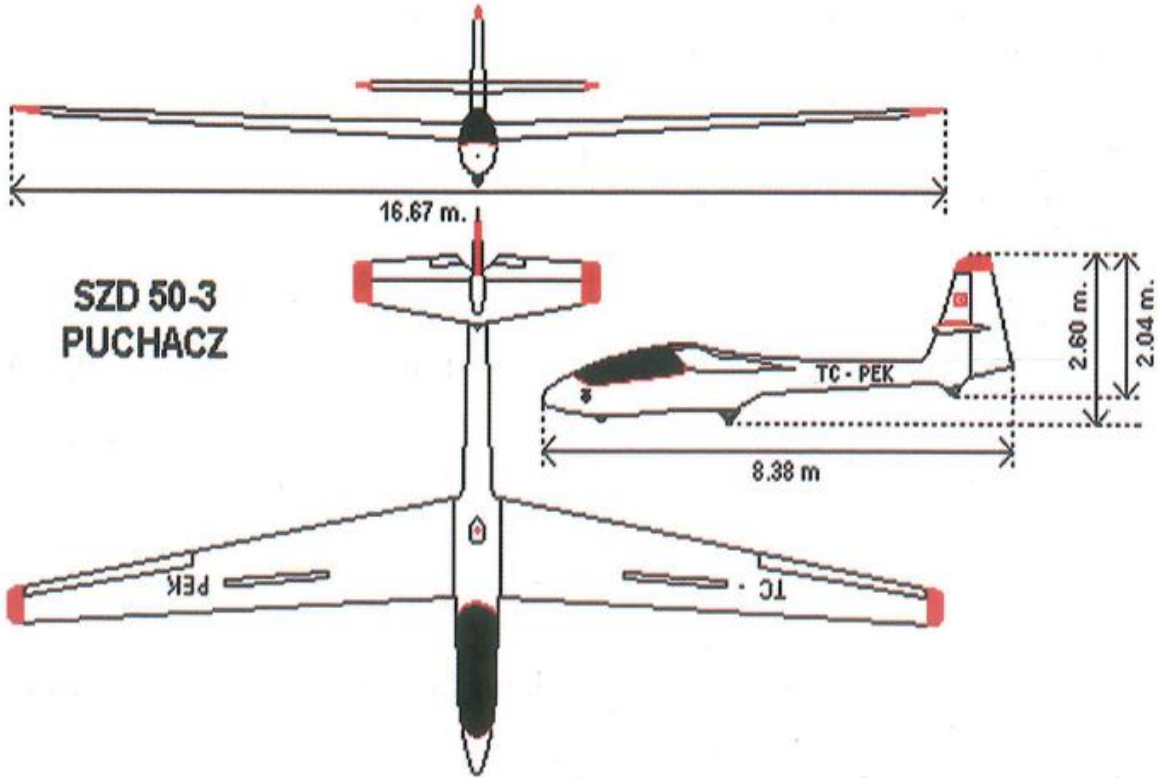
şayet yeterli nem yoksa, dağ dalgaları sebebi ile bulutlar oluşmaz. Hava, genellikle dağ ile birinci dalga pozisyonu arasında açıktır. En kuvvetli dağ dalgası, dağ ile birinci dalga arasında görülür (Atabay, 1997).

3.7 PLANÖR VE TEKNİK ÖZELLİKLERİ

3.7.1 Planör

Planör kelimesi Türkçeye Fransızca “planeur” sözcüğünden girmiştir. Fransızca karşılığı, süzülerek uçmak, süzülerek mesafe kat etmek demektir. Uluslararası Sportif Havacılık Federasyonu (FAI), planörü, sabit kanatları yapısı sayesinde kaldırıcı güç oluşturarak havada süzülme kabiliyetine sahip, havadan ağır motorsuz hava aracı olarak tanımlamıştır (Açan ve diğerleri, 2008).

Planörlerin iskeletini tüm uçaklarda olduğu gibi gövde, kanat ve kuyruk kısımları oluşturur. Planörün kanatlarının ve kuyruk kısmının takıldığı gövde kısmını tahta, çelik boru üzerine kumaş, cam elyafı (fiberglas), kevlar ya da karbon liflerinin kompoziti ya da bu materyallerin kombinasyonu oluşturur. Planörlerin yapımında genellikle fiber malzemenin de bulunduğu plastik malzemeler kullanılır (FAA, 2003). Modern planörlerin yapımında daha çok fiber katkılı plastikler (cam, karbon ve kevlar fiber) kullanılırken, eski modellerde metal, tahta ve kumaş da kullanılmıştır. Planörlerin hepsinde kanatçık, istikamet dümeni ve irtifa dümeni kontrolleri vardır. Aynı zamanda iniş sırasında hız arttırmaya neden olmadan alçalmayı kontrol eden hava frenleri (spoiler) ve flapları vardır (OSTIV&WMO, 2009). Ana iniş takımı üzerine monte edilen tekerlek frenleri yere inişten sonra planörün yavaşlamasını ve durmasını sağlar. Planörlerin tasarımlarına göre bu tekerlek sistemleri farklılık gösterir. Planörlerin birçoğunun gövde kısmında tek tekerlek bulunurken yüksek performanslı planörlerde ise tamamen açılıp kapanabilen tekerlek sistemleri mevcuttur (FAA, 2003). FAI, planörleri yarışmalar ve rekor uçuşları için uçuş kabiliyetlerine göre özellikle de kanat açıklığını dikkate alarak 15 metre, 18 metre, açık, standart, kulüp, dünya ve 20 metre çift kişilik sınıfı olarak sınıflandırmıştır (OSTIV&WMO, 2009). Puchacz tipi planörün teknik özellikleri, gövde şeması ve kokpit düzeni Şekil 3.9’da gösterildiği gibidir.



Şekil 3.9: Szd 50-3 Puchacz tipi planör (Açan ve diğerleri, 2008).

3.7.2 Planörün Uçuş Aerodinamiği

Planörlere de diğer uçan tüm kanatlı hava araçlarında olduğu gibi çeşitli kuvvetler etki eder. Bu kuvvetler zıt ve çiftler halinde olmak üzere kaldırma kuvveti, ağırlık, itme (çekme, süzülme) ve geri sürüklenme olarak adlandırılır. Şekil 3.10 bu kuvvetleri ve planöre nasıl etkidiğini göstermektedir.



Şekil 3.10: Planöre etki eden kuvvetler (Açan ve diğerleri, 2008)

3.7.2.1 Kaldırma Kuvveti

Kanat üzerine gelen hava akımlarının etkilerinden dolayı meydana gelen kaldırma kuvveti planörleri havada tutan bir kuvvettir. Ağırlık kuvvetinin tersi yönünde planöre etki eder. Planörün havada uçabilmesi Bernoulli prensibi ile açıklanabilir. Bernoulli prensibinde venturi tüpünde yapılan deneye göre akışkanın hızı arttıkça, o akışkanın içindeki basınç azalır. Kanat profilinin üst kısmı venturi tüpündeki yapıya benzetilebilir. Şekil 3.11'de bu kanat profili ve buna etkileyen hava akımının yolu gösterilmiştir.



Şekil 3.11: Kanat profilinin üst kısmının venturi tüpüne benzerliği (Açan ve diğerleri, 2008).

Şekil 3.11'e göre hava akımı kanadın üzerinden uçarken kanat profilinin kavisi hızın artmasına bu da kanat profilinin üst yüzeyinde basıncın azalmasına neden olur. Bernoulli prensibine göre kanadın üst yüzeyinde kanadın alt yüzeyine göre daha düşük basınç oluşmuş olur. Böylece kanadın alt yüzeyindeki basıncın üst yüzeyinden fazla olması kaldırma kuvveti oluşturur (FAA, 2003).

3.7.2.2 Ağırlık Kuvveti

Ağırlık kuvveti planöre ağırlık merkezinden düşey olarak etki eder ve kaldırma kuvvetinin tersi yönündedir. Planörün ağırlığı ve bu ağırlık merkezinin yeri planör uçuşlarında önem taşır. Örneğin, ağırlık merkezinin uçağın burun tarafına doğru kayması kalkışın normale göre daha uzun mesafede ve daha yüksek bir kalkış hızıyla gerçekleşmesine neden olur. Belli bir limitten sonra ise tehlikeli olma ihtimali artar (Açan ve diğerleri, 2008). Teçhizatlı kabin ağırlığı 70 kg. üzerine çıkarsa, balans çıkartılır, 70 kg. altına inerse balans takılır.

3.7.2.3 İtme (Çekme/Süzülüş) Kuvveti

Uçağın kaldırma kuvvetinin etkisiyle uçabilmesi için kanadın etrafından devamlı olan ve bir hız aralığına sahip hava akımı geçmesi gereklidir. Uçaklarda bu hava akımı motor gücü

ile geri sürtünme kuvvetinin yenilerek uçağa öne doğru yatay bir hareket verilmesi ile sağlanır. Planörlerde ise planörün tipine göre değişmektedir. Motor gücü bulunmayan planörlerde bu kuvvet uçak, otomobil, vinç gibi herhangi bir dış etken ile başlatılır (FAA, 2003).

3.7.2.4 Geri Sürüklenme Kuvveti

Geri sürüklenme kuvveti uçağın hava akımına karşı gösterdiği direnç yani tepki kuvvetidir. Parazit (parasite) ve endüksiyon (induced) geri sürüklenme kuvveti olmak üzere ikiye ayrılır. Parazit geri sürüklenme kuvveti de kendi arasında form, etkileşim (interference) ve planör yüzeyinin pürüzlülüğünden kaynaklanan (skin friction drag) olmak üzere üçe ayrılmıştır (FAA, 2003).

3.8 PLANÖR UÇUŞLARINI ETKİLEYEN METEOROLOJİK KOŞULLAR

3.8.1 Yüzey Rüzgarları

Eğer rüzgarın hızı planörün havada tutunabileceği minimum uçuş hızını (perdövites) aşarsa, kalkış ve iniş tehlikeli bir duruma ulaşır. Planörlerin havada tutunabileceği minimum uçuş hızı yüksek performanslı planörlerde yaklaşık 65 km/saat iken, eğitim planörlerinde 55 km/saat'dir. Yüzey rüzgarının 5-10 kt arasında olması ideal durumdur. Bu aralıktaki bir rüzgar şiddetinde planörler bir vinç sayesinde yeterli seviyeye ulaşabilirler.

3.8.2 Yukarı Seviye Rüzgarları

Yukarı seviyedeki kuvvetli rüzgar, uçuşun dalga veya çarpma rüzgarları kullanarak uzun bir dağ dizisi boyunca yapıldığı veya bulut yollarından yararlanıldığı durumlar dışında, uçuş koşullarının güç duruma getirir. Kuvvetli rüzgarların olduğu hava şartlarında aşağı seviye türbülansının termikleri bozması nedeni ile uçuşlar zor hale gelebilir.

3.8.3 Görüş Mesafesi

Görüş mesafesi için yerel yönetmelikler genellikle minimum değeri esas alırlar. Mesafe uçuşlarının (cross-country flights) çoğunda pratik olarak kabul edilen değer 10 km'dir ve pilotların çoğu tarafından 20 km yeterli görülür. Yer seviyesinde görüşün 5 km olduğu durumlarda bulut tabanı yakınında ve enverziyon tabakasının altında yükselen planörler ciddi bir çarpışma riski altında olabilirler.

3.8.4 Bulut Tabanı

Minimum bulut taban yüksekliği kısıtlaması bulunmuyorsa bile, uçuş ve planör tiplerine göre belirlenmiş bazı kriterler mevcuttur.

200 m Motorlu planörler iniş ve kalkış yapabilirler.

300 m Planörler meydan turu ve iniş yapabilirler.

600 m Mesafe uçuşunun yapılabilmesi için minimum bulut taban yüksekliği.

1000 m Mesafe uçuşu için uygun yükseklik. (Yarışmalarda kullanılabilir)

1500 m Parkur uçuşlarını (closed-circuit) yüksek hızlarda tamamlayabilirler.

3.8.5 Bulutluluk

Orta ve yüksek seviye bulutlar termiklerin gücünü zayıflatır. Cirrostratus (Cs) bulutları aşağı seviyelerin yeteri kadar kararsız olması durumunda termiklerin oluşumunu engellemez fakat, geniş bir alto stratus (As) bulut örtüsü çoğunlukla termik aktivitesini durdurur. Kümülüs bulutları termik bölgelerinin belirlenmesinde kolaylık oluşturduğu için bu bulutların oluşmadığı durumlar pilotlar tarafından pek istenmez. Yine de kümülüs bulutunun kapalılık oranlarına göre planör uçuşlarına etkileri farklı olmaktadır. 1/8-3/8 ideal bir kümülüs kapalılığı olup, bu bulutların çoğunun aşağı kısımlarında termiklere rastlanabilir. 4/8-6/8 kapalılığındaki kümülüs yere ulaşan güneş enerjisini azaltıcı bir faktördür ve termiklere yine de rastlanabilir. 7/8-8/8 kapalılığındaki kümülüs güneş ışınlarını yükselici akımların kaybolmasına neden olacak kadar azaltır (Aslan, 1991).

BÖLÜM 4

4.1 HAVACILIK METEOROLOJİSİNDE KULLANILAN HAVA TAHMİNİ İLE İLGİLİ MODELLEME PROGRAMLARI VE TÜRKİYE UYGULAMALARI

4.1.1 XCSKIES PROGRAMI

4.1.1.1 Misyonu

Programın misyonu çeşitli interaktif araçlar ile web üzerinden pilotlara yerinde ve yararlı olan küresel yükselim hareketleri ile ilgili bilgi sağlamaktır.

4.1.1.2 Çalışma Prensipleri

XC Skies havacılık meteorolojisi programı, internet üzerinden herhangi bir popüler tarayıcı ile kullanılabilen, temel yükselen parametreleri görsel katmanlar şeklinde gösteren bir programdır. Dünyanın her yerinden kullanılabilir.

4.1.1.3 Özellikleri

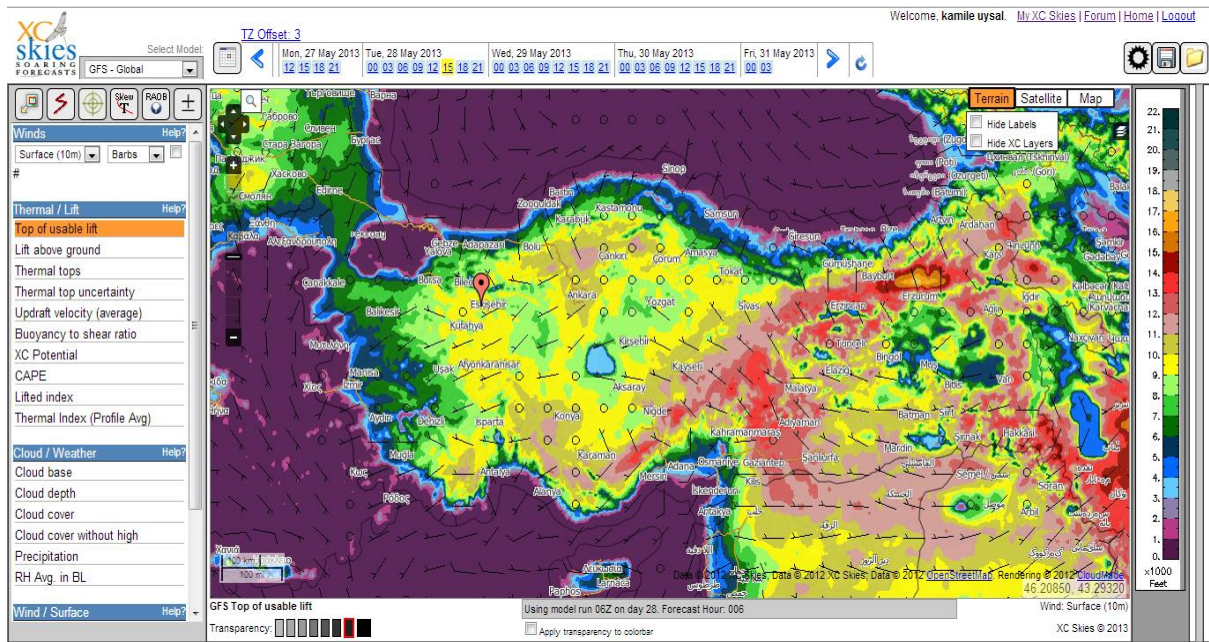
- Web Tarayıcısının Harita çerçevesinden, jeo-referans sağlamak amacıyla yararlanılır.
- Kullanıcılar, daha önceden değerlendirilmiş bölgeleri profiller şeklinde hızla kaydedebilirler. Varsayılan profil uygulaması, konumu ve parametreleri otomatik yükleme şeklinde de seçilebilir.
- Harita üzerinden herhangi bir yere tıklanarak, herhangi bir yer seçilebilir. Gezegen çapında hem modellemelerin çıktıları hem de en son balon sonda verileri için, interaktif bir Skew-T uygulaması yüklenebilir.
- Harita üzerinden herhangi bir yere tıklanarak, 3 günlük nokta tahminleri analiz edilebilir.
- Zaman-yükseklik arazileri, bilgileri grafik formatında okumak için muazzam bir bilgi akışı sağlamaktadır.
- Günün bir bölümü için uçuş tahminleri analiz edilebilir.

4.1.1.4 Programdan Alınabilecek Tahmin Çeşitleri

4.1.1.4.1 Termal Parametreler

Feet olarak ya da deniz seviyesinden (MSL) ölçülmüş bu parametre, genellikle planör pilotları ve yamaç paraşütü pilotları tarafından kullanılmaktadır. Mevcut bir termiğin en üst noktası, bir planörün potansiyel olarak ne kadar yükselebileceğini de göstermektedir. Bu hesap dakikada yaklaşık 250-300 metre planör çöküş oranına göre hesaplanmıştır. Bu parametre kaldırıcının üst noktasına ulaşılmadan önce meydana gelen bulut oluşumu nedeniyle değişen lapse rate oranını (düşey sıcaklık gradyanı) içermez. Kullanılabilir termiğin

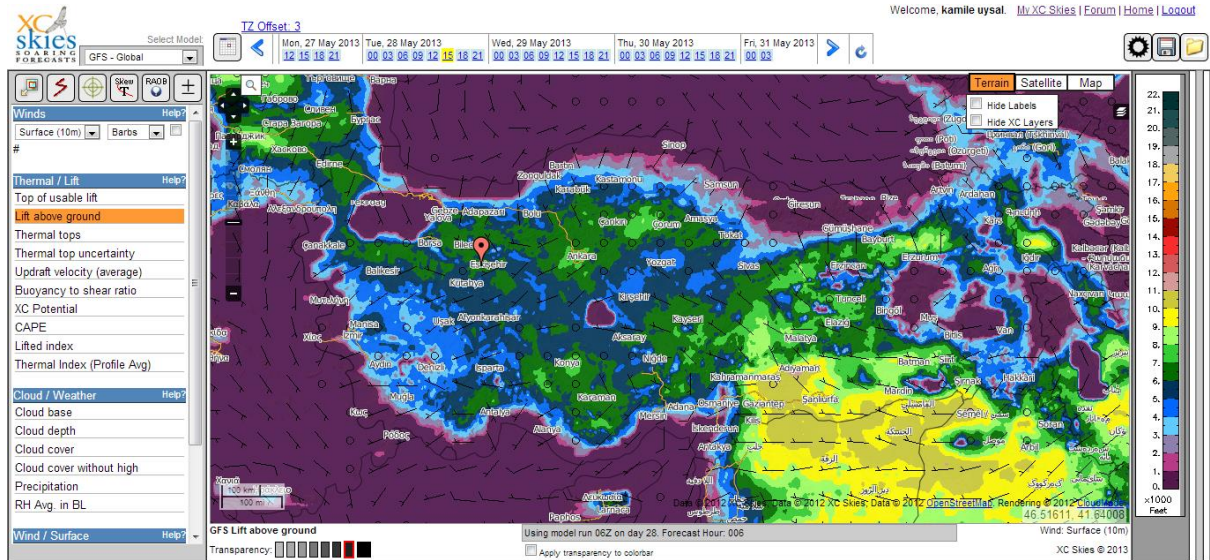
üst noktasına ulaşmadan önce yoğunlaşmanın meydana geldiği havanın bir çok bölgesinde, genel lapse rate kuru adyabatik lapse rate'den (DALR), nemli adyabatik lapse rate'e değişecektir. Çünkü tahmin modellerindeki kümülüs bulutu oluşumunun belirsizliği, yüzlerce metre yükseklikteki tipik geniş kümülönimbüs bulutları içerisinde kaldırıcının en üst noktasını aramak için yeterli koşulları sağlamaz. "Kümüülüs Bulutu Derinliği" parametresi, Yağış/Gök Gürültülü Sağanak Yağış parametrelerine de bakarak potansiyel derin kümülüs bulutlarının oluşumu için göstergeler sunmaktadır. Kullanılabilir termiğin en üst noktası her zaman "Eksi 3" termal indeks eşdeğerinde değildir. Aslında, -3 termal indeksi, mevcut termiğin üst noktasının genellikle kötü olacağını tanımlar.



Şekil 4.1: XC Skies Programı ile Türkiye'nin Termal Aktive Potansiyeli (28 Mayıs 2013)

4.1.1.4.2 Yer Yüzeyinden İtibaren Kullanılabilir Termal Aktivite

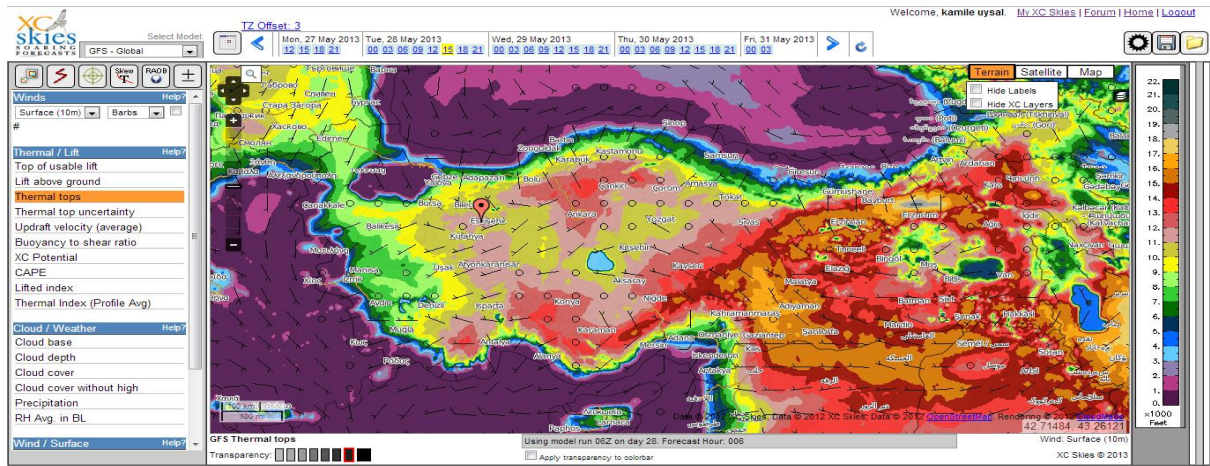
Bu parametre verilen her 1 km.lik alan için, yer yüzeyinden termiğin en üst noktasına kadar azalan yüksekliktir. Arazi üzerinden seyrüsefer uçuşları göz önüne alındığında bu parametrenin yararı ortaya çıkmaktadır. Bir rüzgar altı yönünde bir rotadan diğerine uçmak bize daha fazla boşluk sağlar, bu da hem uçuş güvenliğini hem de uçuş potansiyelini artırıcı bir özelliktir.



Şekil 4.2: XC Skies Programı İle Türkiye'nin Yer Yüzeyinden İtibaren Termal Aktivesinin İncelenmesi (28 Mayıs 2013)

4.1.1.4.3 En Üst Termikler (Thermal Idx=0)

Bu parametrenin, termiğin en üst noktasında kuru hava içerisinde bulunması muhtemeldir. Yine, bu parametrede nemli adyabatik lapse rate oranları dikkate alınmaz. Geniş ve aşırı gelişim gösteren bulut formasyonlarının bulunduğu nemli bölgelerde sade görümlü olabilir. Yaygın olarak Termal Endeksin (TI) 0'a eşit olduğu alanlarda, yükselen havanın kendisini çevreleyen hava ile aynı sıcaklığa ulaştığını göstermektedir. Termal İndeks'in 0'a eşit olduğu yerlerde, sınır tabakasının derinliğine bağlı olarak termiğin en üst noktası her zaman doğru çıkmamaktadır. Derin bir sınır tabakası ile bazı termallerin düşey hareketlerinin ivmesi sınır tabakasına ulaşır ($TI=0$) ve hâlâ yukarı doğru devam etme ivmesine sahip olur. İnversiyon veya uzun sis kubbeleri bu olayın en iyi kanıtıdır.



Şekil 4.3: XC Skies Programı ile Türkiye'nin En Üst Termik Aktivesinin Gösterimi (28 Mayıs 2013)

4.1.1.4.4 Termal Yükseklik Değişkenliği

Bu parametre, yüzeyin sadece 2.2 daha fazla derece C (4 F) daha sıcak olması ile kaldırıcının üst noktasının hangi karakterde olacağını belirler. Bu belirli bir konum üzerinde hava kütlesi duyarlılığını karakterize etmektedir. Hava kütlesi yüzeye yakın alanlarda nispeten kuru olsa bile sıcaklıktaki küçük bir artış dahi, büyük bir bulut oluşumunun habercisi olabilir.

4.1.1.4.5 Termiklerin Yükselme Hızı

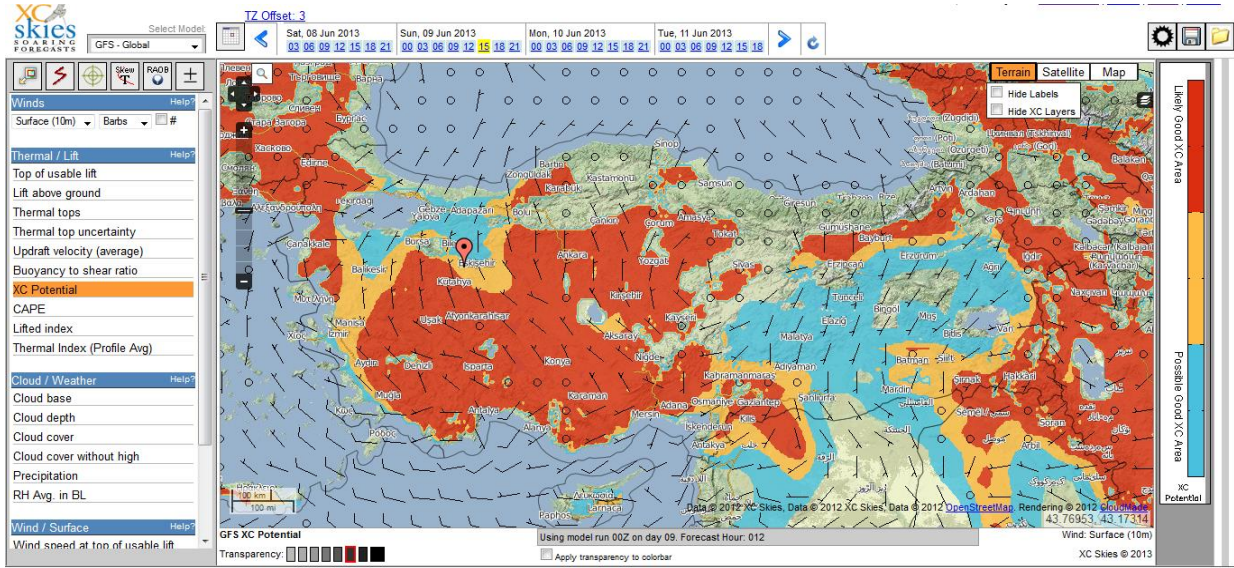
Bu ortalama ısınma gücünü veya yukarı yükselme hızını belirtir. Genellikle saniyede metre veya dakikada metre cinsinden ölçülür. Tüm termikler farklıdır, farklı lokalize yüzey sıcaklıklarına sahip farklı yerlerin farklı kaynaklarına ve tetiklemelerine bağlıdır. Bir çekirdeğin kenarlarına yakın türbülans güçlü olur, hava tüm alanlardan yükselir ve büyük olasılıkla birden fazla çekirdeğe sahip hale gelir. Bu parametre, sadece tüm termallerin yukarı yönlü ortalamasıdır. Herhangi bir yer ve zaman içinde zayıf ve güçlü olmakla birlikte yukarı yönlü hızları da olacaktır.

4.1.1.4.6 XC Potansiyeli

Bu parametre 4 farklı kriter üzerinde XC potansiyelinin olası durumunu karşılaştırma amacı ile çalışır. Bunlar şu şekildedir:

1. **Kırmızı**. Kaldırma Kuvveti / Kesilme 6'dan daha büyüktür, sınır tabakası içinde ortalama rüzgar hızı 10 MPH veya daha azdır
2. **Turuncu**. Kaldırma Kuvveti / Kesilme 4 MPH' dan daha büyük, sınır tabaka içinde ortalama rüzgar hızı 14 MPH veya daha azdır.
3. **Mavi**. Kaldırma Kuvveti / Kesilme 4 MPH' dan daha büyük, sınır tabaka içinde ortalama rüzgar hızı 18 MPH' dan daha büyüktür.

İyi nitelikteki XC alanlarını karakterize etmek tabii ki yoruma dayalıdır. Bir pilotun iyi nitelikteki XC koşulları konsepti, diğerininki ile aynı olmayabilir. Bununla birlikte, bu parametre rüzgar hızının düşük olduğu bölgelerde termikler hakkında hızlı bir yorum sağlar.

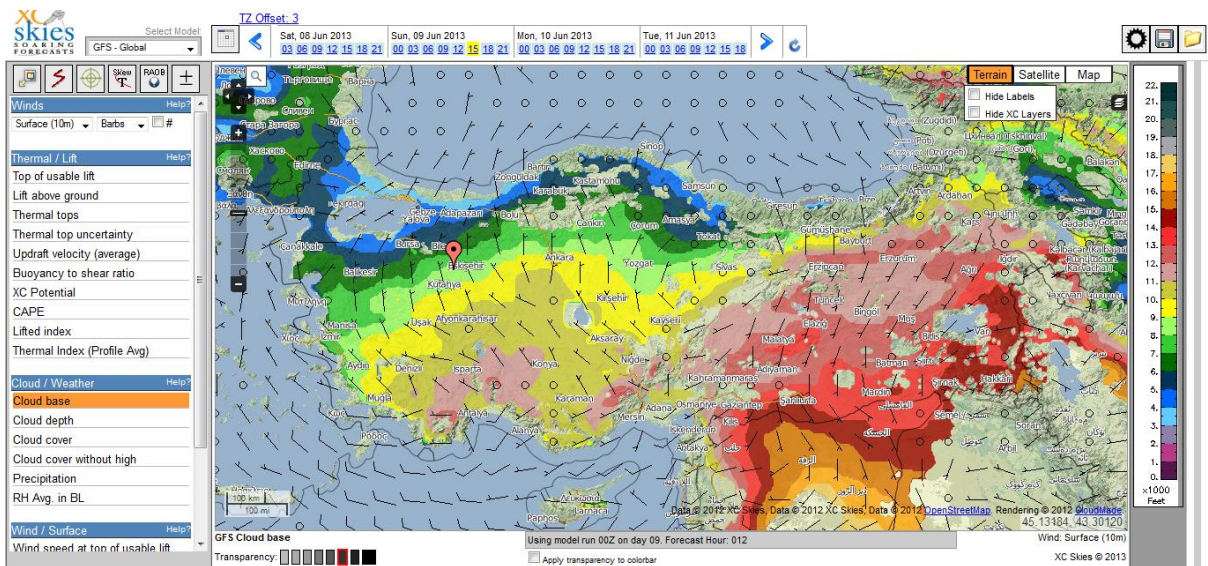


Şekil 4.4: XC Skies Programı ile Türkiye'nin XC Potansiyelinin Gösterimi (09 Haziran 2013)

4.1.1.5 Bulut Ve Hava Durumu Parametreleri

4.1.1.5.1 Kümüllüs Bulut Tabanı

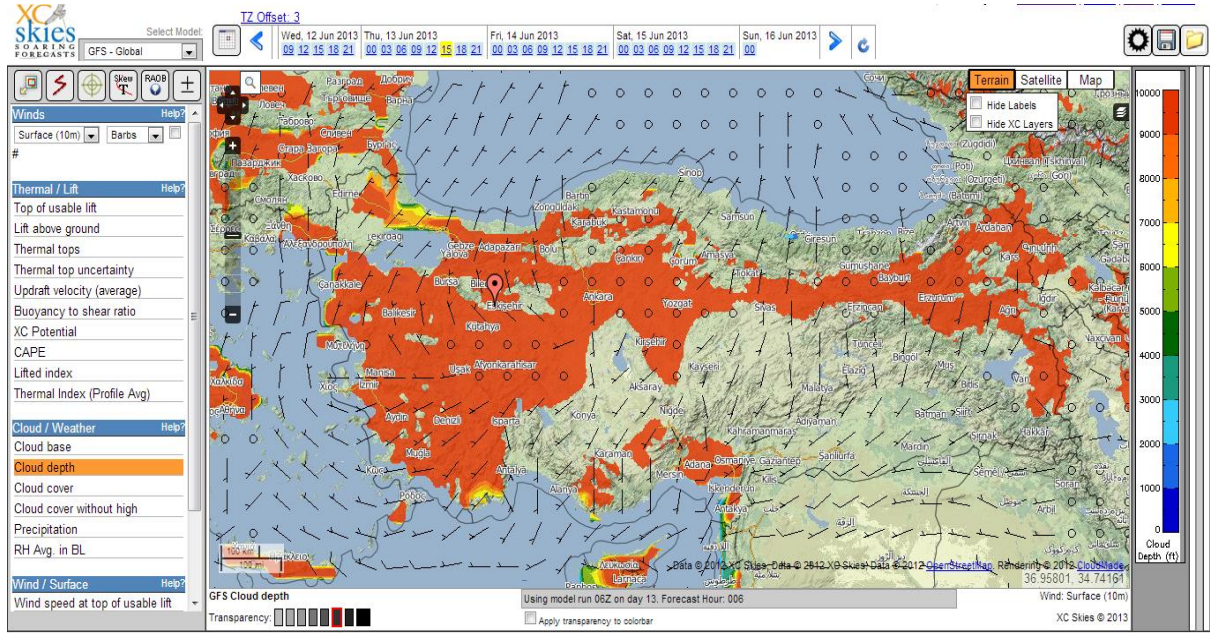
Bulut tabanı bulmak, model çıktılarında gerçekçi çiy noktası değerleri bulmakla sağlanabilir. Buna ek olarak, termiklerin artışı ve karışan hava boyunca, sürüklenme işlemi devam ederken yükselen hava kütlelerinin nem özellikleri değişecektir. Bu parametre yüzey nemi adyabatik olarak yoğunlaştığında, bulut tabanını tahmin etmeye çalışır. Bu parametre gezegenin kuru alanlarında iyi derecede geçerliliği olan bir parametredir, Amerikan'ın Güney Doğusu gibi.



Şekil 4.5: XC Skies Programı ile Türkiye'nin Kümüllüs Bulut Tabanı Gösterimi

4.1.1.5.2 Kümüllüs Bulut Kalınlığı

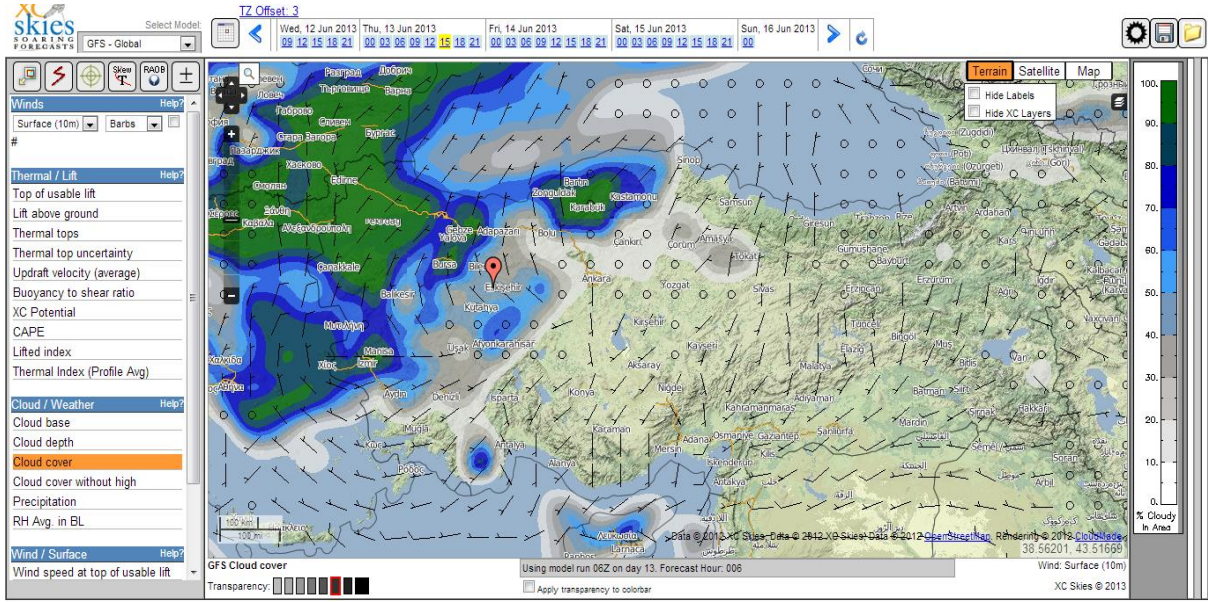
Bu parametre bulut tabanı altında kaldırıcının mutlak en üst seviyesinde, varsa derin kümüllüs bulutlarının nasıl ulaşabileceğini gösterir. Termik hâlâ yükselmekte ise çığ noktasına ulaşır ve bulutlar şeklinde kendini gösterir, bu durumda lapse rate oranı kuru adyabatik lapse rate (DALR)' dan, nemli adyabatik lapse rate (MALR)'A değişecektir. Sınır tabaka üst noktasında bulutların olduğu yerlerde hava kütlesi nemli ise, bulut formlarında aşırı gelişme olasılığı yüksektir.



Şekil 4.6: XC Skies Programı ile Türkiye'nin Kümüllüs Bulut Derinliği Gösterimi (13 Haziran 2013)

4.1.1.5.3 Bulut Kapalılığı

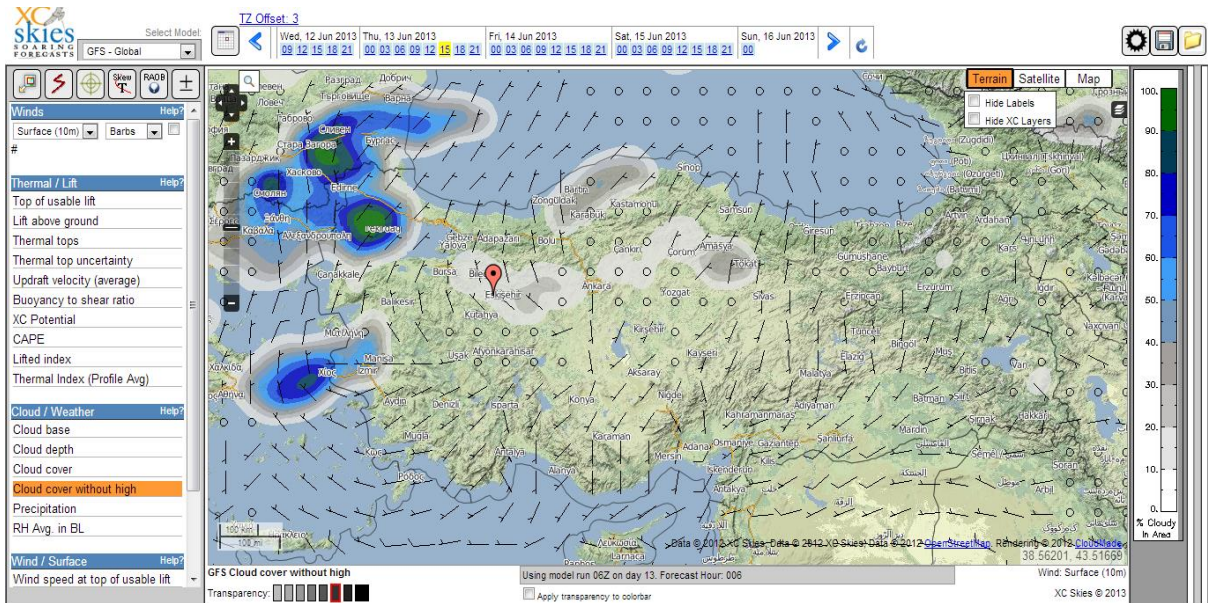
Bu parametre direkt olarak hava tahmin modellerinden elde edilen bilgilerle çıkar ve istenen alan boyunca tahminler verir. Kesin sınırlar hafif yanlışlarla tahmin edilebilir ama genel lokasyon ve bulut kapalılığının yüzdesi hesaplanabilir. Bu parametre verilen kolonda tüm bulut seviyelerini kapsar. Tahmin modelleri, bulut kapalılığının tahmininde çok tutarlı olamamaktadır. Bu parametrenin faydası da tartışılmaktadır.



Şekil 4.7: XC Skies Programı ile Türkiye'nin Hava Bulut Kapalılığının Gösterimi (13 Haziran 2013)

4.1.1.5.4 Bulut Kapalılığı (Yükseklik Bulutları Hariç)

Yukarıda bahsedilen hava bulut kapalılığı rasadının aynısı gibi olmakla birlikte, bu parametrede kapalılık "Yüksek Bulutlar" hariç, yüzde olarak ifade edilir. Yüksek bulutlar, genelde çok ince olabilirler ve bazen uçuş şartlarına etki etmezler. Ancak tam tersi olarak da bazen yüksek bulutlar kalın da olabilir ve yüksek optik görüşe de sahip olabilir.



Şekil 4.8: XC Skies Programı ile Türkiye'nin Bulut Kapalılığının Gösterimi(Y.B.H)

4.1.1.5.5 Bulut Kapalılığı (Konvektif)

Bu parametre, belirlenmiş bir alanda konvektif olaylara bağlı olarak ortaya çıkan bulut kapalılığını yüzde olarak tanımlar. Bu parametre, tahmin modellerinden elde edilen ve olası çok geniş skalalardaki fırtına veya aşırı gelişmiş kümülüs kuleleri gibi konvektif olayları belirtir.

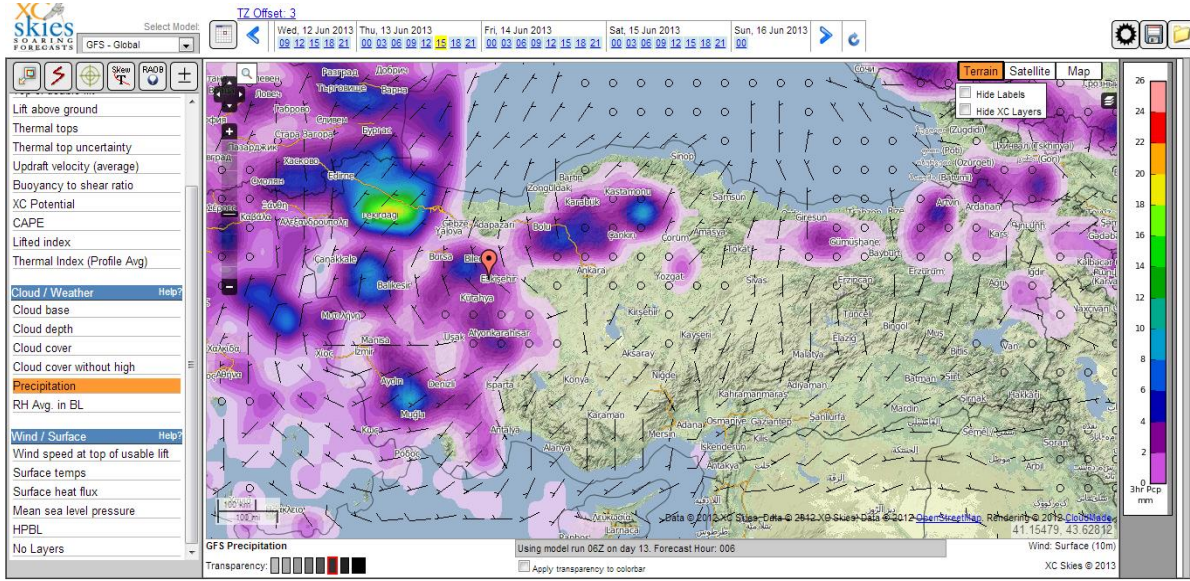
4.1.1.5.6 Hava Tahmini/Fırtına

Bu parametre, fırtına potansiyelini karakterize etmek için bir çok çeşitli özellikteki modelleri kullanır. Seçilen kategori içerisinde fırtına ihtimalinin bir çok rasadı aşağıdaki gibi belirtilebilir:

- **Olası Fırtına:** Alanda fırtına potansiyelinin en yüksek olduğunu belirtir. Verilen zon boyunca yüksek ihtimal ile fırtına gelişecektir.
- **Muhtemel Fırtına:** Belirlenen bir alan içerisinde fırtınalar muhtemeldir ama tamamen olgun fırtınalar içerisinde materialize edilemezler ya da belirlenmiş alanın sadece küçük bir parçasını etkileyebilir denilemez.
- **Parçalı Fırtına:** Alan içinde fırtınalar gelişebilir ama bölge boyunca geniş şekilde parçalar halindedirler. Fırtınalar daha yüksek irtifalarda ve dağların zirvelerinde tipik formdadır veya ovalar üzerinde çok seyrekler.

Bu tip rasatlar, lokal kararsızlıkların yaşandığı bölgelerde yapılacak uçuşlar için oldukça yararlıdır.

Fırtına ve yağış tahminleri, hava tahmincileri için zorlu bir görevdir. Kullanılan parametreler, her bir kategori için kritik bir eşik değerine sahip olabilir ve modellerin çıktılarından doğrudan elde edilirler.



Şekil 4.9: XC Skies Programı ile Türkiye'nin Hava Tahmini ve Fırtına Durumunun Gösterimi (13 Haziran 2013)

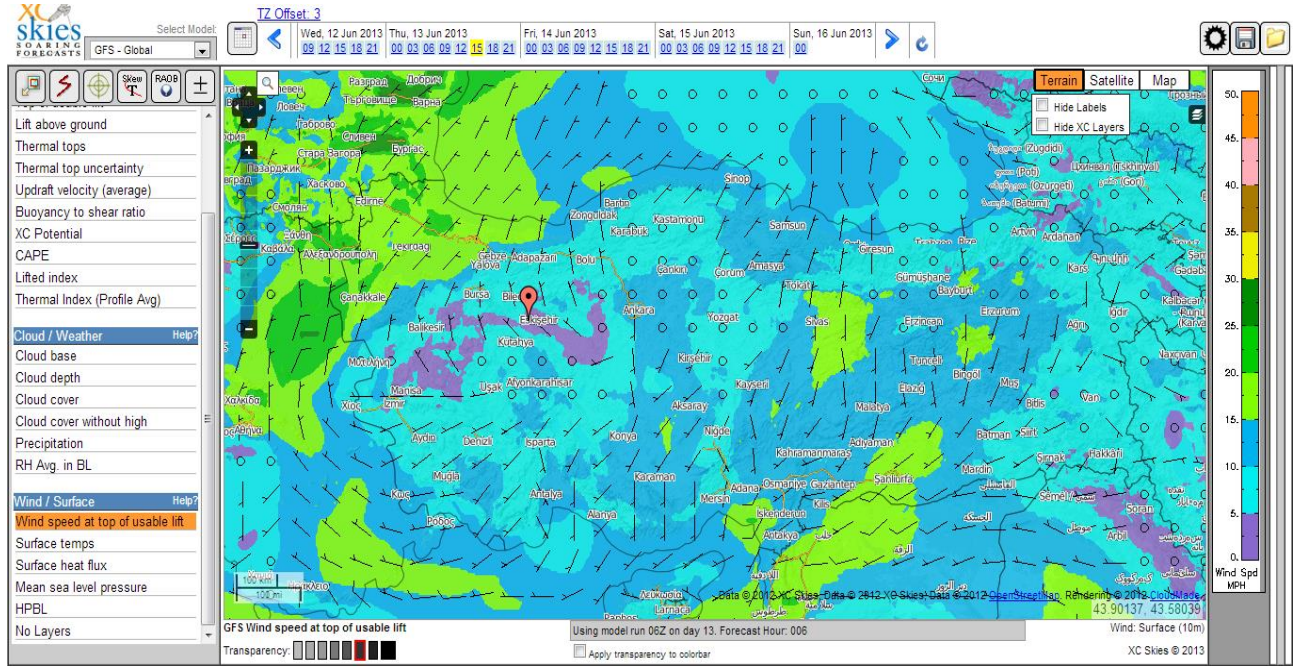
4.1.1.6 Rüzgar ve Türbülans Parametreleri

4.1.1.6.1 Seviyelerdeki Rüzgar Parametreleri

Bu parametre ile her 2000 ft aralıkta, ek harita katmanlarında rüzgar hızı tanımlanabilir. Bu rüzgarla, herhangi belirlenmiş bir noktada tam olarak her 5 km'ye kadar çözünürlüğe sahip gridlerinde rüzgâr hızı elde edilebilir. Ayrıca bu parametre ile 10 metrelik yüzey rüzgarlarının da tahmin rasatları alınabilir. Bu yüzey rüzgarları, daha çok geniş düz araziler üzerinde daha yüksek güvenle tahmin edilebilir.

4.1.1.6.2 Termiğin Üst Seviyesinde Rüzgar Hızı

Bu parametre termiğin üst seviyesinde beklenen rüzgar hızını ifade eder. Bu rüzgarların hızları tahmin modellerinin çıktılarında doğrudan elde edilir ve termiğin üst noktalarının eş yükselti seviyeleri için ayrı ayrı belirlenir.



Şekil 4.10: XC Skies Programı ile Türkiye Termiklerinin Üst Seviyelerinde Rüzgar Hızları Gösterimi (13 Haziran 2013)

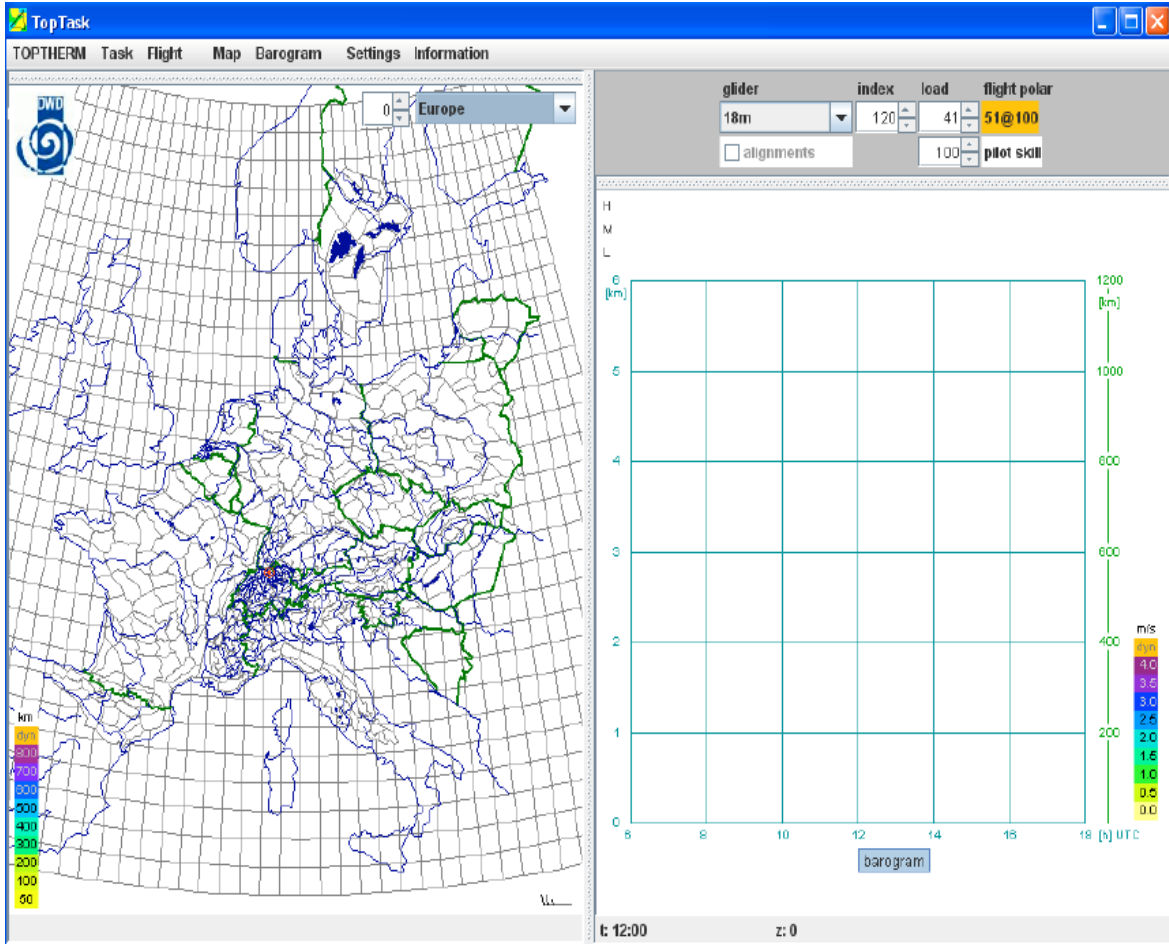
4.1.2 JAVA TOP TASK VE TOP THERM

4.1.2.1 Java Top Task

Web tabanlı olarak <http://www.flugwetter.de> adresinden planör ve yamaç (soaring) uçuşlarının meteorolojik planlamasının yapılması amacıyla oluşturulan Java TopTask Alman Meteoroloji Dairesi (DWD) lisanslıdır.

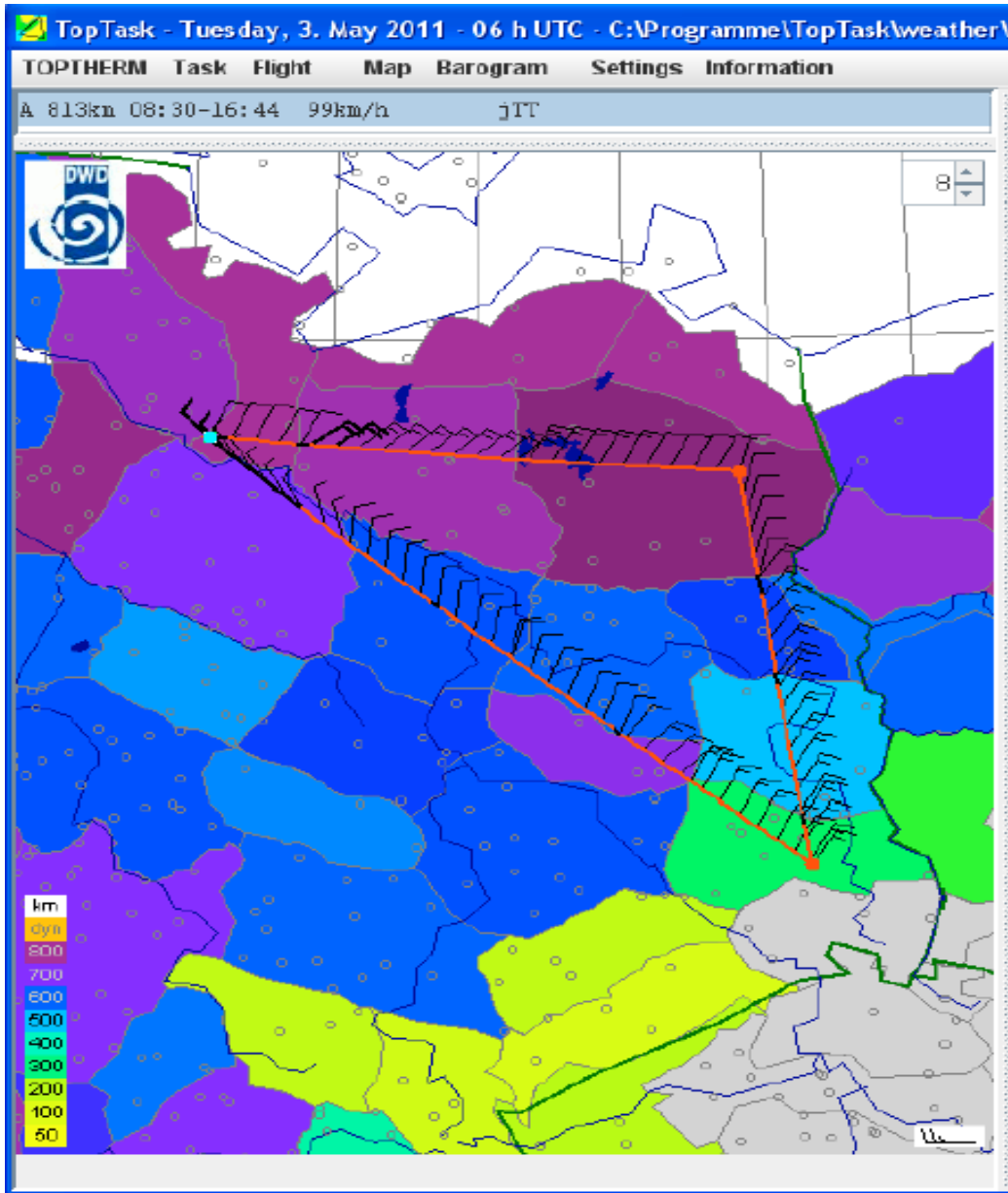
Özel veya kişisel olan bölgeler geçici veya kalıcı olarak DWD lisansı alabilirler. TOP THERM hizmeti olan bölgeler Almanya, Avrupa, İskandinavya, Fransa, Kolorado (ABD) Alp Dağları, İspanya/Portekiz, Apalaş Dağları (ABD), İtalya olarak sıralanabilirler. Bu çalışmada da Java TopTask'in son versiyonu 1.23 kullanılmıştır.

Java TopTask TOP THERM hava tahminlerini interaktif harita ve barogram üzerinde görselleştirir. TopTask programı üzerinde verilen bölgelerin, hava tahminlerinin harita ve barogram paneli üzerinde resmedilmesi TOP THERM tahminleri olarak ifade edilebilir. Java TopTask aynı zamanda termallerde ve yamaçtaki yükselici hava akımlarında gerçekleşen uçuşları planlar ve optimize eder. TOP THERM hava tahminleriyle birlikte kaydedilmiş olan termik (soaring) uçuşlarını simüle eder. Java TopTask herhangi bir TOP THERM tahmini olmadığında aşağıdaki Şekil 4.11'de gösterildiği gibidir. (Aydınöz, 2011)



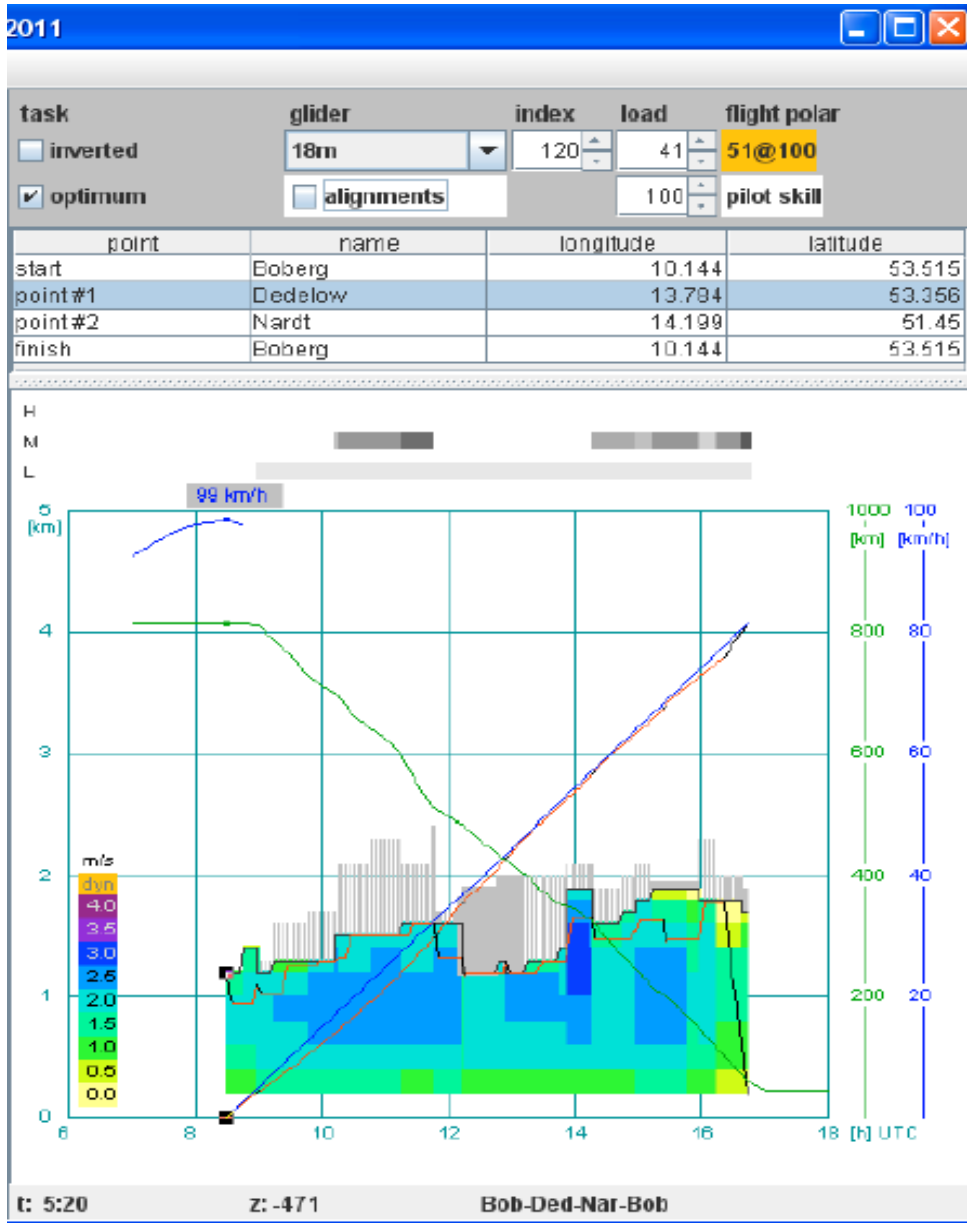
Şekil 4.11: Toptherm tahmininin olmadığı andaki TopTask görüntüsü (Java TopTask, 2011)

TopTask programının örneği detaylarının öğrenilmesi ve daha iyi anlaşılması için Şekil 4.12’de yalnızca harita paneli gösterilmiştir.



Şekil 4.12: 18m Sınıfı Planör İçin Uçuş Planı Harita Paneli (Java TopTask, 2011)

Şekil 4.12’de planlanmış bir uçuş harita üzerinde uçuş rotasıyla resmedilmiştir. Bu uçuş harita üzerinden direkt olarak planlanır ve Java TopTask seçilen uçuş bölgesi için bu planı Toptherm’e dayalı bir şekilde görsel olarak ortaya koyar. Şekil 4.13 Java TopTask’in sol taraftaki barogram panelini göstermektedir.



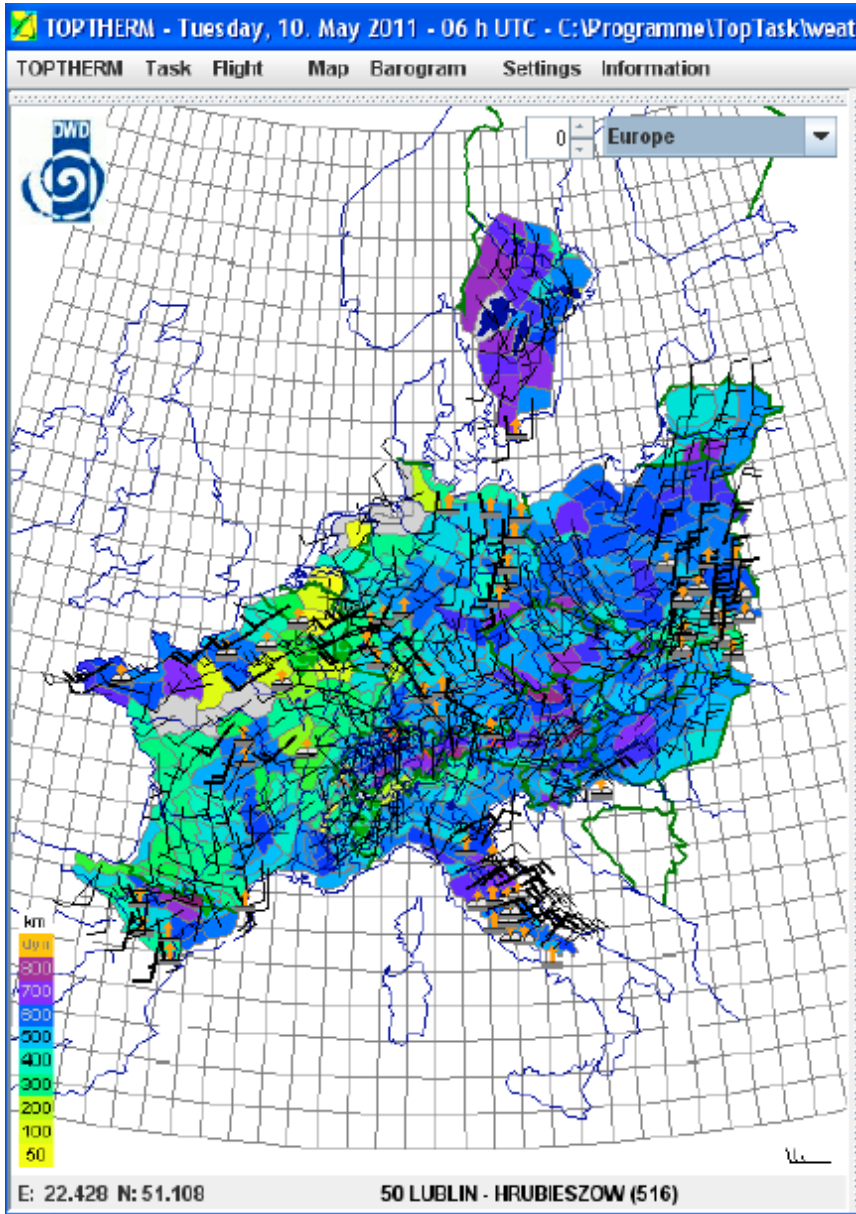
Şekil 4.13: 18m Sınıfı Planör İçin Uçuş Planı Barogram Paneli (Java TopTask, 2011)

Barogram panelinde ise bu uçuş süresi içerisinde konvektif yapıdaki düşey hız değişimi, bulut taban ve kapalılıkları, yağış gibi meteorolojik tahminler ve uçuşa ait bilgiler grafiksel olarak yer alır. Barogramdaki yeşil ince çizgi uçuş planı boyunca uçulacak olan uzaklığı kalkış zamanının azalan bir fonksiyonu olarak gösterir. Yeşil çizginin yatay kısmının üzerinde yer alan mavi eğri ise tamamlanmış uçuş planları için ortalama uçuş hızını gösterir. TopTask’de uçuş planı yapılırken uçuş bölgesinin, pilot yeteneğinin, kalkış zamanının isteğe göre seçimini sağlayan, uçuş planı üzerindeki dönüş noktalarının ve uçuş yollarının interaktif olarak yer değiştirilmesine olanak tanıyan birçok seçenek sunulur. Bunların yanı sıra, Java

TopTask IGC (International Gliding Community) formatında kaydedilen soaring uçuşlarını Toptherm tahminleriyle simüle eder. Kaydedilen uçuş seviyeleri, tırmanış oranları ve yer hızı gibi parametreler tahminlerle karşılaştırılabilir (Aydınöz, 2011)

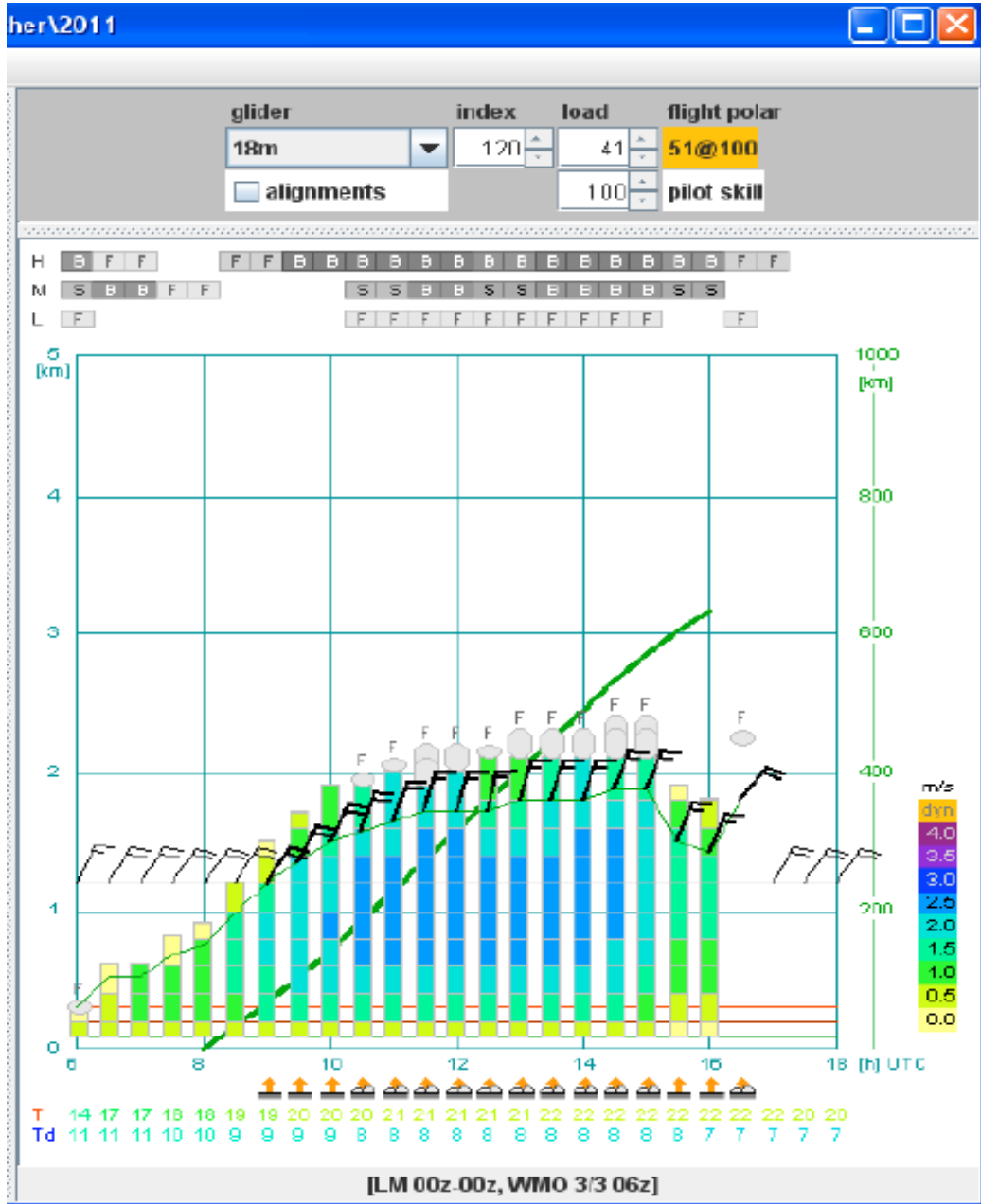
4.1.2.2 Toptherm Tahminleri

Toptherm model tahminlerinin daha iyi anlaşılması için Şekil 4.14'de örnek TOPTHERM tahmininin harita paneli gösterilmiştir.



Şekil 4.14: TOPTHERM Tahmini Harita Paneli (Java TopTask, 2011)

Harita km cinsinden potansiyel uçuş uzaklığını (PFD) belirtir. Uçuş seviyesindeki rüzgarlar ok şeklinde gösterilir. Kalın oklar konvektif türbülansı belli etmek için kullanılırlar. Ülke seçimi haritanın sağ üst köşesinden yapılır. Bu bölgelerden bazıları geçici olarak lisans almış olup geçerli tarihe kadar tahminlerine ulaşılmaktadır. Ülke seçiminin sol tarafındaki sekme haritada istenilen yere yaklaşmayı sağlar. Şekil 4.15 ise TOPTHERM tahmininin barogram panelini göstermektedir.



Şekil 4.15: TOPTHERM Tahmini Barogram Paneli (Java TopTask, 2011)

Barogram paneli, kümülüs bulut taban ve tavan bilgilerini içeren konveksiyonun günlük gelişimini gösterir. İnce yeşil çizgi uçuş seviyesini temsil eder. Renkli kolonlar ise konveksiyon içerisindeki düşey hız oranlarını gösterirler. Turuncu renkteki kolonlar ise yamaçtan oluşan kaldırıcı hava akımlarındaki tırmanma oranlarını gösterir. Arka plandaki yükselen yeşil çizgi ise seçilmiş bölge için toplam potansiyel uçuş uzaklığını (PFD) gösterir. Mesafe uçuşları koşulları için tahmini süreyi belirler. Zayıf termallerin bulunması durumunda PFD eğrisi küçük iken, güçlü termaller olduğu zaman PFD'nin eğimi artar.

Barogram panelinin en altında yer alan yatay yeşil çizgi her bölge için en alçak yüksekliği temsil ederken, yatay kırmızı çizgi ise iniş yüksekliğini gösterir. Kahverengi çizgi ortalama yüksekliği temsil eder. Sıcaklık (T) ve çiy noktası sıcaklığının (T_d) günlük değişimleri, barogramın altında rüzgar kayması, konveksiyon, yağış gibi sembollerle birlikte renkli olarak gösterilir. Barogramın üst kısmında ise bulut kapallığı üç seviye (alçak (L), orta (M), yüksek (H)) için de ayrı olarak verilmiştir.

Rüzgar ile bağlantılı kaldırma (lift) 'alignments' opsiyonunun seçilmesi ile toplam PFD belirlenir. Kaldırmada oluşan tırmanış açısı ve PFD eğrisi turuncu renkte gösterilir. Menüdeki harita (Map) seçeneğinden tahmin bölgesinin arka ve ön planlarında göstermek üzere çeşitli meteorolojik parametreler seçilir. Menüde bulunan Barogram seçeneği barogram panelini yapılandıran seçenekleri içerir.

Barogram diyagramının üst taraftaki panelinden planör sınıfı seçilebilir. Seçilen planör sınıfına göre indeks (index) ile farklı engeller, kanat yükü ve uçuş bölgesi program tarafından ayarlanır. Pilot yeteneği ise %50'den %120'ye kadar değişen aralıkta seçilebilir. Potansiyel uçuş uzaklığı (PFD) seçilmiş olan uçuş bölgesine bağlı olarak değişkenlik gösterir.

TOPTHERM tahminleri menü barında bulunan TOPTHERM sekmesinden dün bugün yarın ve yarından sonraki gün olmak üzere www.flugwetter.de adresinden indirilir. Kaydedilen tahminler menü barındaki TOPTHERM/Aç (Open) sekmesinden açılabilir. Dosyaların ismi 09031806.tt2 şeklinde tt2 uzantılı olarak kaydedilir. Dosya ismindeki sayılar ikişer olarak üzere baştaki yılı, ayı, günü ve zamanı gösterir. Bu örnekteki dosya adı 18 Mart 2009 yılı 06 GMT yılına tekabül eder (Aydınöz, 2011)

4.1.2.3 Uçuş Planı

Menüdeki Task/New seçeneği harita üzerinde rotaların (waypoints) oluşturulmasıyla yeni bir uçuş planı hazırlamak için kullanılır. Yine Task menüsü altında yer alan Homebase seçeneği ile uçuş planı yapılacak olan bölge seçilir ve bölge harita üzerinde merkez alınmış bir şekilde gösterilir. Plan yapılırken eklenilmesi istenen rotalara tıklanarak bir hat çizilebilir. Eklenen noktaların bölge adları, enlem ve boylam bilgileri barogramın üzerindeki bir tabloda verilir. Her yeni bir noktanın eklenmesi ile uçuş planı kendini günceller. Uçuş planları kaydedilip tekrar açılabilirler ve IGC (International Gliding Community)'de istenen formatta kayıtlı uçuş planlarına uygun oluştururlar.

4.1.2.4 Uçuş Simülasyonu

TopTask aynı zamanda kayıtlı uçuşların simülasyonunu TOPTHERM tahminleri ile birlikte görüntüler. Simülasyonda gerçekleşen uçuş yolu plandaki rota gibi davranır. TopTask uçuş simülasyonunu tahmin edilen uçuş hızıyla karşılaştırır. Gerçek uçuşların simülasyonları farklı kalkış saatleriyle hesaplanır (Java TopTask, 2011).

Aşağıdaki Şekil 4.16'da TOPTHERM tahminlerinde kullanılan hava olaylarının sembolleri gösterilmiştir.

	hafif	orta	şiddetli
yağmur			
sağanak			
kar			
kar sağanağı			
rüzgar şiddetinin düşey değişimi			
bulut caddesi			
kuru konveksiyon hücreleri			

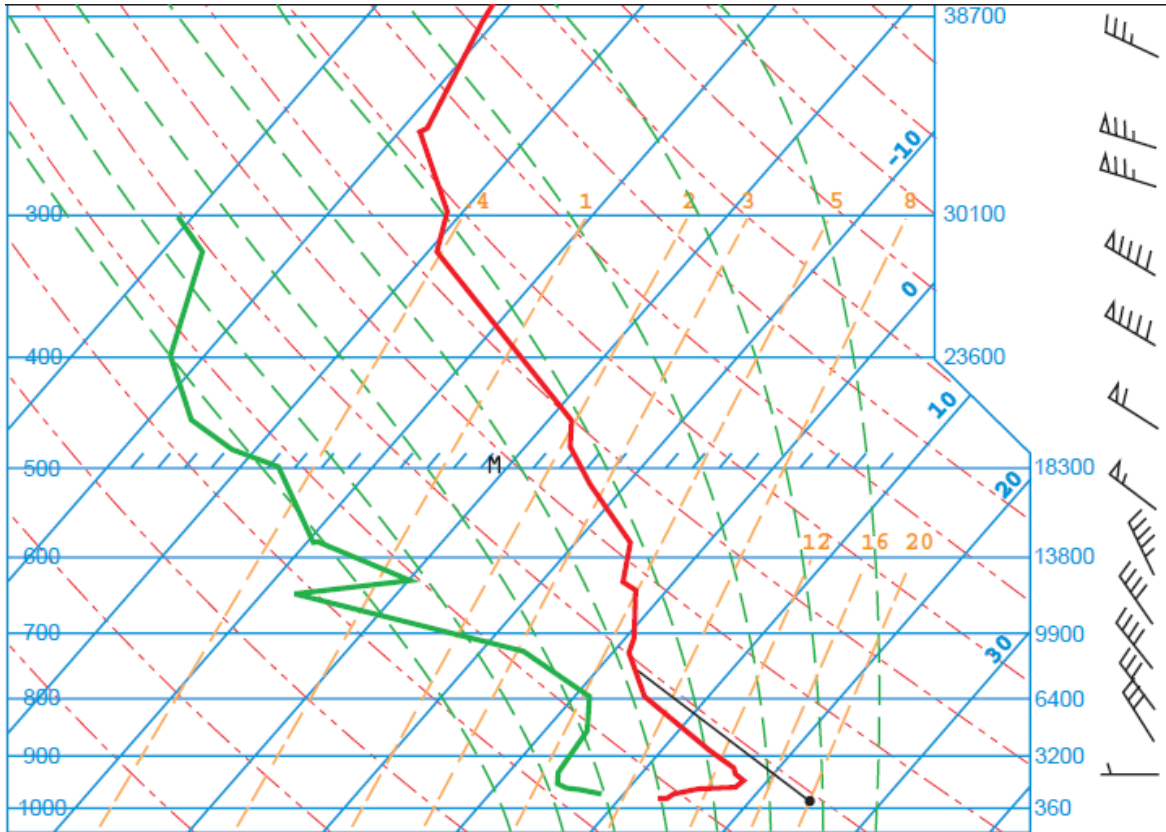
Şekil 4.16: TOPTHERM Tahminlerinde Kullanılan Hava Sembolleri (Java TopTask, 2011)

4.1.2.5 Aktüel Hava Durumu

TOPTHERM model çıktılarının sonuçları üzerinde hem soaring indeksi sonuçları hem de aktüel hava durumu karşılaştırılarak, TOPTHERM model tahminlerinin tutarlılığı hakkında yorum yapılabilir ve potansiyel termik alanının varlığı bu üç çıktının sonuçlarına dayanarak yorumlanabilir. Bu nedenle aktüel hava durumunu analiz edebilmek için hava kartları, diyagramlar (meteogram, skew-T Log-P) ve metar bültenleri beraber incelenmelidir. Örnek olarak bir sonraki konuda Skew-T/log-P diyagramı incelenecektir.

4.1.2.5.1 Skew-T/log-P Diyagramları

Termodinamik diyagramlardan biri olan Skew- T Log-P diyagramlarına radyosonde rasatlarından elde edilen sıcaklık (T) ve çiy noktası sıcaklıkları (T_d) gibi aktüel veriler işaretlenerek eğrileri çizilir. Bu diyagramlar sayesinde atmosferin kararlılığı, nem içeriği, bulut oluşumu ve oluşan bulutun taban yüksekliği hakkında aktüel bilgilere ulaşılabilmektedir. Standart bir Skew-T Log-P diyagramı beş eğriden (çizgiden) oluşan diyagramdır. Şekil 4.17’de örnek bir Skew-T Log-P diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 4.17: Skew-T Log-P diyagramının örneği (FAA, 2003)

Şekilde basınç seviyeleri 1000mb'dan başlayarak 100mb aralıklarla çizilmiş mavi düz çizgiler şeklindedir ve diyagramın sol tarafında seviye seviye yazılmıştır. Log-P şeklinde ifade edilmesi basıncın atmosferde lineer olarak değişmediğinin göstergesidir. Sağa yatık mavi düz çizgiler ise -40°C den $+40^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar olan izotermeleri 10°C aralıklarla gösterir. Kesikli ve hafif kavisli yeşil çizgiler doymuş adyabatları, kırmızı kesikli çizgiler ise kuru adyabatları göstermektedir. Turuncu çizgiler ise karışma eğrilerini gösterir. Diyagramın solundaki kalın yeşil renkli eğri Td yani çiy noktası sıcaklıklarını gösteren eğriyi oluştururken sağ tarafındaki kırmızı renkli eğri ise T'yi hava sıcaklıklarını gösteren eğriyi oluşturur. Diyagramın en sağ tarafında ise düşey rüzgar profili rüzgar yönü ve şiddeti ile birlikte verilmiştir (www.meted.ucar.edu, 2011). Bu çalışmada www.uwyo.edu sitesinden alınan Skew-T Log-P diyagramlarıyla atmosferin belli seviyelerdeki 12 GMT zamanında ölçülen T ve Td sıcaklık profilleri incelenerek, bulut oluşumu, yağış ve atmosferin kararlılığı hakkında yorum yapılabilir. Günün ilk kümülüs bulutları LCL (Lifting condensation level) zonunun alt kısmında oluşmaya başlarlar (Stull, 1988). LCL hava parselinin kuru adyabatik olarak yükselmesiyle doymuş hale geldiği yükselmeyle yoğunlaşma seviyesidir (www.meted.ucar.edu, 2012). Bundan dolayı LCL seviyesi kümülüs bulutunun oluşup oluşmayacağı ve bulutun taban yüksekliği hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir (Aydınöz, 2011).

4.1.3 SOUNDING MAP PROGRAMI

Program, Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan Wyoming Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Havacılık Meteorolojisi bölümünün desteklediği ve rasatlarını uydu üzerinden gerçekleştirdiği bir programdır. Program dünya üzerindeki alanları birer istasyon kabul ederek, bu istasyonlara numaralar vermiş ve bu numaralar doğrultusunda meteorolojik rasatları elde edilmektedir. Program ara yüzü Şekil 4.18'de gösterilmiştir.

Bölge	Grafik türü	Yıl	Ay	Başlangıç	Bitiş	İstasyon Numarası
Mideast	Text: List	2013	Jun	13/12Z	13/12Z	62403



Şekil 4.18: Sounding Map Programının Başlangıçtaki Görünümü

Programda görüldüğü üzere sırasıyla bölge, grafik tipi, yıl, ay, hangi saatler arası rasat istendiği ve istasyon numarası değerleri girildiği taktirde, bilgiler sıralı şekilde çıkacaktır. Türkiye'den İstanbul örneğini alacak olursak; 17062 istasyon numarası ile seçim yapmalıyız. Şekil 4.19'da örnek bir gün ve saat için İstanbul'un örnek rasadı gösterilmektedir.

17062 Istanbul Observations at 12Z 13 Jun 2013

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1004.0	39	24.4	17.4	65	12.61	340	8	297.2	333.9	299.5
1002.0	47	22.8	15.8	65	11.39	355	10	295.8	328.8	297.8
1000.0	54	22.6	15.6	65	11.26	355	12	295.8	328.4	297.8
988.0	158	21.6	15.4	68	11.26	355	18	295.8	328.5	297.8
939.0	598	17.6	14.6	83	11.25	7	13	296.0	328.7	298.0
925.0	727	17.0	13.4	79	10.55	10	12	296.7	327.4	298.6
858.0	1365	12.8	9.4	80	8.70	1	5	298.7	324.5	300.3
850.0	1444	12.8	8.5	75	8.26	0	4	299.5	324.1	301.0
821.0	1735	11.0	3.0	58	5.82	54	2	300.6	318.2	301.7
809.0	1858	11.6	0.6	47	4.96	77	2	302.5	317.8	303.4
797.0	1981	10.6	0.2	48	4.90	100	1	302.8	317.9	303.7
711.0	2923	3.2	-2.8	65	4.40	122	3	304.6	318.4	305.4
700.0	3049	2.4	-4.6	60	3.90	125	3	305.1	317.4	305.8
651.0	3631	-2.1	-11.1	50	2.53	114	3	306.4	314.6	306.9
600.0	4273	-7.5	-11.9	71	2.57	101	3	307.4	315.7	307.9
596.0	4325	-7.1	-16.1	49	1.84	100	3	308.4	314.5	308.8
534.0	5172	-12.9	-31.9	19	0.50	83	3	311.3	313.1	311.4
510.0	5521	-15.7	-23.7	50	1.11	75	3	312.1	315.9	312.3
509.0	5536	-15.8	-24.3	48	1.05	75	3	312.1	315.7	312.3
500.0	5670	-17.1	-30.1	31	0.63	130	8	312.1	314.4	312.2
498.0	5700	-17.3	-30.3	31	0.62	136	9	312.2	314.5	312.4
493.0	5776	-18.1	-27.3	44	0.83	150	10	312.2	315.2	312.4
490.0	5821	-18.5	-25.5	54	0.99	147	10	312.2	315.7	312.4
479.0	5990	-19.5	-26.2	56	0.95	135	12	313.0	316.3	313.1
461.0	6275	-21.3	-27.3	58	0.89	144	16	314.2	317.4	314.4
458.0	6323	-21.4	-29.4	49	0.74	145	17	314.6	317.3	314.8
444.0	6552	-22.1	-39.1	20	0.29	138	20	316.6	317.7	316.6
437.0	6668	-23.1	-38.1	24	0.33	135	21	316.8	318.0	316.8
414.0	7062	-26.5	-34.5	47	0.50	147	20	317.3	319.2	317.4
408.0	7167	-27.3	-37.0	39	0.40	150	20	317.7	319.1	317.7
400.0	7310	-28.3	-40.3	31	0.29	140	19	318.1	319.2	318.2
397.0	7364	-28.6	-42.0	27	0.24	140	20	318.4	319.3	318.4
391.0	7473	-29.3	-45.3	20	0.17	149	21	318.9	319.6	318.9
373.0	7806	-31.5	-45.6	24	0.17	175	24	320.3	321.0	320.4

Şekil 4.19: Sounding Map Programı tarafından İstanbul'un 13 Haziran 2013, 12:00 GMT Saati'nde alınmış radyozonde rasatları. °K

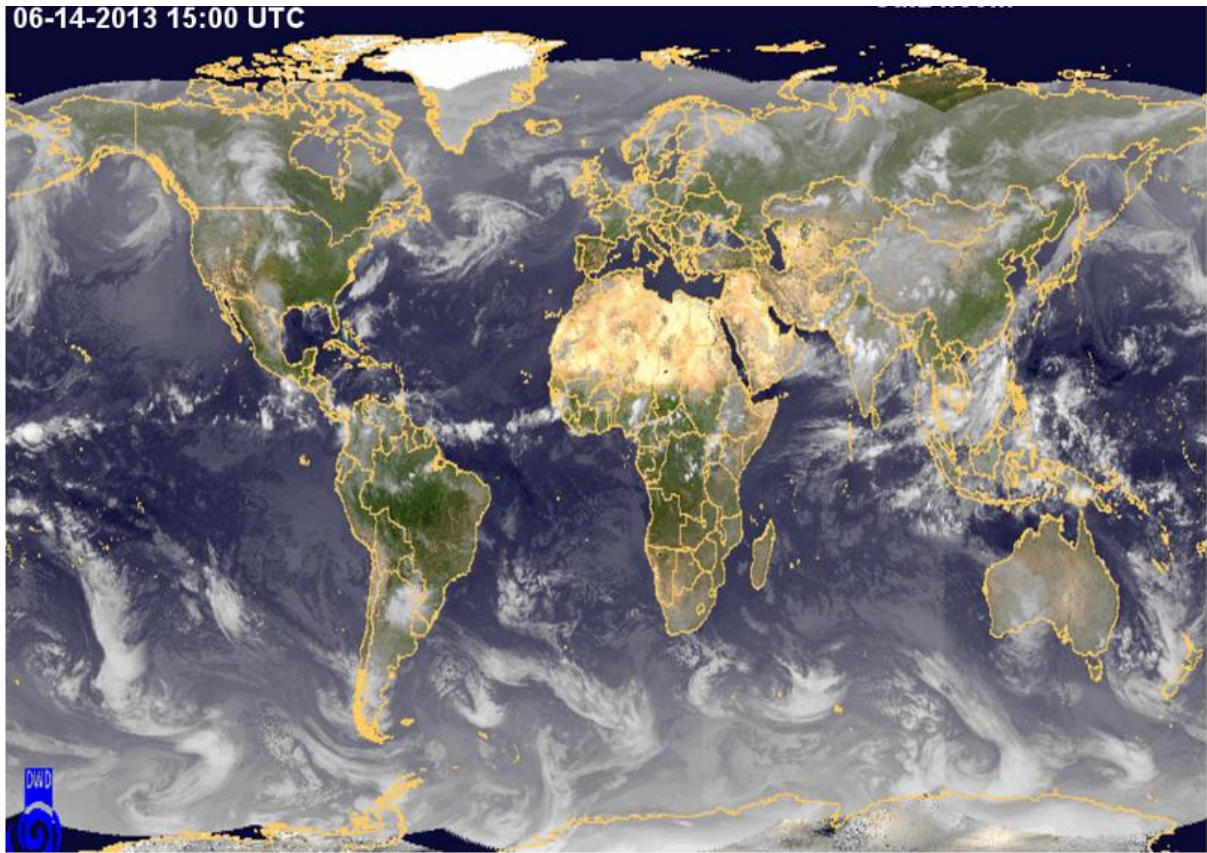
KOLONLARIN TANIMI

Parametre	Tanım	Ünite
PRES:	Atmosferik Basınç Seviyesi	<u>[hPa]</u>
HGHT:	Jeopotansiyel Yükseklik	<u>[metre]</u>
TEMP:	Hava Sıcaklığı	<u>[°C]</u>
DWPT:	Çiğ Noktası Sıcaklığı	<u>[°C]</u>
RELH:	Bağıl Nem	<u>[%]</u>
MIXR:	Karışım Oranı	<u>[gram/kilogram]</u>
DRCT:	Rüzgar Yönü	<u>[derece]</u>
SKNT:	Rüzgar Şiddeti	<u>[mil/saat]</u>
THTA:	Potansiyel Sıcaklık	<u>[°K]</u>
THTE:	Eşdeğer Potansiyel Sıcaklık	<u>[°K]</u>
THTV:	Virtüel Potansiyel Sıcaklık	<u>[°K]</u>

Şekil 4.20: Sounding Map'te gösterilen kolonların açıklaması.

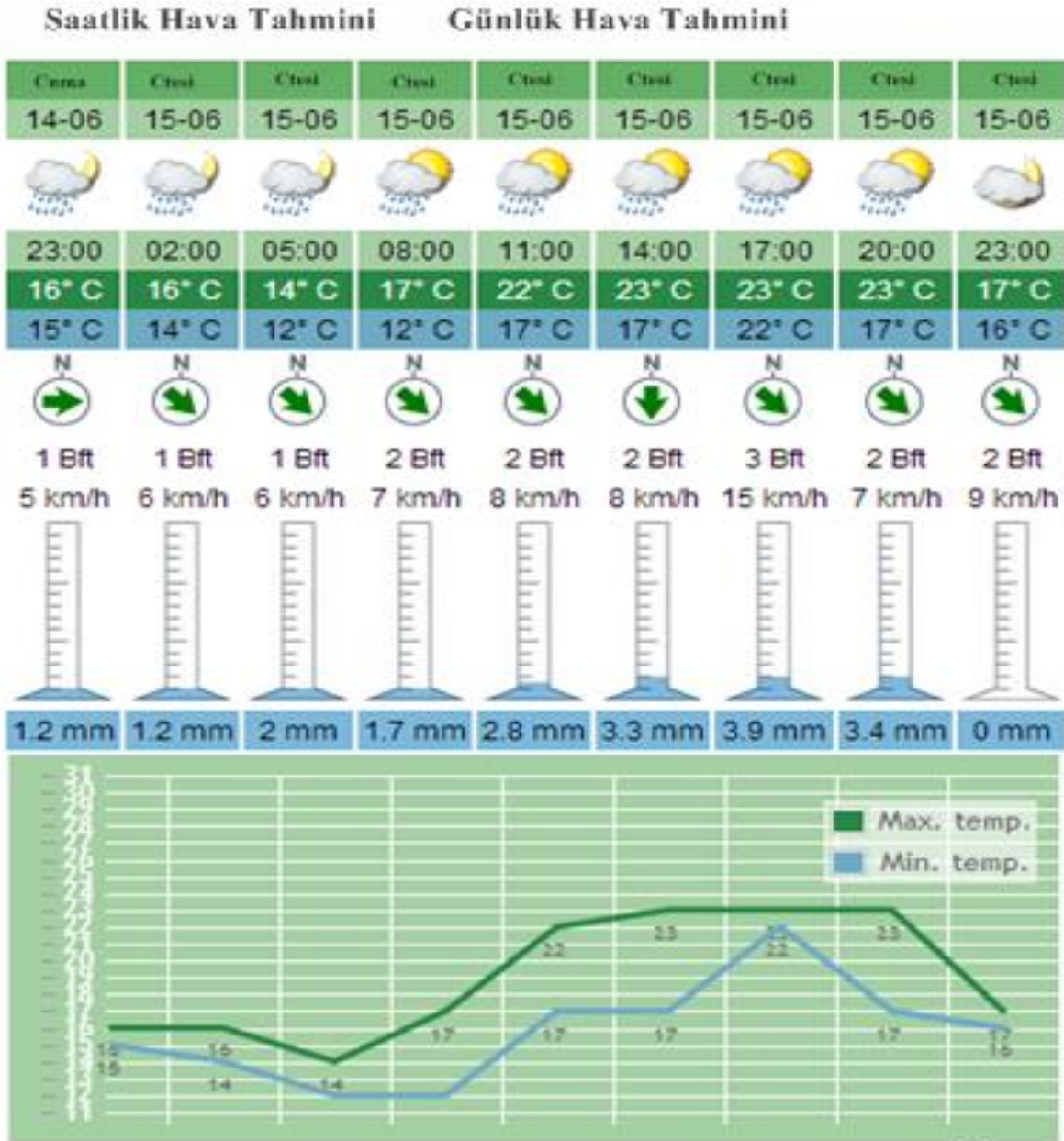
4.1.4 SAT 24 PROGRAMI

Sat24'de, en güncel olan uydu görüntülerine bir örnek verilmiştir. Uydu görüntüleri, meteoroloji uyduları tarafından gönderilmektedir. Bu uydular özellikle dünya üzerindeki hava ve/veya iklim olaylarını kontrol etmek için kullanılır. Uydu, her 15 dakikada yeni görüntüler gönderir ve bu görüntüler, gündüz görünür bant bölgesinden, akşam kızılötesi görüntü şeklinde sat24'de bizlere sunulur.



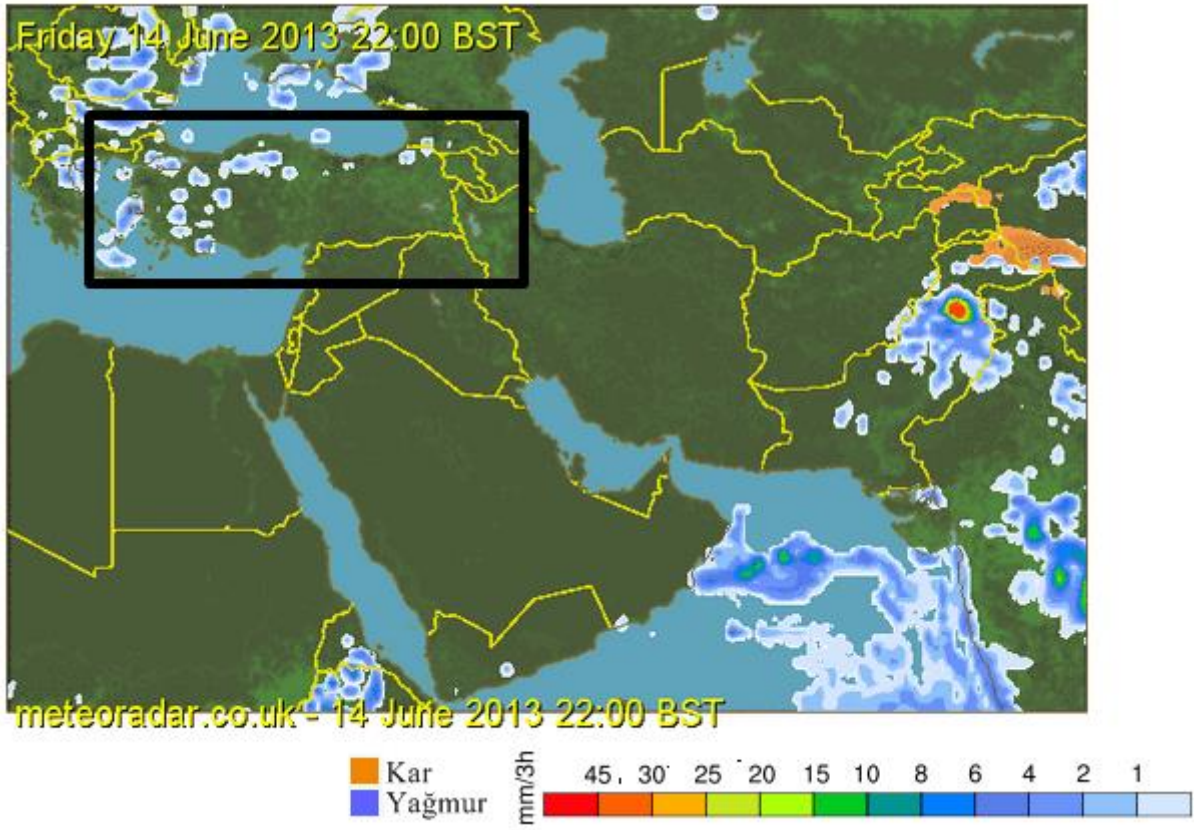
Şekil 4.21: Sat24 Programının Global Ölçekte Uydu Görüntüsü

Sat24 programı, Türkiye'nin genelde batı kesiminin yağış, rüzgar durumu, sıcaklık, yıldırım durumu gibi meteorolojik değerlerini günlük ve saatlik, hem sayısal değerler, hem de uydu görüntüleri rasatları ile sunmaktadır. Örnek olarak; 14 Haziran 2013 gününden itibaren Isparta'nın yağış, sıcaklık, rüzgar hızı ve yönü, yağış miktarı, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri Şekil 4.22'de gösterilmektedir.

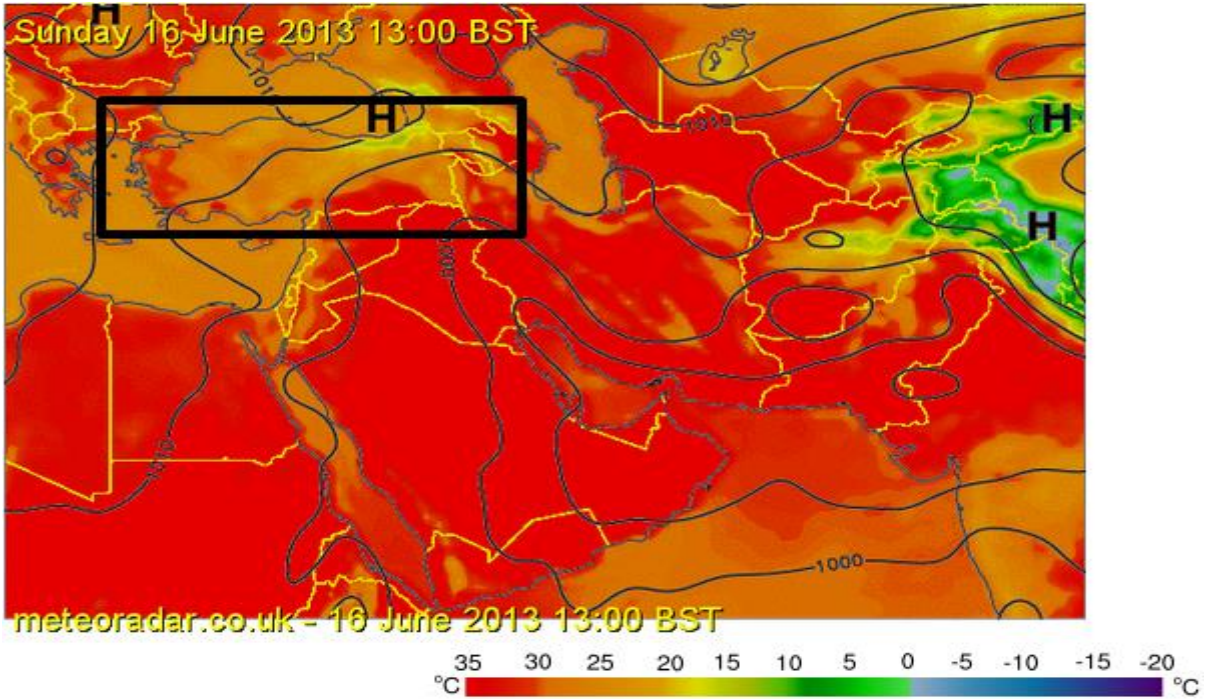


Şekil 4.22: Sat24 Programı'nda Isparta'nın Meteorolojik Rasadı

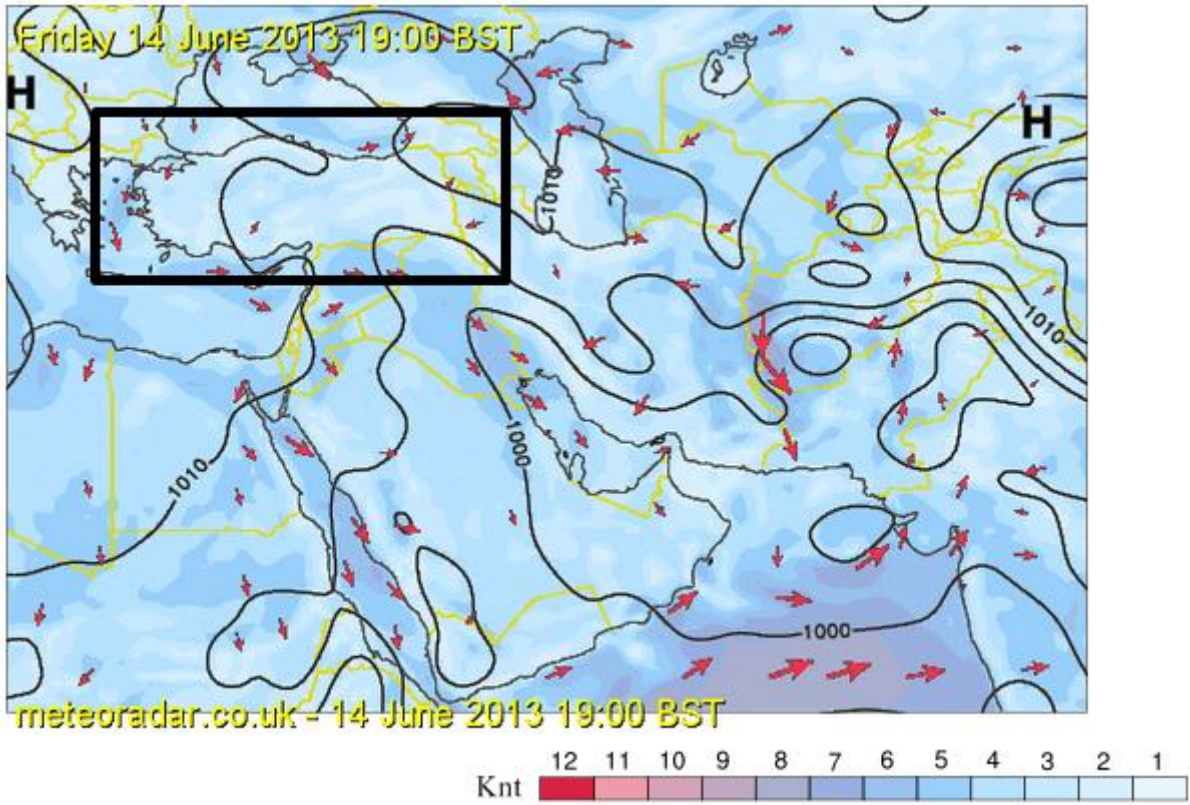
Programda, genel olarak Türkiye'nin kar ve yağmur durumu da alınabilmektedir.



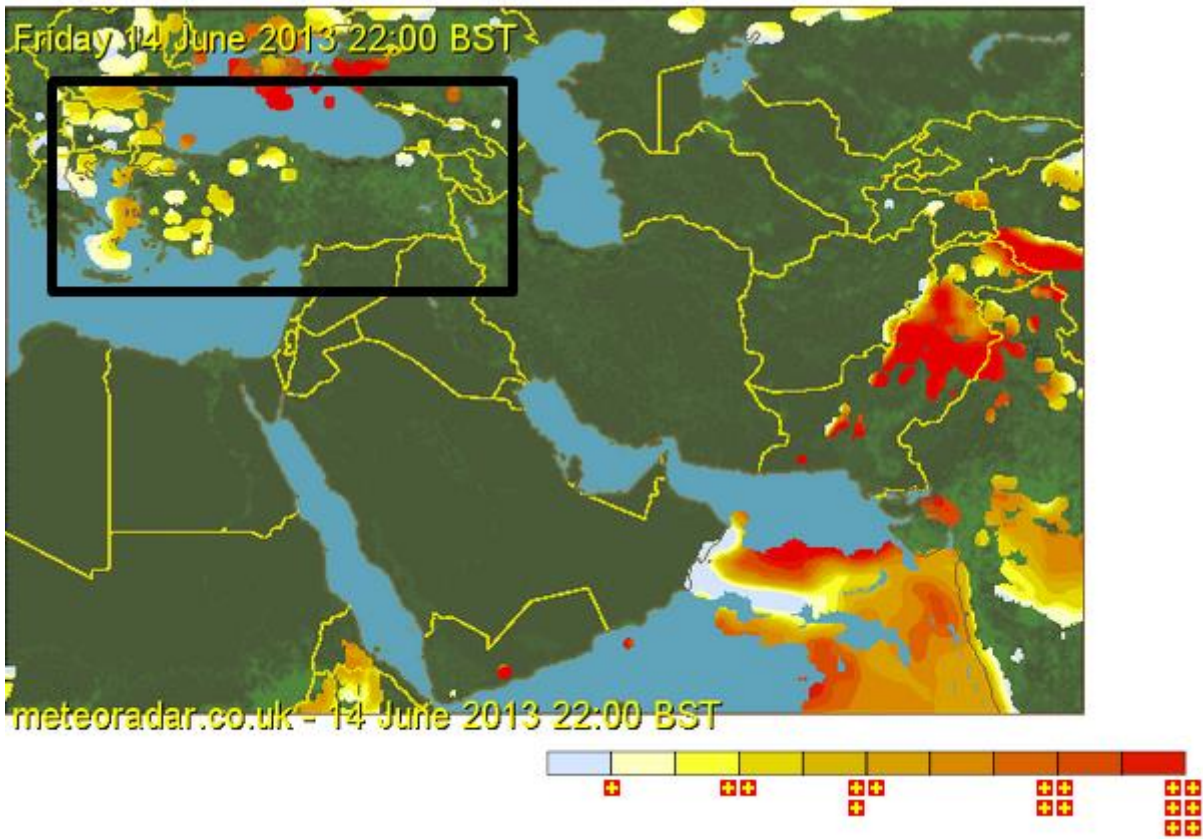
Şekil 4.23: Sat24 Programında Türkiye'nin Kar ve Yağmur Durumu



Şekil 4.24: Sat24 Programında Türkiye'nin Sıcaklık Durumu



Şekil 4.25: Sat24 Programında Türkiye'nin Rüzgar Durumu



Şekil 4.26: Sat24 Programında Türkiye'nin Yıldırım Durumu

4.1.5 SKIRON TAHMİN MERKEZİ

SKIRON Atmosferik Modelleme ve Hava Tahmin Merkezi, Ulusal ve Kapodistrian Atina Üniversitesi'nin Hızlandırma ve Uygulama Merkezi (IASA) Enstitüsü'nün Fizik Bölümü'nün bir parçasıdır. Grubun araştırma faaliyeti atmosfer, hava kirliliği, toz-toprak döngüsü, iklim değişikliği ve dalga modellemesi ve data asimilasyonu, iklim, dalga ve hava kalitesi tahmini, tarım ve rüzgar enerjisi ile ilgili uygulamaları kapsar. Grubun 25 yıllık faaliyetleri sonucunda dünya çapında bir çok yerde çeşitli modellerin ve tahmin sistemlerinin gelişmesine olanak verilmiştir (<http://forecast.uoa.gr/>). Bu modelleme uygulamalarının en önemlileri aşağıdaki gibidir:

4.1.5.1 SKIRON Modelleme Sistemi

Bu modelleme sistemi, Atmosferik Modelleme ve Hava Tahmin Merkezi'nin geliştirdiği, sınırlı alan için kullanılan entegre bir modelleme sistemidir. Dünya çapında yaklaşık 20 araştırma ve meteoroloji servisinde kullanılmaktadır. 7000'den fazla kullanıcısı ile NKUA 'da (<http://forecast.uoa.gr>) operasyonel olarak kullanımdadır. SKIRON sisteminin yeteneklerinden birisi de toz döngüsü simülasyonu yapabilmesidir (alma-taşıma-biriktirme ve radyasyon üzerindeki etkileri). SKIRON, toz yükü ve çökeltme tahminleri ile dünya çapında benzersiz bir modelleme sistemidir.

4.1.5.2 ICLAMS (Entegre Topluluk Sınırlı Alan Sistemi)

Bu sistem hâlâ CIRCE Projesi çerçevesinde yürütülen az gelişmiş bir sistemdir. Bu modellemenin en önemli özellikleri şunlardır:

- 8 boyutlu kutulama ile toz döngüsünün doğrudan gösterimi
- 2 boyutlu kutulama ile deniz tuzu döngüsünün doğrudan gösterimi
- Gaz-faz kimyasının direkt bağlantısı
- Akıcı kimya, parçacık dönüşüm gazları ve heterojen kimyanın direkt bağlantısı
- Hidro-meteorolojinin 8 ayrı kategorisi ile detaylı bulut mikro sahnelerinin izlenmesi,
- Bulut-radyasyon-parçacık etkileşim

4.1.5.3 MERKÜR Modelleme Sistemi

SKIRON ve RAMS modelleme sistemlerinin her ikisi de atmosferdeki cıva döngüsünün simülasyonlarını geliştirmek için kullanılmıştır. Bu gelişmeler ise MAMCS, MERCYMS ve NYSERDA projeleri çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

4.1.5.4 POSEIDON Sistemi

Bu sistem, Yunan Deniz Araştırmaları Merkezi'nde (HCMR) deniz iklimi ve deniz hava durumu tahmininde operasyonel olarak kullanılmaktadır.

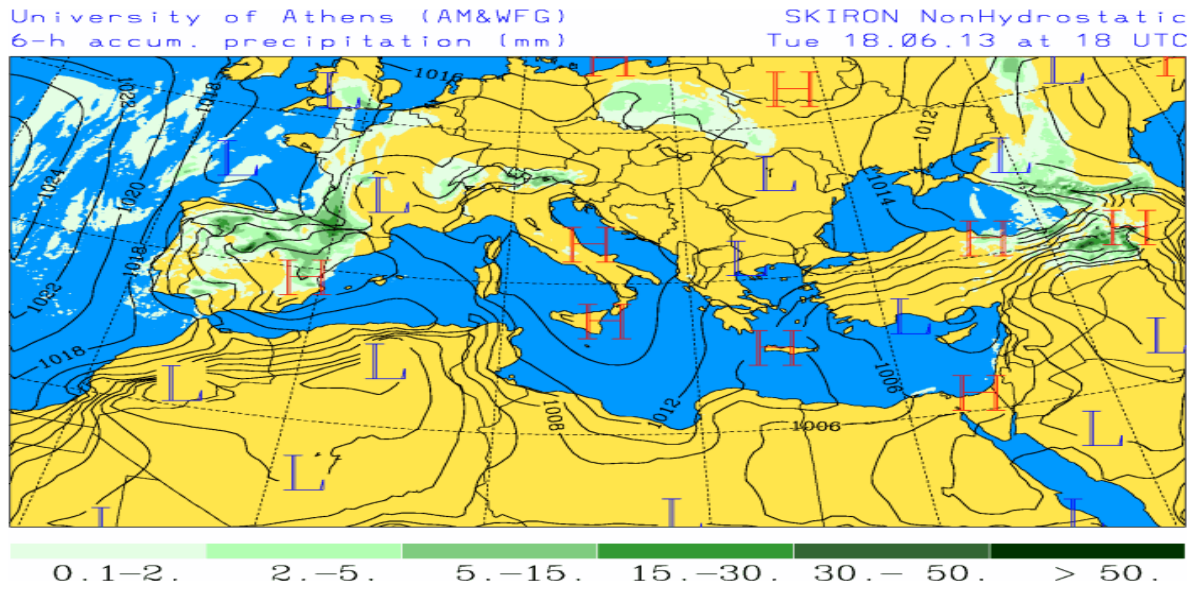
4.1.5.5 NHREAS Tahmin Sistemi

Bu tahmin sistemi, yönlendirme ve gemi güvenliği işleri için, Yunan Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde kullanılan yüksek çözünürlüklü hava ve deniz durumu tahmin sistemidir. sistem dünya çapındaki en iyi rota yönlendirme sistemidir. Temel olarak kullanılan WAM Modeli dağınık bellek programlama ve ekstra özellikleri ile uydu verileri özümleme sistemine sahiptir.

4.1.5.6 Akdeniz Hava Kalitesi Tahmin Sistemi

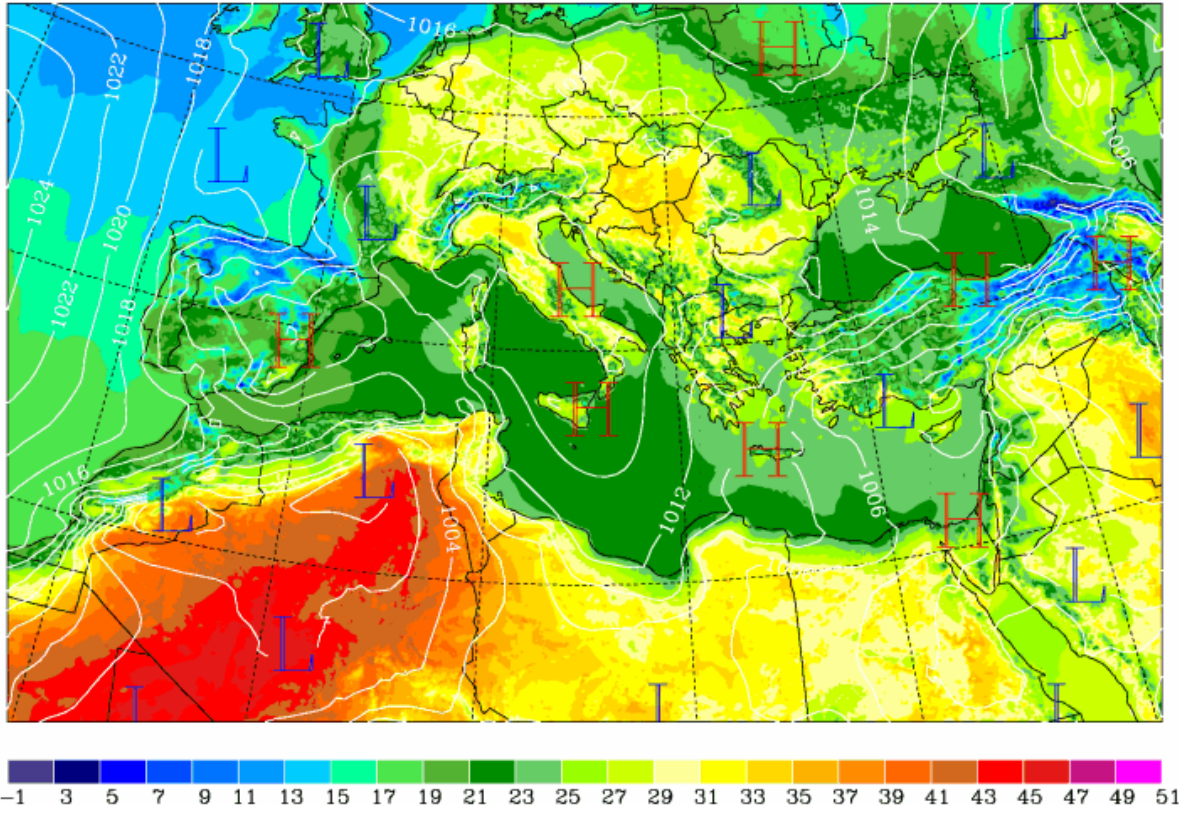
Atmosferik Modelleme ve Hava Tahmin Merkezi, Akdeniz Bölgesi için bu hava tahmin modelleme sistemini gelişmiştir. Bu sistem CAMx, SKIRON ve RAMS Modelleri'ne dayanmaktadır. Bu sisteme benzer diğer bir sistemi ise Kral Fahd Üniversitesi, Arap Yarımadası için geliştirmiştir.

Modelleme Sistemi'nde 6 saatlik aralıklarla, Türkiye üzerinde de rasat alınabilmektedir. Alınabilecek rasat çeşitleri ve şekilleri aşağıdadır:



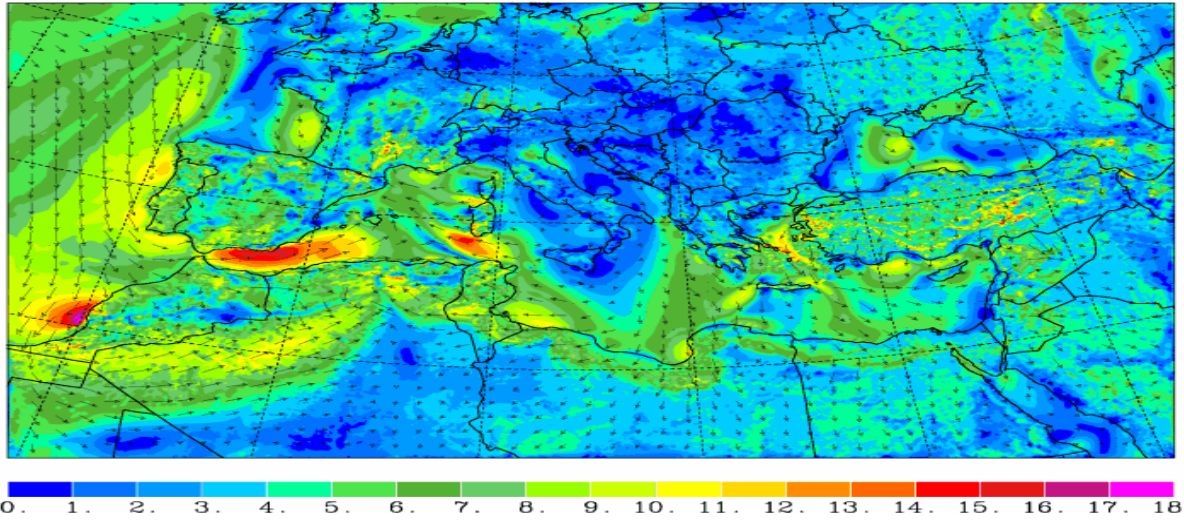
şekil 4.27: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihli Deniz Seviyesinde Basınç ve Yağış Haritası

University of Athens (AM&WFG) SKIRON NonHydrostatic
 Temperature at 2m and Sea Level Pressure Tue 18.06.13 at 18 UTC

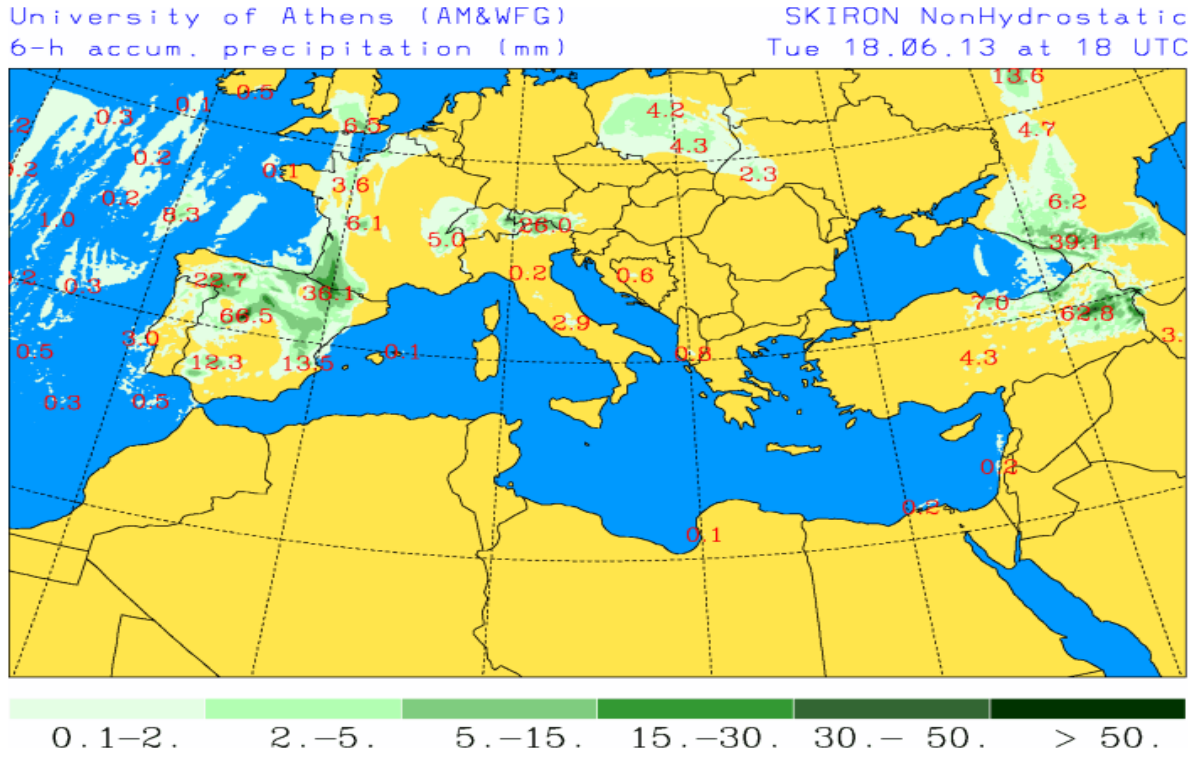


Şekil 4.28: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış 2 Metredeki Sıcaklık ve Deniz Seviyesi'ne İndirgenmiş Basınç Haritası

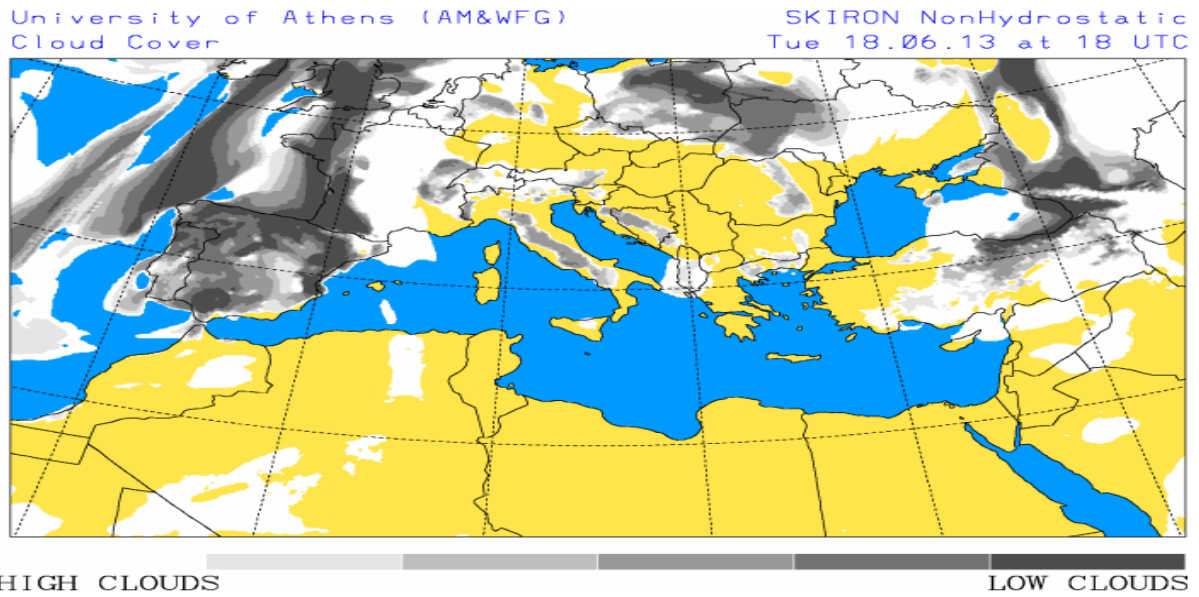
University of Athens (AM&WFG) SKIRON NonHydrostatic
 Winds (m/s) at 10 m Tue 18.06.13 at 18 UTC



Şekil 4.29: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış 10 Metredeki Rüzgar Hızı Haritası

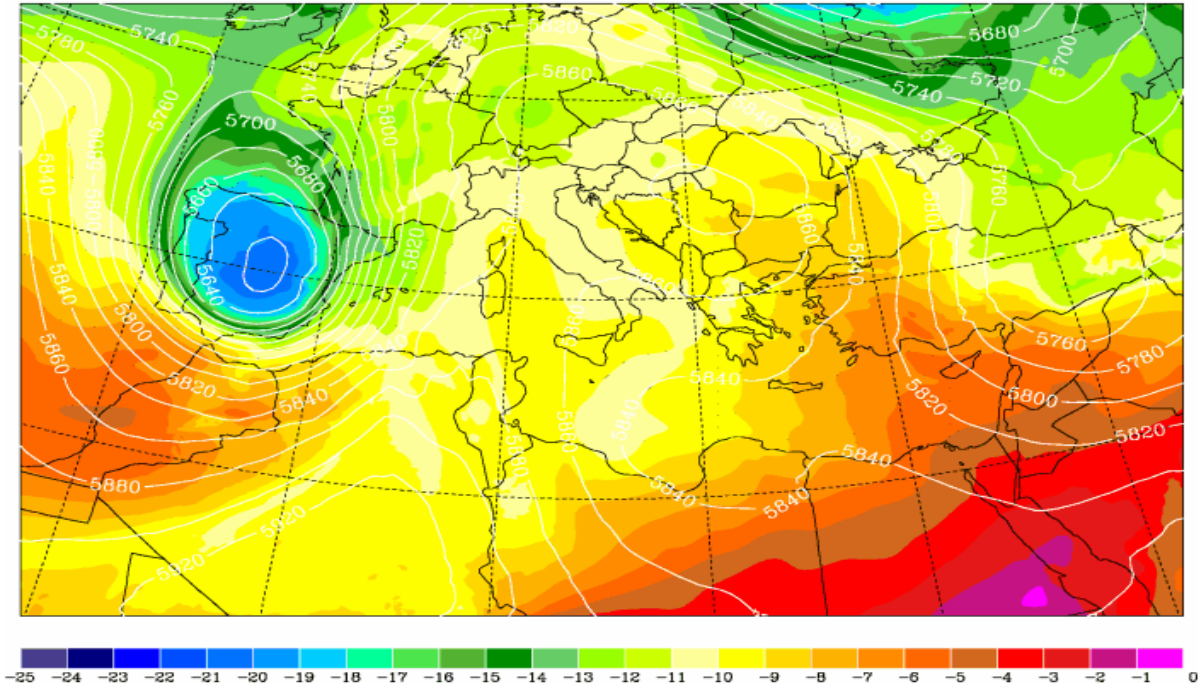


Şekil 4.30: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış Toplam Yağış Haritası



Şekil 4.31: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış Bulut Kapalılığı Haritası

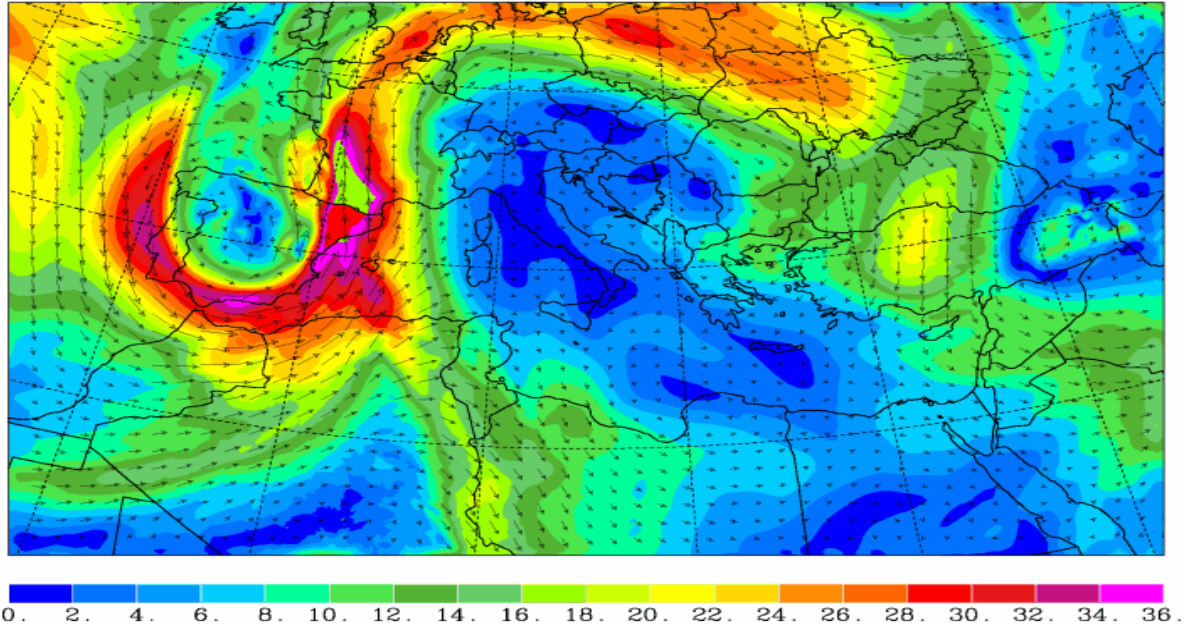
University of Athens (AM&WFG) SKIRON NonHydrostatic
Temperature and Geop. Height at 500 hPa Tue 18.06.13 at 18 UTC



Şekil 4.32: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış 500 hPa Basınç Yükseklikleri ve Sıcaklık Haritası

University of Athens (AM&WFG)
Winds (m/s) at 500 hPa

SKIRON NonHydrostatic
Tue 18.06.13 at 18 UTC

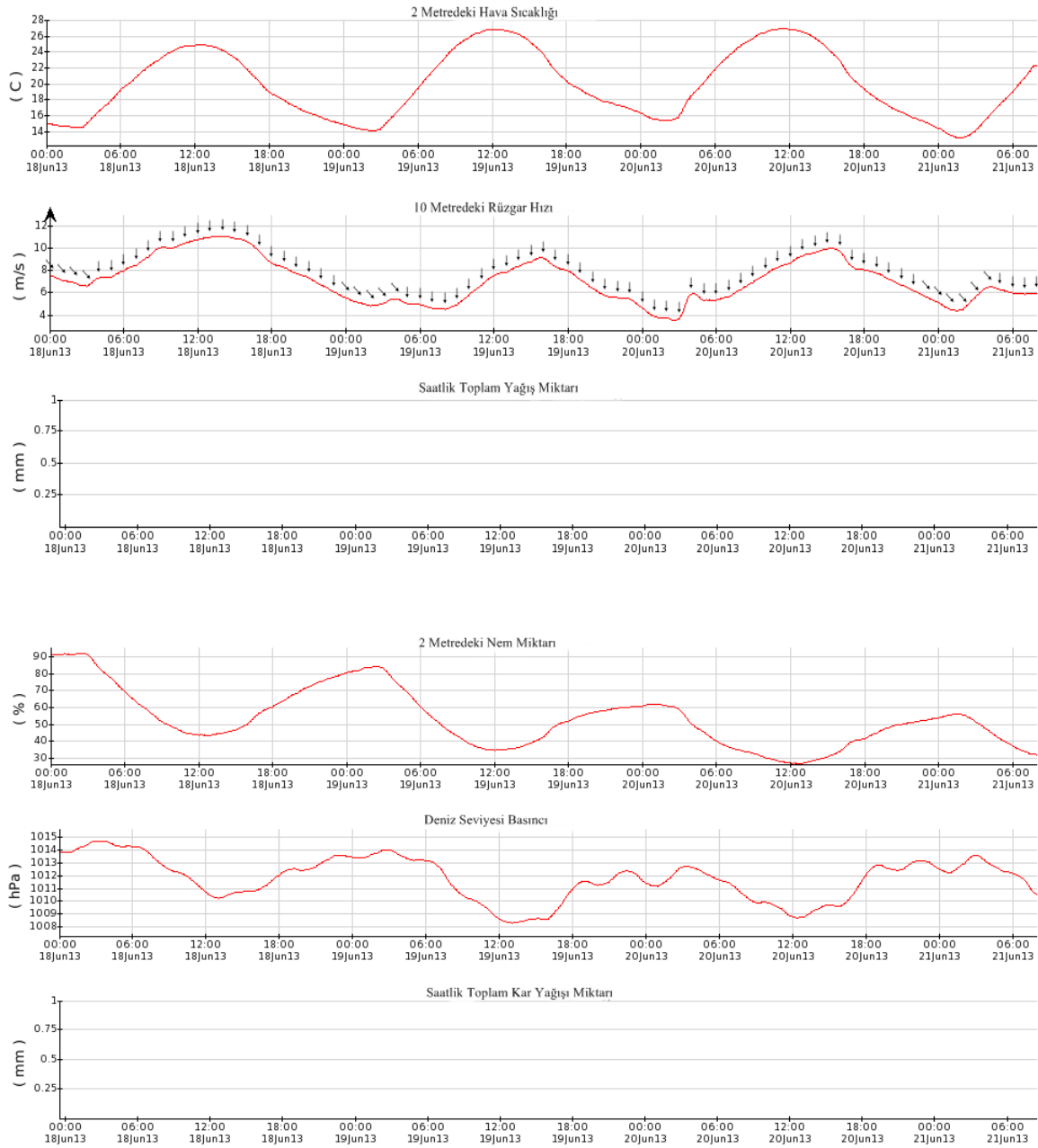


Şekil 4.33: SKIRON'da Türkiye'nin 18 Haziran 2013 Tarihinde Alınmış 500 hPa Rüzgar Hızı Haritası

SKIRON programı aynı zamanda, Dünya üzerinde koordinatları verilmiş bir noktanın 4 günlük 2 metredeki hava sıcaklığını, 10 metredeki rüzgar hızını ve yönünü, saatlik toplam yağış miktarını, 2 metredeki bağıl nem oranını, deniz seviyesine indirgenmiş basıncını ve saatlik toplam kar yağışı miktarını gösteren bir meteogram bilgisi de sağlamaktadır.



Şekil 4.34: Koordinatları verilen İnönü/Eskişehir'in Lokasyonu



Şekil 4.35: Koordinatları verilen İnönü/Eskişehir'in Meteogramı (20.06.2013)

BÖLÜM 5

SONUÇ

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de sportif havacılık hâlâ gelişmekte ve mevcut gelişim meteoroloji alanında da gelişmelerin paylaşımını gerekli kılmaktadır. Günümüz dünyası artık gerek bilgi gerekse teknoloji alanında sürekli bir gelişim ivmesi göstermektedir. Bu gelişim elbette ki Aeronotik Meteoroloji'ye sürekli bir rasat ve bilgi akışı sağlamaktadır. Buna bağlı olarak, sportif havacılıkta ve özellikle planörcülükte hava araçlarının motorsuz olmaları nedeniyle dikkati çeken en önemli meteorolojik veri "Termik Aktivite" olarak kendini göstermektedir. Planör uçuşlarına yönelik olarak yapılan termik konveksiyon çalışmaları ve potansiyel termik alanlarının saptanması için geliştirilen yöntem ve modeller ile ilgili çalışmalar son 20 yılda, havacılığın da giderek önem kazanmasıyla artış göstermiştir.

Ülkeler kullandıkları programlarla gerek kendi ülkeleri içindeki havacılık faaliyetlerine, gerekse dünyadaki bir çok ülkeye gözlem verisi imkanı sağlamaktadır. Gün içerisindeki sıcaklık, yağış, konvektif hareketler, rüzgar yönü ve hızı, bağıl nem, bulutluluk oranı, basınç gibi ve daha bir çok meteorolojik bilgi bu programlardan sağlanmaktadır. Eğitim uçuşu faaliyetlerinde, seyrüsefer denemelerinde, yarışmalara aktivitelerinin günlük meteorolojik bilgilerin sağlanması gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Çalışmada kullanılan programların hepsi gelişmiş programlar olmasına rağmen, Türkiye modellemelerinde normal uçuşlar ve seyrüsefer için en iyi program "XC Skies Programı"dır. XC Skies havacılık meteorolojisi programı, internet üzerinden herhangi bir popüler tarayıcı ile kullanılabilir. Temel yükselen parametreleri görsel katmanlar şeklinde gösteren bir programdır. Modellemelerin hem çıktıları alınabilmekte, hem de en son balon sondaj verileri için interaktif bir Skew-T uygulaması yüklenebilmektedir. Harita üzerindeki herhangi bir noktanın 3 günlük tahminleri alınabilmektedir. Seyrüsefer uçuşları için her 1 km.lik alan için, yer yüzeyinden termiğin üst seviyesine kadar olan tabakanın analizini bu program sağlamaktadır. Böyle bir bilgi mesafe uçuşlarında çok önemlidir. 2012 yılı yaz ayında DMI (Devlet Meteoroloji İşleri)'nin kullanmış olduğu programlar ile çalışma da kullanılan rasatlar karşılaştırılmıştır. Çoğunlukla rasatlar birbirine yakın olmasına rağmen, yurtdışı kaynaklı rasatların bir mikro klima alanı olan İnönü'de tutarlılığı daha fazla oranda gözlenmiştir. Tablo 5.1'de İnönü Havacılık Eğitim Merkezi'nde aynı gün bu çalışmada kullanılan yazılım programları ile yapılan örnek bir rasat karşılaştırılmalı olarak verilmiştir:

Kullanılan Program	Örnek Rasat Tarihi	Sıcaklık (°C)	Basınç (mb)	Hakim Rüzgar Yönü	Rüzgar Şiddeti (knot)
Sounding Map	05.07.2012	32	1011	S	11
Sat 24	05.07.2012	30	1012	SE	11
SKIRON	05.07.2012	30	1010	SE	12
XCSKIES	05.07.2012	33	1008	S	15
DMI	05.07.2012	32	1014	SE	10

Tablo 5.1: Örnek bir tarihte çalışmada kullanılan programların verileri

Yarışma uçuşları veya belirli hedefleri verilen alanlarda uçuş için ise Alman Meteoroloji Dairesi tarafından geliştirilmiş olan Java Top Task programı kullanışlıdır. Java TopTask TOPTHERM hava tahminlerini interaktif harita ve barogram üzerinde görselleştirmektedir. Java TopTask aynı zamanda termiklerde ve yamaçtaki yükselici hava akımlarında gerçekleşen uçuşları planlar ve optimize eder. Programın barogram panelinde ise uçuş süresi içerisinde konvektif yapıdaki düşey hız değişimi, bulut taban ve kapalılıkları, yağış gibi meteorolojik tahminler ve uçuşa ait bilgiler grafiksel olarak yer alır. Programda tamamlanacak görev için seçilen planör sınıfına göre indeks (index) ile değişen engebeler, kanat yükü ve uçuş bölgesi program tarafından ayarlanır. Yani, program bir çok değişkenin birlikte göz önüne alınabildiği kullanışlı bir programdır.

Tüm bunların yanı sıra dikkati çeken dezavantaj ise bu programların ücretli oluşudur. Ülkeler, minimal bilgi düzeyini ya sınırlı kullanım için açmışlardır ya da yazılım paylaşımı için belirli ücretler istemektedir. Sportif havacılıkta gerek eğitim gerekse mesafe uçuşları için önem arz eden meteorolojik parametrelerin gözlemlenmesi amacıyla Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı'nın kriterlerine göre, her havaalanında ulusal veya uluslararası meteorolojik bilgi taleplerini karşılayabilecek en az bir meteoroloji ofisinin bulunması zorunludur. Bu da Türkiye'de sportif havacılık için çok daha profesyonel programlar oluşturmayı zorunlu hale getirmektedir.

KAYNAKÇA

- Açan, H., Özkan E., Demiröz G., ve Ayhan A. 2008: Planör Uçuş Eğitim Kitabı, 199s.
- Aslan, Z., 1987: Termaller ve Cumulus'lerde Meteorolojik Parametrelerin Ölçülmesi, Analizi ve Konvektif Yapının Modellenmesi. Doktora Tezi, Danışmanı: Prof. Dr. Mikdat Kadioğlu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 105s.
- Aslan, Z., 1991: Yelken Uçuşları İçin Meteoroloji OSTIV, THK Basımevi İşletmeciliği WMO-No.495
- Atabay, M., 2013 : Havacılık Sporları ve Meteoroloji, I. Dünya Hava Oyunları.
- Aydınöz, E., 2012: Java Top Task ve Toptherm Programları İle Münih Şehri'nin Konvektif Yapısının Zamanla Değişiminin İncelenmesi, Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Bayhan, E., 2011: Evaluation of Convection Indexes For Glider Flights in Eskişehir. Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 44s.
- Gleim, I.N. ve Gleim, G.W. 2008: Aviation Weather&Weather Services, 5. Baskı, Gleim Press. 554s.
- FAA, Glider Flying Handbook, 2003
- Java TopTask Dökümeni, 2010
- McCool, K.B., 1992: Aviation Meteorology Unscrambled: For VFR and IFR Operations/Certificates and Ratings, 5. Baskı, USA
- Mutlu,F., 2013: Havacılık Meteorolojisi, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı.
- OSTIV, 2009, Weather Forecasting for Soaring Flight, WMO-No 1038.
- Özdirim, M., 1989: Hava Ulaşımında Motorsuz Uçuş: Planörcülük, THK Basımevi, Ankara, 286s.
- Stull, R.B. 1988: An Introduction to Boundary Layer Meteorology, Kluwe Academic Press. Netherlands, 664s.
- Şen, E., 1996: Termik Konveksiyon Öngörüsü. Yüksek Lisans Tezi, Danışmanı: Prof. Dr. Zafer ASLAN, İstanbul Teknik Üniversitesi, 69s.
- Tokgözlü, A., 1989: Dağ Dalgaları. Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 50s.
- Türksoy, F., 1993: Konvektif Sınır Tabakanın Kuramsal ve Deneysel İncelenmesi. Danışmanı: Prof. Dr. Zafer ASLAN. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 63s.

İNTERNET KAYNAKLARI

http://www.faa.gov/library/manuals/aircraft/glider_handbook/media/faa-h-8083-13.pdf, 2011

<http://www.dmi.gov.tr/site/bilgi-edinme.aspx?r=d>, 2011

www.flugwetter.de, 2012

<http://www.meted.ucar.edu/mesoprim/skewt/>, 2011

<http://weather.uwyo.edu/surface/meteogram/>, 2012

<http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html>, 2012

<http://weather.uwyo.edu/upperair/mideast.html>, 2013

<http://www.xcskies.com/>, 2013

<http://www.sat24.com/tr/>, 2013

<http://forecast.uoa.gr/>, 2013

http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Luftfahrt/Downloads/Software/jtt/jtt__F,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/jtt_F.pdf, 2011

<http://www.iata.org/pressroom/pr/pages/2012-12-06-01.aspx>

<http://www.icao.int/safety/TrainairPlus/Pages/Current-Members.aspx>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Kamile UYSAL
Doğum Yeri : Antalya
Doğum Tarihi : 14/09/1989
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dil : İngilizce, İtalyanca

Eğitim Durumu

Lise : 2003 - 2006 Antalya Çağlayan Lisesi
Lisans : 2006 - 2010 Afyon Kocatepe Üniversitesi, Coğrafya Bölümü
Yüksek Lisans : 2011 - 2013 Süleyman Demirel Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Ana Bilim Dalı