

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MARMARA BÖLGESİ İÇİN HAVACILIK AMAÇLI GÖZLEM RASATLARI
İLE ALETLİ GÖZLEM RASATLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN YILDIRIM VE
ŞİMŞEK HADİSELERİ İÇİN ORTAYA KONULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Veli YAVUZ

Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Atmosfer Bilimleri Programı

HAZİRAN 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MARMARA BÖLGESİ İÇİN HAVACILIK AMAÇLI GÖZLEM RASATLARI
İLE ALETLİ GÖZLEM RASATLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN YILDIRIM VE
ŞİMŞEK HADİSELERİ İÇİN ORTAYA KONULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Veli YAVUZ
(511141014)**

Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Atmosfer Bilimleri Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ali DENİZ

HAZİRAN 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 511141014 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Veli YAVUZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “MARMARA BÖLGESİ İÇİN HAVACILIK AMAÇLI GÖZLEM RASATLARI İLE ALETLİ GÖZLEM RASATLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN YILDIRIM VE ŞİMŞEK HADİSELERİ İÇİN ORTAYA KONULMASI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Ali DENİZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Haldun KARAN**
TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi

Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZTOPAL
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **02 Mayıs 2016**
Savunma Tarihi : **10 Haziran 2016**





Aileme,



ÖNSÖZ

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Ali DENİZ'e, tezimin gerçekleşmesinde büyük katkılarından dolayı sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZTOPAL'a, tezim ve daha öncesinde yaptığımız çalışmalarda bana destek olan Emrah Tuncay ÖZDEMİR'e, Caner TEMİZ, Pelin Cansu ÇAVUŞ, Cem ÖZEN ve isimlerini sayamadığım tüm kıymetli arkadaşlarıma ve hayatımın her aşamasında bana moral ve motivasyon veren aileme yardımları için teşekkür ederim.

Haziran 2016

Veli Yavuz
Meteoroloji Mühendisi



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ	xv
ŞEKİL LİSTESİ	xvii
ÖZET	xxi
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	5
1.2 Literatür Araştırması	6
1.3 Hipotez	11
2. YILDIRIM VE ŞİMŞEK	13
2.1 Yıldırım ve Şimşek Oluşum Mekanizmaları	14
2.2 Yıldırım ve Şimşek Hadiselerinin Meteorolojik Açıdan İncelenmesi	16
2.3 Yıldırım ve Şimşek Çeşitleri	21
3. VERİ VE YÖNTEM	23
3.1 Çalışma Alanı ve Veri	23
3.2 METAR ve SPECI Raporları	26
3.3 Yıldırım-Şimşek Çakma Verileri	28
3.4 Threat Score İndeks ve Equitable Threat Score	29
3.4.1 Threat score indeksi (Critical success indeks – TS, CSI)	29
3.4.2 Equitable threat score	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1 METAR ve SPECI Verilerinin Analizi	31
4.1.1 İstasyonların tekil analiz sonuçları	32
4.1.2 İstasyonların toplu analiz sonuçları	48
4.2 UK Met Office ATDnet Verilerinin Analizi	53
4.2.1 İstasyonların toplu analiz sonuçları	70
4.3 METAR ve ATDnet Verilerinin Karşılaştırılması	75
4.4 Yıldırım Gözlemlerinin Denize Olan Mesafe İle İlişkisi	88
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	91
KAYNAKLAR	99
EKLER	103
ÖZGEÇMİŞ	109

KISALTMALAR

ASN	: Aviation Safety Network (Havacılık Güvenlik Ağı)
ATDnet	: Arrival Time Differencing Network (Varış Zaman Farkı Ağı)
CB	: Cumulonimbus Cloud (Kümülonimbüs Bulutu)
CSI	: Critical Score Index
DHMI	: Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü
ESWD	: European Severe Weather Database (Avrupa Şiddetli Hava Veritabanı)
ETS	: Equitable Threat Score
EUCLID	: European Cooperation for Lightning Detection (Yıldırım Tespiti İçin Avrupa İşbirliği)
Eurocontrol	: The European Organisation for the Safety of Air Navigation (Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı)
IATA	: International Air Transport Association (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği)
ICAO	: International Civil Aviation Organisation (Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı)
LIS	: Lightning Imaging Sensor (Yıldırım-Şimşek Görüntüleme Sensörü)
METAR	: Aviation Routine Weather Report (Havacılık Amaçlı Rutin Hava Raporu)
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
SHGM	: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
SIGMET	: Significant Meteorological Information Report (Önemli Meteoroloji Bilgilendirme Raporu)
SPECI	: Aviation Special Weather Report (Havacılık Amaçlı Seçilmiş Özel Hava Raporu)
TAF	: Terminal Aerodrome Forecast (Meydan Tahmini)
TS	: Thunderstorm, Threat Score (Oraj)
UKMetOffice	: United Kingdom Meteorological Service (Birleşik Krallık Meteoroloji Servisi)
WWLLN	: World Wide Lightning Location Network (Dünya Geneli Yıldırım-Şimşek Konum Ağı)



SEMBOLLER

kn	: Knot
s	: Saat
sn	: Saniye
ρ	: Yoğunluk
C	: Celsius
K	: Kelvin
UTC	: Coordinated Universal Time (Eş Gündümlü Evrensel Zaman)





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan havalimanlarına ait bilgiler.....	25
Çizelge 3.2 : 2*2 Olasılık Tablosu (Contingency table).....	29
Çizelge 4.1 : Metar-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBA.....	76
Çizelge 4.2 : Metar-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBA... ..	76
Çizelge 4.3 : Metar-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBA. ..	76
Çizelge 4.4 : Metar-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTFJ.....	77
Çizelge 4.5 : Metar-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTFJ.....	77
Çizelge 4.6 : Metar-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTFJ.	77
Çizelge 4.7 : Metar-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBR.	78
Çizelge 4.8 : Metar-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBR. ...	78
Çizelge 4.9 : Metar-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBR....	78
Çizelge 4.10 : Metar-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBU.....	79
Çizelge 4.11 : Metar-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBU..	79
Çizelge 4.12 : Metar-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBU. .	79
Çizelge 4.13 : Metar-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBF.	80
Çizelge 4.14 : Metar-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBF. .	80
Çizelge 4.15 : Metar-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBF..	80
Çizelge 4.16 : Metar-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBQ.....	81
Çizelge 4.17 : Metar-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBQ..	81
Çizelge 4.18 : Metar-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBQ. .	81
Çizelge 4.19 : Metar-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBG.....	82
Çizelge 4.20 : Metar-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBG..	82
Çizelge 4.21 : Metar-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBG. .	82
Çizelge 4.22 : Metar-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBX.....	83
Çizelge 4.23 : Metar-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBX..	83
Çizelge 4.24 : Metar-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBX. .	83
Çizelge 4.25 : Metar-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTFD.	84
Çizelge 4.26 : Metar-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTFD. .	84
Çizelge 4.27 : Metar-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTFD..	84
Çizelge 4.28 : Metar-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBP.	85
Çizelge 4.29 : Metar-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBP. .	85
Çizelge 4.30 : Metar-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBP..	85
Çizelge 4.31 : Metar-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBH.....	86
Çizelge 4.32 : Metar-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBH..	86
Çizelge 4.33 : Metar-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBH. .	86
Çizelge 4.34 : Metar-ATDnet verilerinin tüm istasyonlar için karşılaştırması	87
Çizelge 4.35 : Denize uzaklıklarına göre istasyonlar için yıldırım gözlem analizi ...	89



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Yıldırım-şimşek hadisesinin gerçekleşme şekilleri.....	15
Şekil 2.2 : Yıldırım hadisesinin gerçekleşme süreci.....	16
Şekil 2.3 : Adyabatik olmayan ısınma ve soğuma süreci.	18
Şekil 2.4 : Kümülüs bulutunun gelişme evresi	19
Şekil 2.5 : Kümülüs bulutunun kümülönimbüs bulutuna evrimi.....	20
Şekil 2.6 : Kümülönimbüs bulutunun dağılma evresi.	20
Şekil 3.1 : Çalışmada kullanılan raporların yayınlandığı havalimanları	23
Şekil 4.1 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	32
Şekil 4.2 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları...	32
Şekil 4.3 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	33
Şekil 4.4 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları	33
Şekil 4.5 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	33
Şekil 4.6 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları...	34
Şekil 4.7 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	34
Şekil 4.8 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları	34
Şekil 4.9 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	35
Şekil 4.10 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.	35
Şekil 4.11 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	36
Şekil 4.12 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları	36
Şekil 4.13 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	36
Şekil 4.14 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.	37
Şekil 4.15 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	37
Şekil 4.16 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları	37
Şekil 4.17 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	38
Şekil 4.18 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.	38
Şekil 4.19 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	39
Şekil 4.20 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları	39
Şekil 4.21 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	39
Şekil 4.22 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.	40
Şekil 4.23 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	40
Şekil 4.24 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları	40
Şekil 4.25 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	41
Şekil 4.26 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.	41
Şekil 4.27 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	42

Şekil 4.28 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları.....	42
Şekil 4.29 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	42
Şekil 4.40 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları .	43
Şekil 4.31 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	43
Şekil 4.32 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları.....	43
Şekil 4.33 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	44
Şekil 4.34 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları .	44
Şekil 4.35 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	45
Şekil 4.36 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları.....	45
Şekil 4.37 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	45
Şekil 4.38 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları .	46
Şekil 4.39 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	46
Şekil 4.40 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları.....	46
Şekil 4.41 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	47
Şekil 4.42 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları .	47
Şekil 4.43 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	48
Şekil 4.44 : Oraj-yıldırım hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları	48
Şekil 4.45 : Ortalama saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.....	49
Şekil 4.46 : Ortalama yıllık saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	49
Şekil 4.47 : Toplam yıllık saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.....	50
Şekil 4.48 : Ortalama aylık saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.....	51
Şekil 4.49 : Toplam aylık saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	51
Şekil 4.50 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları	52
Şekil 4.51 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait ortalama saatlik gözlem sayıları.....	52
Şekil 4.52 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBA	54
Şekil 4.53 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBA.....	54
Şekil 4.54 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBA.....	55
Şekil 4.55 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFJ	55
Şekil 4.56 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFJ.....	56
Şekil 4.57 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFJ	56
Şekil 4.58 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBR.....	57
Şekil 4.59 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBR.....	57
Şekil 4.60 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBR.....	58
Şekil 4.61 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBU	58
Şekil 4.62 : Aylık-saatlik toplam-şimşek yıldırım sayısı karşılaştırması, LTBU.....	59
Şekil 4.63 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBU.....	59
Şekil 4.64 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBF	60
Şekil 4.65 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBF.....	60
Şekil 4.66 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBF	61
Şekil 4.67 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBQ	61
Şekil 4.68 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBQ.....	62
Şekil 4.69 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBQ.....	62
Şekil 4.70 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBG	63
Şekil 4.71 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBG.....	63

Şekil 4.72 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBG.....	64
Şekil 4.73 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBX	64
Şekil 4.74 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBX.....	65
Şekil 4.75 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBX.....	65
Şekil 4.76 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFD.....	66
Şekil 4.77 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFD	66
Şekil 4.78 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFD	67
Şekil 4.79 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBP	67
Şekil 4.80 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBP	68
Şekil 4.81 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBP	68
Şekil 4.82 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBH	69
Şekil 4.83 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBH.....	69
Şekil 4.84 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBH.....	70
Şekil 4.85 : Ortalama saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.....	70
Şekil 4.86 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	71
Şekil 4.87 : 12.5 km dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.....	70
Şekil 4.88 : 25 km dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	71
Şekil 4.89 : Ortalama saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.....	72
Şekil 4.90 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	72
Şekil 4.91 : 12.5 km dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.....	73
Şekil 4.92 : 25 km dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	73
Şekil 4.93 : Ortalama saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.....	74
Şekil 4.94 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	74
Şekil 4.95 : 12.5 km dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları.....	74
Şekil 4.96 : 25 km dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları	75



MARMARA BÖLGESİ İÇİN HAVACILIK AMAÇLI GÖZLEM RASATLARI İLE ALETLİ GÖZLEM RASATLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN YILDIRIM VE ŞİMŞEK HADİSELERİ İÇİN ORTAYA KONULMASI

ÖZET

20. Yüzyılın başlarından itibaren, teknoloji ve sanayinin gelişimine paralel olarak, havacılık o günkü şartlar gereğince zorunlu bir ihtiyaç halini almıştır. Bu Yüzyılın son çeyreği ve özellikle 21. Yüzyılın başlarından itibaren, birçok insan tarafından tercih edilen ulaşım türü olarak ön plana çıkmıştır. Önceki dönemlerde özellikle askeri amaçlar doğrultusunda savunma, keşif ve saldırı amacıyla dizayn edilen uçak türlerinin ardından, daha sonra sivil havayolu taşımacılığı modern dünyada daha ön planda yer almakta ve birçok kitleden insan bu ulaşım türünü kullanabilmektedir. Sivil havacılığın yaygınlaşmaya başlamadan önceki ilk zamanlarında pahalı bir ulaşım türü olan havayolu ulaşımı özellikle uçak sayıları ve buna bağlı şirket sayılarının da artmasına paralel olarak artık diğer ulaşım türleri ile neredeyse aynı fiyatta ulaşım yapma imkânı sağlamaktadır. Sivil havacılıktaki bu gelişmelere ve her yıl daha da artan yolcu sayısı ve operasyon sayısına bağlı olarak, birçok olumsuzluk da görülmeye başlamıştır. Her ne kadar havayolu ulaşımı en hızlı ve en güvenilir ulaşım türlerinin başında yer alsada da, birçok sebepten ötürü çoğu ulaşım türünde görülen olumsuzluklar havayolu ulaşımında da görülmektedir.

Havayolu ulaşımında görülen çeşitli aksama ve kazalara kısacası kaza-kırım olaylarına neden olan hadiseler çok çeşitli olabilmektedir. Özellikle teknik, pilotaj, yangın, güvenlik ve en önemlisi hava koşullarından kaynaklı bazı sorunlar sektörde hem çok büyük maddi kayıplara hem de kaza gibi daha kötü hadiselerle neden olabilmektedir. Bu konularla ilgili olarak yapılan çalışmalar da özellikle hava taşımacılığında aksamalara ve kazalara neden olan durumlar birçok bilim adamı ve sektörde yer alan insanlar tarafından yıllardan beri analiz edilmektedir. Disiplinler arası çalışma gerektiren havacılık ile ilgili yapılan çalışmalarda ortaya konulan sonuç ve öneriler günümüzde birçok alanda teknolojinin de etkisiyle bu olumsuzlukları minimuma indirmede yardımcı olmaktadır. Ayrıca bu bağlamda dünya üzerindeki tüm havacılık faaliyetlerinin tek bir ağ üzerinde toplandığı bir sistem de, meydana gelen kaza-kırım olayları rapor edilerek bu olaylar ile ilgili olarak diğer işletmelerin de birbirlerinden haberdar olmaları sağlanmaktadır.

Hiç şüphesiz ki hava koşullarının havayolu ulaşımında görülen bu olumsuz durumlara etkisi oldukça büyüktür. Bu hususta bu çalışmada en önemli ekstrem hava hadiselerinden olan yıldırım ve şimşek olaylarının Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan havalimanları üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Çalışmada ilk olarak yapılan analizlerde 11 adet havalimanına ait (4 Uluslararası, 7 Ulusal-Askeri Havalimanı) METAR ve SPECI raporları 01/01/2001-31/12/2015 yıllarını kapsayan 15 yıllık periyot dahilinde incelenerek saatlik, aylık ve yıllık bazda çeşitli istatistiki analizler yapılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında Öztopal'ın Türkiye üzerindeki yıldırım ve şimşek (lightning) klimatolojisinin belirlenmesi üzerine yaptığı

çalışmadan temin edilen 01/01/2008-31/12/2014 yıllarını kapsayan 7 yıllık ATDnet yıldırım-şimşek çakma verilerinin de aynı şekilde istatistiki analizleri yapılmıştır.

Çalışmanın asıl amacı insan gözlemine dayalı havalimanında yayınlanan havacılık amaçlı gözlem rasatları ile aletli gözlem rasatları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak olduğu için öncelikle veriler kendi içlerinde analiz edildikten sonra birbirleri ile ilişkilerini ortaya koymak için de çeşitli istatistiki analizlere ve karşılaştırma yöntemlerine tabi tutulmuştur. Öncelikli olarak dünya literatüründe yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkan insan gözlemlerinde yıldırım ve şimşek için algılabilecek en uzak mesafeye ait eşik değer doğrultusunda tüm analizler 2 farklı eşik değeri belirlenerek bunlara göre yapılmıştır. Seçilen 2 eşik değeri için METAR-SPECI verileri ile aletli ölçümler vasıtasıyla elde edilen veriler karşılaştırılarak aralarındaki ilişki yine ender görülen meteorolojik hadiseler için kullanılan 2 yöntem vasıtasıyla ortaya konulmuştur.

Bu analizlerin haricinde birbirlerine yakın olan istasyonlar arasında çeşitli korelasyonlar yapılarak yıldırım-şimşek hadisesinin görülme mesafeleri ile ilgili olarak ayrıca bir sonuç da ortaya konmuştur. Diğer yandan çalışmada belirlenen hipotez doğrultusunda denize yakın bölgelerde görülen yıldırım-şimşek olayları ile iç kesimlerde görülen yıldırım-şimşek olayları arasındaki ilişkiyi ortaya çıkartılmıştır. Dünya literatüründe yer alan bilgiler doğrultusunda denize yakın havalimanlarında görülen yıldırım-şimşek sayılarının diğer iç kesimlerdeki havalimanlarına göre 10 kat civarında daha fazla görülmesi beklenmektedir.

Çalışmada ayrıca yıldırım-şimşek olayının meydana geldiği durumlarda yıldırım-şimşek çakma sayılarının ne kadar olduğunun da analizi yapılmıştır. Böylece meydana gelen yıldırım-şimşek hadiselerinin hangi zamanlarda daha yoğun ve güçlü olduğunun tespiti yapılmıştır.

Diğer bir analiz türünde ise METAR ve SPECI raporları kullanılarak yıldırım ve şimşek olaylarının gözlemlendiği her durumda görülen oraj (TS Kodu) hadiselerinin analizi yapıldıktan sonra bu hadiselerin tek başına mı yoksa herhangi bir yağış türü ile birlikte mi meydana geldiği yine tüm havalimanları için ayrı ayrı analiz edilmiştir. Yine bu doğrultuda tüm havalimanları için oraj hadisesinin görüldüğü durumlarda ortalama çevre sıcaklığının ve en sık görülen çevre sıcaklığının da analizi yapılmıştır. Diğer yandan birbirlerinden belirli bir mesafe uzaklıkta bulunan ve birçok açıdan değişik bir coğrafya üzerinde yer alan 11 havalimanı için coğrafi olarak ne kadar yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği ortaya çıkartılarak, ilerleyen dönemlerde yapılacak olan çalışmalara temel oluşturulması sağlanmıştır.

Çalışmada elde edilen analiz sonuçlarına göre aletli gözlemlere dayalı yıldırım-şimşek hadisesi tespiti ile insan gözlemine dayalı yıldırım-şimşek hadisesi tespiti arasında çok iyi bir uyum bulunamamıştır. Ayrıca bu durum havalimanları bazında çok büyük farklılıklar da göstermektedir. Diğer yandan aletli gözlemlerde 12.5 km yarı çapı dahilinde görülen yıldırım-şimşek sayıları ile METAR verileri arasında genel ortalama 25 km yarı çapı dahilinde görülen yıldırım-şimşek sayıları ile METAR verileri arasındakinden daha iyi bir uyum bulunmaktadır. Yıldırım ve şimşegin en çok meydana geldiği sıcaklık 21°C olurken, -5°C ile 35°C sıcaklıkları arasında yıldırım ve şimşek hadiseleri gözlenmiştir. En düşük yıldırım-şimşek sayıları bu iki uç değerde görülmektedir. Diğer bir analizde yıldırım-şimşek hadiselerinin mevcudiyetinde gözlenen orajlar genellikle büyük oranda yağmurla birlikte veya tek başına meydana gelmiştir.

Hipotez doğrultusunda denize uzaklıklarına göre havalimanlarında meydana gelen yıldırım-şimşek sayıları incelendiğinde, hipotezdeki gibi denize yakın alanlarda daha fazla yıldırım-şimşek sayısının olduğu seçilen havalimanları ve periyot için tam olarak tespit edilememiştir. Bunun aksi de doğru değildir. Genel olarak bakıldığında özellikle operasyon sayısının yüksek olduğu uluslararası havalimanları için yıldırım-şimşek hadiselerinin tespitinde aletli gözlemlere geçiş, orta ve uzun vadede kazanç olarak geri dönecektir.





INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN AVIATION REPORTS AND INSTRUMENTAL OBSERVATIONS FOR LIGHTNING INCIDENT IN MARMARA REGION

SUMMARY

Since the beginning of the 20th Century, in parallel with the development of technology and industry, aviation has become a mandatory requirement that state in accordance with these day's requirements. The last quarter of 20th Century and especially in the beginning of the 21st Century, it come to the fore as the preffered modes of transport by a lot of people. Firstly, aviation is the particular needs of military objectives in terms of defense, scout and attack in the previous period, then civil air transport located in the forefront of the modern world and people from many mass can use this mode of transportation mostly. Before starting to spread civil aviation, aviation was expensive modes of transportation, then in parallel with the increasing number of the aircraft number and the associated number of air transportation companies, now it offers the possibility to transport almost the same price with other types of transportation. Parallel to these developments in civil aviation, depending on the number of operations and an increasing number of passengers every year, many adversities has begun to be seen in this sector. Although air transport is the fastest and also taking part in one of the most reliable types of transport, many negativities seen in most types of transportation for many reasons are also reflected in air transport.

The events that cause various disruptions and accidents in the airline can have a wide variety. In particular, some of the air transport problems originated from technical, pilotage, fire, security and weather conditions can cause huge financial losses and may lead to worse incidents such as accidents. The studies regarding this subject, in particular the cases causing disruptions and accidents in air transport are analyzed for years by many scientists and people involved in the sector. The conclusions and recommendations put forward in this studies related to aviation that require interdisciplinary studies, in this respect, with the impact of developing technologies helps in minimizing these problems. There is also a system that collected on a single network for all aviations activities such as incidents and accidents in the world in this regard, all activites have reported in this network and it can helps to aviations companies to be aware of each other.

There is no doubt that weather conditions adverse effects in the airline transportation is quite large. In this regard, this study examined the impact of the one of the most important extreme weather events which is called lightning over many airports which are located in Marmara Region borders. Firstly, for 11 airports where located in Marmara Region (4 International and 7 National and Military Airports), Aviation Weather Routine Report (METAR) and Aviation Special Weather Report (SPECI), studying with in the 15-year period covering 01/01/2001 to 31/12/2015, and various statistical analyzes on a hourly, monthly and an yearly basis were made. In the

second phase of the study, lightning flash data (ATDnet data) taken from Öztöpal's study which titled "Determination of lightning climatology on Turkey", for the period of 01/01/2008 to 31/12/2014, is performed by making many statistical analysis in the same way.

Because the main purpose of the study is reveal the relationship between the two types of observations that are observation reports based on human observations published by airport and instrumental observations by taken from Öztöpal's study which titled "Determination of lightning climatology on Turkey", after analyzing the data among themselves, also to reveal their relationship each other are subjected to various methods of statistical analysis and comparison. Primarily, according to the analysis seen in all the world literature, the thresholds values that may be perceived to lightning in the human observations are researched, then in this context, all analyzes were conducted by determining the two different threshold values. For 2 selected threshold values, METAR-SPECI observations and Instrumental observations were compared each of them, and 2 most methods which are used to define the relationship between the rare events such as lightning and results and disclosed.

In addition to these analyzes, using the various correlations between the 11 airport weather station's reports, with regard to the distance of the lightning events from each of them is also demonstrated in results. On the other hand, the hypothesis set out in the work that the relationship between the lightning seen near the sea and the inland areas have demonstrated using all airport aviation weather reports. In accordance with the information in world literature, the number of lightning events and frequency of its 10 times more common in the airports close to seaside than the airports located in landside. In this study, we are also expected to see that the airports near the seaside have more lightning events in selected period.

The study also included analysis of the history of how the number of lightning flash occurred for this period at 11 airports and near areas (12.5 km and 25 km range from center). Thus, at which time more intense and powerful lightning incident occurred were determined in 15-year period.

In another analysis type, using METAR and SPECI raports, thunderstorm events which were observed with lightning were analyzed. Then, all events are investigated seperately again for all airports that these events occurred alone or with any type of precipitation.

According to the analysis results obtained in the study, there is no good relationship between lightning incident detection based on instrumental observations and lightning incident detection based on human observations. Also this situation in some airports show very large differences. On the other hand, there is a better fit between the lightning seen within a radius of 12.5 km obtained from ATDnet data and METAR data then lightning seen within a radius of 25 km obtained from ATDnet data and METAR data. Lightning events was observed maximum at 21°C, and minimum at -5°C and at 35°C. The lowest number of lightning can be seen in these two extremes. Also, the thunderstorm which seen in the case of presence of lightning observed often largely with rain or alone.

In direct with the hypothesis, considering the number of lightning occurring at airports according to their distance from the sea, the hypothesis could not be determined exactly which in areas close to the sea as mentioned that have greater number of lightning incidents for selected airports and periods. Otherwise, the opposite situation also is not true.

Overall, especially for international airports with a high number of observations, in the determination of the lightning incident, transition to instrumental observations is necessary instead of human observations. In the medium and long term, the investments which made for instrumental observations will return as gains.





1. GİRİŞ

İnsanoğlu kayıtlı tarihin doğuşundan beri kuşlara özenmiş, uçma arzusu ve uçuş fikri o zamanlardan beri saplantı haline gelmiştir. Kuşlar gibi havada süzülme ve bulutların arasından sıçrama hayali kuran insanlar, yüksek yerlerden kanatlarla ve paraşütle uçmaya çalışmış ama birçok başarısız deneme yaşamıştır. Mitoloji tarihine bakıldığında uçma kudreti tanrılara özgü bir özellik olarak benimsenmiş ve bunlarla ilgili birçok figürler ortaya çıkartılmıştır. İnsanın uçma arzusunun en büyük nedeni ise eğer uçmayı başarabilirse bir kuş gibi hafif ve özgür olacak, dünya üzerindeki tüm dertlerinden kurtulacak ve tanrılara daha yakın olacaklardı (Peacock, 2015).

9. ve 11. Yüzyıllar arasında Armen Firman'ın yaptığı paraşüt uçuşu ve Abbas Ibn Firnas'ın planörüyle yaptığı uçuş kısa mesafeli ilk uçuşlar olarak tarihte yer almaktadır (Cuhan, 2014). 15. Yüzyılın sonlarına doğru, İtalyan sanatçı Leonardo da Vinci tarafından bugün bile kullanılan bir uçan-makine tasarımı geliştirilmiştir. Sanatçı bu tasarımını 100'ün üzerinde deneme yaparak resmetmiş, en sonunda "Leonardo da Vinci's Ornithopter"ini tasarlamıştır. Günümüz modern helikopterleri bu tasarıma dayalı olarak yapılmaktadır (NASA, 2014). 17. Yüzyılda Osmanlı Devleti sınırları içerisinde yaşayan Hezarfen Ahmet Çelebi'nin Galata Kulesi'nden Üsküdar'a bir uçuş seyahati gerçekleştirdiği de Evliya Çelebi'nin Seyahatnamesi'nde tarihteki yerini almıştır (Cuhan, 2014).

İlk başarılı balonlar 1783 yılında Fransız Montgolfier kardeşler tarafından yapıp uçuşuldu. 1898 yılında Paris'te hafif motorlu bir gemi vasıtasıyla havadan ilk uçuş yapıldı. 1900 yılında bir tür hava gemisi olan Zeplin, Kont Ferdinand von Zeppelin adlı Alman bir mucit tarafından yapıldı ve itme kuvveti ile yol alma prensibine dayalı bu hava gemisi uçuşuldu. 1900-1902 yılları arasında ABD'nin Dayton Kenti'nde yaşayan Wright kardeşler, birçok uçurtma ve planör denemeleri gerçekleştirdiler. 17 Aralık 1903 tarihinde, Kuzey Karolina Kill Devil Hills'te, Wright kardeşler ilk motorlu uçuşlarını yapmışlardır. İki pilotlu bu uçağın pilotlar dahil toplam ağırlığı 335 kg ve uçak 2 pervaneliydi. Yapılan ilk denemede Wright kardeşler 12 saniye uçmuş, 37 metre katetmiştir. Diğer denemede ise 59 saniye uçmuş ve 260 metre

katetmişlerdir (Cuhan, 2014; NKFU, 2013). 20. Yüzyılın ilk çeyreğinden itibaren özellikle I. ve II. Dünya Savaşları arasında uçaklar oldukça iyi bir şekilde geliştirilmiş ve bu yıllar arasında altın çağını yaşamıştır. II. Dünya Savaşı'nda Ağır, Süper Ağır, Orta Seviye ve Hafif Bombardıman Uçakları, Avcı, Keşif, Taşıyıcı, Eğitim ve İletişim Uçakları kullanılmıştır (Vikipedi, 2007).

Türkiye'de havacılık ile ilgili ilk çalışmalar 1912 yılında, Atatürk Havalimanı'nın yakınındaki 2 hangar ve bir küçük meydanda yapılmıştır. Daha sonra Mustafa Kemal Atatürk'ün "İstikbal Göklerdedir" sözü doğrultusunda şu anki adı Türk Hava Kurumu olan Türk Tayyare Cemiyeti 1925 yılında kurulmuştur. İlk sivil hava taşımacılığı 1933 yılında yapılmış ve Milli Savunma Bakanlığı'na bağlı olarak kurulan "Havayolları Devlet İşletme İdaresi" hava yolu taşımacılığı ile ilgili görevlendirilmiştir. 1954 yılında Ulaştırma Bakanlığı bünyesinde "Sivil Havacılık Dairesi Başkanlığı", 1987 yılında "Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü" olarak değiştirilmiştir. Ülkemiz 1945 yılında "Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı – Şikago Sözleşmesi" ni imzalamış ve Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı-ICAO kurucu üyeleri arasında yer almıştır. 1956 yılında "Avrupa Sivil Havacılık Konferansı" na kurucu üye olan Türkiye, Avrupa Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı-Eurocontrol'e de üyedir (SHGM, 2016).

Havacılık faaliyetlerinin tarihi gelişimine bakıldığında aslında günümüz hava taşımacılığının modern anlamda temelleri 20. Yüzyılın başlarında atılmıştır. Özellikle bu yüzyılın ilk yarısında sanayileşmenin artmasıyla beraber havacılık sektörü de çok hızlı bir gelişme göstermiş, özellikle askeri amaçlı olarak birçok uçak tasarlanmış ve seri üretimi yapılmıştır. Yine bu yüzyılın ikinci yarısından itibaren özellikle sivil hava yolu taşımacılığının önemi artmaya başlamış ve günümüze kadar ki süreçte dünya genelinde çok fazla sayıda yolcu taşıma kapasitesine ulaşılmıştır. İlk zamanlarda uçak sayısının azlığı ve gidilen destinasyonların da çok olmaması sebebiyle pahalı bir ulaşım türü olan havayolu ulaşımı günümüzde teknolojik gelişmeler ve refah seviyesinin artması gibi nedenler doğrultusunda lüks olmaktan çıkmış ve herkesin özellikle uzun mesafe yolculuklarda ilk tercihi olmaya başlamıştır. Ayrıca günümüzde güvenilir ulaşım araçları arasında demiryolu taşımacılığı ve hava yolu taşımacılığı ilk sırada yer almaktadır. Tabi ki tüm bu gelişmeler ve yenilikler bir takım olumsuzlukların ortadan kalkması için yeterli

olmamaktadır. Faaliyet gösteren uçak ve yolcu sayısının artışına paralel olarak uçuşu engelleyici kaza-kırım gibi olaylar da buna paralel olarak artış göstermiştir.

Havacılık Güvenlik Ağı olarak bilinen “Aviation Safety Network” sisteminde yer alan bilgilere göre, 1919-2016 yılları arasında toplamda 16632 kaza, 2034 uçak kaçırma olayı ve girişimi, 921 diğer kırım olayları ve 581 sebebi belirlenemeyen kırım olayları olmak üzere toplamda 3536 kırım olayı meydana gelmiştir. Tüm bu kaza-kırım olayları ile ilgili bilgiler 431 uçak türünün tamamı için, 241 kayıtlı ülke ve bilinmeyen ülkeler de dahil olmak üzere analiz edilmiştir. 20168 adet yaşanan kaza-kırım olayları için sitede yer alan bilgiler dahilinde bu olaylara sebebiyet veren durumlar 13 alt başlık altında kategorize edilmiştir.

- **Hava Koşulları:** Yıldırım-Şimşek Çarpması, Oraj, Buzlanma, Volkanik Kül, Aşırı Yağışlar, Kum Fırtınası, Türbülans ve Çapraz Rüzgâr, Düşük Görüş, Rüzgâr Kayması.
- **Uçak:** Gövde Yetmezliği, Tasarım Hatası, Motorlar, Uçak Yüzeyleri, Basınçlandırma, Alt Takım, Sistem Hataları.
- **Navigasyon:** Aletli İniş Sistemleri Hatası, İletişim Problemleri (Dil yetmezliği), Yanlış Yönlendirme (Kule tarafından), Seyir Feneri Arızası, Görerek Uçuş Hatası.
- **Kargo Olayları:** Yangın-Duman, Aşırı Yükleme, Kaçak-Sızıntı, Kayma (Yer değiştirme).
- **Çarpışmalar:** Uçakların Çarpışması, Yere Çarpma, Pist Kaçırma, İniş-Yaklaşım Hatası, Kuş Çarpması, Bina-Yapıya Çarpma, Ağaç-Araç-İnsana Çarpma, Kar Tepeciklerine veya Tepe-Dağa Çarpma, Deniz-Göl2 Çakılma vb.
- **Dış Faktörler:** Rüzgâr Vorteksi, Rüzgâr, Dolu
- **Uçuş Ekibi:** Alkol-Uyuşturucu Kullanımı, Kokpitte Dikkatin Dağılması, Mental Durum, Kapasite Yetersizliği, Dil Yetmezliği, Yetersiz Uyku, Navigasyon Hatası, Prosedürlere Uymama, Yanlış Karar vb.
- **Yangın:** Hangar Yangını, Yakıt Deposu İnfilakı, Uçuş Sırasında Yangın-Duman, Yakıt Yükleme Sırasında Yangın vb.
- **İniş/Kalkış:** Geç/Erken İniş-Kalkış, Dengelenmeyen İniş-Kalkış, Yanlış Pist-Taksi Yolu Kullanımı, Kanat Çarpması, Bora Kiliti-Kilitli Dümen, Yanlış Kalkış ve İniş Konfigürasyonu, Çarpma vb.

- **Bakım/Onarım:** Önceki Arızanın Onarılamaması, Motor Hatası, Yanlış Parça Montajı, Standartların Altında Uygulamalar, Kurallara Uymama.
- **Sonuç Odaklı:** Kontrol Kaybı, Pist Yaklaşım Hatası, Pistte Diğer Aksilikler, Zorunlu İniş Durumları, Yerde Hasar (Pist yolu, taksi yolu bozunumları), Dağ-Düzlük-Denize olan Zorunlu İnişler vb.
- **Güvenlik:** Uçak Kaçırma, Cinayet, Havada-Yerde Silahlı Saldırı, Sabotaj vb.
- **Bilinmeyen Sebepler:** Tam olarak karar verilemeyen veya hiçbir bilgi olmayan kaza-kırımları kapsamaktadır (ASN, 2016).

Yavuz ve diğ. (2015) Avrupa Bölgesi Kaza-Kırım Raporları ile ilgili çalışmasında 2005-2014 yılları arasında Avrupa Bölgesi'nde meydana gelen kaza-kırımlar sebep faktörlerine göre kategorize edilmiştir. Toplam incelenen 193 raporda Teknik %40, Pilotaj %31, Hava Koşulları %15, Yangın %6, Yolcu Kaynaklı %4, Kule %2 ve diğer sebepler %2 olarak bulunmuştur.

Havacılık kaynaklı 98-yıllık (1919-2016) periyottaki kaza-kırım raporlarını incelediğimizde;

- Yıldırım-Şimşek çarpması sonucu **22 kaza-kırım** meydana gelmiş, toplamda **564** kişi hayatını kaybetmiş ve rapor başına düşen ölüm sayısı **25,64**'dür.
- Oraj sonucu **24 kaza-kırım** meydana gelmiş, toplamda **1508** kişi hayatını kaybetmiş ve rapor başına düşen ölüm sayısı **62,83**'dür.
- Buzlanma sonucu 190 kaza-kırım meydana gelmiş, toplamda 1856 kişi hayatını kaybetmiş ve rapor başına düşen ölüm sayısı 9,77'dir.
- Volkanik Kül sonucu 2 kaza-kırım meydana gelmiş, bu olaylarda can kaybı olmamıştır.
- Aşırı Yağışlar sonucu 7 kaza-kırım meydana gelmiş, toplamda 163 kişi hayatını kaybetmiş ve rapor başına düşen ölüm sayısı 23,29'dur.
- Kum Fırtınası sonucu 1 kaza-kırım meydana gelmiş, toplamda 49 kişi hayatını kaybetmiş ve rapor başına düşen ölüm sayısı 49,00'dir.
- Türbülans sonucu 190 kaza-kırım meydana gelmiş, toplamda 1856 kişi hayatını kaybetmiş ve rapor başına düşen ölüm sayısı 54,59'dur.
- Düşük Görüş sonucu 115 kaza-kırım meydana gelmiş, 3067 kişi hayatını kaybetmiş ve rapor başına düşen ölüm sayısı 26,67'dir.
- Rüzgâr Kayması sonucu 93 kaza-kırım meydana gelmiş, toplamda 1899 kişi hayatını kaybetmiş ve rapor başına düşen ölüm sayısı 44,16'dır (ASN, 2016).

Burada yer alan ilk 2 raporu ele aldığımızda, Yıldırım-Şimşek Çarpması sonucu ve Oraj sonucu oluşan kaza-kırım raporlarında her ne kadar bu iki hadise türü de birbirini genel olarak içerse de meydana gelen kaza-kırım nedenlerinin oluşum sebebi itibariyle 2 farklı kategorizasyon yapılmıştır. Yıldırım-Şimşek çarpmasının sebep olduğu durumlar; akustik şok etkisi, aşırı sıcaklık artışı, yakıt tankı infilakı, yanma, manyetik bozunumlar, diğer yapısal hasarlar ve aviyonik (havacılık elektroniği) sistemlerde arızalar olarak gösterilebilir (Rash, 2016). Diğer yandan Oraj hadisesinin sebep olduğu durumlar; Kontrol kaybı, düşük görüş mesafesi, rüzgâr kaymaları-çapraz-yan rüzgârlar-hamleler sonucu denge kaybı olarak gösterilebilir (ASN, 2016).

Bu çalışmada Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan 4 Uluslararası, 7 Ulusal veya Askeri Havalimanı olmak üzere 11 adet havalimanına ait METAR (Aviation Routine Weather Report - Havacılık Amaçlı Rutin Hava Raporu) ve SPECI (Aviation Selected Special Weather Report – Havacılık Amaçlı Seçilmiş Özel Hava Raporu) Raporları 2001-2016 yılları arası 15 yıllık periyot dahilinde incelenmiştir. Oraj hadiseleri ile ilgili yapılan istatistiki çalışmanın ardından çalışmanın ikinci aşamasında ise Öztopal'ın Türkiye üzerindeki yıldırım ve şimşek (lightning) klimatolojisinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmadan temin edilen 2008-2014 arasındaki ATDnet yıldırım-şimşek çakma verileri analiz edilmiştir. Her iki veri yardımıyla ilk olarak uzun yıllar için çeşitli istatistiki analizler yapılmış, ardından bu verilerin birbirleri ile kıyaslaması çeşitli istatistiki metotlar yardımıyla yapılarak insan gözlemine dayalı gözlemler ile aletli gözlemler arasındaki ilişki ortaya çıkartılmıştır.

1.1 Tezin Amacı

Dünya genelinde görülen yıldırım ve şimşek olayları en çok 30° Güney-0° Kuzey enlemlerinde meydana gelmektedir. Tropikal bölgelerden uzaklaştıkça bu olayların görülme sıklığı da azalmaktadır. Türkiye 26°-45° Doğu Paralelleri (Boylamları) - 36°-42° Kuzey Paralelleri (Enlemleri) arasında yer almaktadır. Marmara Bölgesi de yaklaşık olarak 40°-42° enlemleri arasında bulunmaktadır. Ilıman kuşakta yer alan ülkemizde son zamanlarda görülen ekstrem olaylardaki artışa bakıldığında yıldırım ve şimşek sayılarındaki artış da geçmişten günümüze önemli bir değişim göstermektedir. 15 yıllık periyot için Marmara Bölgesi'nde bu olayların görülme

sıklığının nasıl değiştiği ve özellikle havacılık açısından nasıl bir etki ortaya konduğunun ortaya çıkartılması bu çalışmanın temel amaçlarından biridir. Genel olarak bakıldığında yıldırım ve şimşek olayları çoğunlukla orajlarla birlikte meydana gelirken, şiddetli kar fırtınaları, büyük orman yangınları, büyük kasırgalar ve volkanik patlamalar da bu hadiselerin gözlendiği diğer olaylardır. Fakat ülkemizde oraj harici diğer hadiseler meydana çok gelmediği için oraj durumlarında genellikle yıldırım ve şimşek gözlemlenmektedir ve bu gözlemler havalimanı METAR ve SPECI rasatlarından ortaya konulmaktadır. Çalışmanın yapılmasındaki en önemli temel unsur insan gözlemleri ile elde edilen veriler ile aletli ölçümler vasıtasıyla elde edilen verilerin karşılaştırmasını yapmak ve bu iki veri türü arasındaki ilişkiyi ortaya koyarak seçilen havalimanlarında gözleme dayalı yapılan rasatların bu hadiselerin yaşanması durumunda nasıl bir başarı sağladığını tespit etmektir. Bu hususta ortaya çıkacak sonuç havalimanları ve yakınlarında gözleme dayalı rapor edilen yıldırım-şimşek olaylarının ne doğrulukta tespit edildiğini ortaya koyacaktır ve bu doğrultuda ne gibi iyileştirmeler yapılacağı ile ilgili ipuçlarını gözler önüne serecektir.

1.2 Literatür Araştırması

Cb bulutları, Orajlar ve buna bağlı olarak ortaya çıkan Yıldırım ve Şimşek gibi hava hadiseleri havacılık sektörünü etkileyen en önemli meteorolojik hadiselerdendir. Bu bağlamda dünya literatüründe bu konularla ilgili birçok çalışma bulunmaktadır.

Tanrıöver ve diğ. (2015) Türkiye için 1930-2014 yılları arasında yıldırım olayları ve buna bağlı olarak meydana gelen ölümler ve yaralanmalar üzerine yaptıkları çalışmada toplamda 742 yıldırım vakası tespit edilmiştir. 895 kişinin hayatını kaybettiği ve 684 kişinin yaralandığı bu yıldırım hadiseleri %89 oranla Nisan-Eylül ayları arasında, sıklıkla öğleden sonra meydana gelmiş olup, hadiselerin %86'sı kırsal %14'ü de kentsel alanlarda meydana gelmiştir. Çalışmada MGM-Fevk Rasatları, Gazete Arşivleri, İnternet ve “European Severe Weather Database” verileri kullanılmıştır.

Czernecki ve diğ. (2015) Polonya için yaptıkları oraj analizine dayalı çalışmada insan gözlemine dayalı oraj gözlem verileri ile Perun yıldırım-şimşek dedektörü ağı vasıtasıyla elde edilen veriler arasındaki ilişkiyi incelenmiştir. 2002-2013 yılları arası için yapılan bu çalışmada insan gözlemi rasatı olarak SYNOP Rasatı günlük ortalamaları ve objektif veri olarak yıldırım-şimşek dedektörü verileri kullanılmıştır.

Meteoroloji istasyonlarından gelen veriler yardımıyla oraj gözlemi için 2 farklı hesaplamalı yöntem (Threat Score Computational Method ve Delta Computational Method) kullanılmış ve insan gözlemine dayalı oraj tespitinin meteoroloji istasyonları arasındaki mesafe yardımıyla eşik mesafe değerleri ortaya konulması ile analizi yapılmıştır. Her istasyon için uygulanan bu yöntemler sonucunda insan gözlemlerinin homojen olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Gerçek elde edilen verilerle karşılaştırma yapıldığında ise SYNOP rasatlarına dayalı tahminlerde çok fazla veya çok az olacak şekilde ortalamadan büyük sapmalara neden olacak sonuçlar elde edilmiştir.

19 Ocak 1995 yılında Kuzey Denizi'nde (Atlas Okyanusu'nun kuzeydoğu uzantısı) AS332 Super Puma tipi helikoptere yıldırım çarpması sonucu meydana gelen kaza olayını inceleyen Broc ve diğ. (2005) mezo-ölçek ve küçük-ölçek atmosferik davranışları analiz etmek için Meso-NH Modeli'ni kullanmıştır. Kış fırtına bulutları Kuzey Denizi üzerinde düşey-gelişim yapısı açısından orta ve alt enlemlere göre daha düşük deniz suyu sıcaklığına ve düşük tropopoz seviyesine bağlı olarak çok farklı bir karakteristiğe sahiptir. Daha sonra yazarlar kış ayları için Shetlands Bölgesi'nin kuzeyi ve yaz ayları için Portekiz'in sahillerini ele alarak yaptıkları analizde, sıcaklık, yağışa geçebilir su miktarı ve parçacık hızı gibi faktörlere dayanarak ve yaz aylarında bu sebeplerden ötürü yukarı hareketlerin daha çok olduğunu tespit ederek yaz fırtına bulutlarının kış fırtına bulutlarına nazaran daha etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kaltenböck ve diğ. (2009) 2006-2007 yılları arasındaki sıcak sezonlarda Avrupa üzerinde çevresel atmosferik koşullar dikkate alarak yaptıkları çalışmada ESWD verilerini kullanarak toplamda 3406 şiddetli hava olayını analiz etmiştir. Ayrıca bu verilerin doğrulaması EUCLID (European Cooperation for Lightning Detection) yıldırım-şimşek verileri kullanılarak yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda oraj aktiviteleri 7 alt kategoride incelenmiş, bunlara neden olan meteorolojik parametrelerin birçoğu için detaylı analiz yapmışlardır. Genel olarak çalışma sonucunda şimşek ve yıldırım gözlenen zamanlarda %50 - %90 arasında dolu olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca şimşek ve yıldırımın görüldüğü zamanlarda aşırı yağışlar, yüksek CAPE değerleri, akçak seviye yüksek nem miktarları, sıcak sezon fırtınaları, F2 ve F3 kategorisinde fırtınalar görülmüştür.

Fırtına ve Yıldırım-Şimşek yer belirleme sistemleri ile ilgili Qiu ve diğ. (2015) tarafından yapılan çalışmada navigasyon tipi bir sistem kurulmuş, negatif buluttan yere doğru olan yıldırım çarpmalarının davranışları analiz edilmiştir. Bu sistemde VHF geniş bantlı interferometre ve fırtına görüntüleme tekniği, yıldırım boşalımını zamansal ve quazi-3 boyutlu olarak mekansal açıdan değerlendirme imkânı sağlamaktadır.

Matsangouras ve diğ. (2015) Yunanistan'da meydana gelen yıldırım hadiseleri için zamansal ve mekânsal analiz yapmışlar ve ülke genelindeki etkisini araştırmışlardır. 2008-2012 yılları arasında yapılan yıllık zamansal analizlerde Pindus Dağı civarına km²'ye 7 yıldırım düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca yine bu bölge için maksimum frekansın yaz aylarında görüldüğü belirlenmiştir. Gazete arşivleri ve diğer yöntemler kullanılarak 1895-2013 yılları arasında toplamda 343 kişinin hayatını kaybettiği ve 224 kişinin yaralandığı da çalışmada gösterilmiştir. Belirlenen yöntem dahilinde yapılan tahminlerde Yunanistan üzerinde her yıl ortalama 2,9-1,9 kişi arası ölüm ve 2,0-1,6 kişi arası yaralanmanın olacağı tahmin edilmektedir.

Atmosferik elektriklenme ve yıldırım-şimşek üzerine Akinyemi ve diğ. (2014) tarafından yapılan çalışmada elektrik boşalım türleri (bulut-bulut, bulut-yer) analiz edilmiş, elektriklenme sürecinin nasıl başladığı ve devam ettiği araştırılmıştır. Edinilen bilgiler doğrultusunda ortaya çıkan sonuç özellikle gelişmiş ülkelerde haberleşme altyapılarında, uydu ve radar üzerinde büyük etkiler yarattığı ortaya konmuştur.

Williams ve Stanfill (2002) yıldırım olaylarının meydana gelme sıklığı ile ilgili yaptıkları çalışmada kara-deniz üzerinde meydana gelen hadiselerin karşılaştırmasını yapmışlardır. Analiz sonuçlarına göre karalar üzerinde görülen yıldırım olayları denizlerdekine göre daha yüksek çıkmıştır, bunun en büyük sebebi de karaların denizlerden daha sıcak olmasıdır. Ayrıca karalar üzerinde topoğrafya etkisinin de dikkate alındığı çalışmada kuru evre koşullu kararlılıkta özellikle sürtünme ve rakım gibi özelliklerin etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Yine nemli evre aşamasında yukarı hareket (havanın yükselmesi) gücü bulut mikrofiziği ve elektriksel yük açısından en önemli faktördür ve su yüzeyleri (okyanus veya deniz) üzerinde bu gücün azaldığı parsel teorisi ile gösterilmiştir.

Collier ve diğ. (2006) LIS (Lightning Imaging Sensor) – Yıldırım-Şimşek Görüntüleme Sensörü verisi ve yıldırım düşmesi sonucu meydana gelen çok alçak frekanslı radyo dalgaları verisi kullanarak Güney Afrika için yıldırım-şimşek hadiselerinin istatistiksel analizini yapmışlardır. Analiz sonuçlarında Ekvator'a yakın bölgelerde her 100km²'ye yaklaşık 1 yıldırım düştüğü tespit edilmiştir. Mevsimsel analiz sonuçlarına göre en çok yıldırım-şimşek hadisesi sırasıyla yaz, ilkbahar, sonbahar ve kışta meydana gelmiştir. Her iki veri tipine göre karalar üzerinde meydana gelen yıldırım hadiseleri denizler üzerinde meydana gelen hadiselere oranla 2 kat ve üzeri daha fazla meydana gelmiştir. Ayrıca LIS verisinden hareketle elde edilen yıllık toplam hadise sayısı 600 iken radyo dalgaları verisi kullanılarak elde edilen toplam hadise sayısının 30 civarında olduğu tespit edilmiştir. Yine diğer bir analizde sabah saatlerinde %19,1 öğle saatlerinde %30,7 ve gece saatlerinde %50,3 oranında yıldırım-şimşek görüldüğü belirlenmiştir.

Relampago del Catatumbo (Catatumbo Lightning) Venezuela'da 500 yılı aşkın bir süredir bilinen bir hava hadisesidir. Bu fenomen her yıl Maracaibo Gölü'nün güneybatısında çok küçük bir bölgede meydana gelmektedir. LIS (Lightning Imaging Sensor) – Yıldırım-Şimşek Görüntüleme Sensörü verileri analizi sonucunda bu bölgenin dünya üzerinde en çok sıklıkta ve sayıda yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği bölge olduğu belirlenmiştir. Ayrıca WWLLN (World Wide Lightning Location Network) – Dünya Geneli Yıldırım-Şimşek Lokasyonu Belirleme Ağı verilerine de bakıldığında, kompleks bir topoğrafyaya ve kendine özgü bir iklime sahip bu bölgenin özellikle Mayıs ve Ekim aylarında ve günlük bazda bakıldığında gece saatlerinde daha sık frekansta yıldırım-şimşek meydana geldiği belirlenmiştir (Bürgesser ve diğ., 2012).

Christian ve diğ. (2003) yıldırım ve şimşek için sıcaklık değişiminin önemi üzerine yaptıkları çalışmada atmosferik sıcaklık gradyanındaki değişimlerin yıldırım-şimşek hadiseleri ile doğrudan bir ilişkisi olduğunu bulmuşlardır. Atmosfer sıcaklığında meydana gelen küçük bir değişim bile lokal olarak hidrostatik denge üzerinde değişime yol açmaktadır. Buoyancy (Havanın kaldırma kuvveti) kuvvetinin güçlenmesi ile birlikte kararsız hava koşulları meydana gelmekte ve fırtına bulutları oluşmaktadır. Bu bulut türünün oluşumundaki temel kriterler sıcak hava ve ilgili yükseklikteki nem miktarıdır. Sıcaklığın yanı sıra coğrafi ve topoğrafik özellikler de örneğin; dağ dalgaları, sıcak kara yüzeyi üzerinde birleşen fırtına sistemleri gibi

etkilere yol açmakta ve dolaylı olarak yıldırım ve şimşek hadiselerinin meydana gelmesine neden olmaktadır.

Wang ve diğ. (2016) yıldırım meydana getiren atmosferik karakteristikleri ortaya koymak için, radar verilerini ve seçilen 10 adet mezoölçek konvektif sistem kaynaklı yıldırım hadisesini Çin için analiz etmişlerdir. Konvektif bazlı yıldırım vakalarında önemli bir yoğunlaşmaya meyilli olma durumu görülse de stratiform bazlı yıldırımlarda bu meyil görülmemekte ya da zıttı görülmektedir. Ele alınan 10 vaka incelemesinde 3-6 km seviyesi için maksimum radar echo yansıma değerleri 30 dBZ ve üstü olarak tespit edilmiştir.

Oraj hadiselerinin Bangalore için klimatolojik analizinin yapıldığı çalışmada Agnihotri ve diğ. (2012) istatistiki olarak 1981-2010 yılları arası için yıllık, aylık ve saatlik bazda analizler yapmıştır. Çalışmada ön plana çıkan sonuçlar özellikle orajların genellikle 1500-0300 arası öğleden sonra ve gece saatleri arasında meydana gelmesidir. Diğer yandan çalışmada yağış ve oraj ilişkisine dair yapılan analizlerde oraj hadiselerinin beraberinde aşırı yağışlara sebebiyet verdiği de ortaya konmuştur.

Telesca ve diğ. (2008) yıldırım ve şimşek çarpma verilerinden hareketle ve çeşitli istatistiki metotlar yardımıyla, 2002-2003 yılları için İtalya'nın Lombardia (İtalya'nın kuzeyi) ve Campania (İtalya'nın güneyi) kentlerini içeren çalışmada kümelenme zamanı istatistiklerini ortaya çıkararak yıldırım ve şimşek tespiti için ayrıntılı bir analiz yapmışlardır. Ortaya çıkan sonuçlar dahilinde geçmişteki hadiselerden elde edilen veriler yardımıyla kullanılacak olan bu metotlar sayesinde bölgesel istatistiki analizin belirlenmesi yapılmıştır.

Price ve diğ. (2011) yıldırım ve şimşek verilerini kullanarak ani sel hadiselerini tahmin etmeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada elde edilen veriler yardımıyla ani sellere neden olan konvektif fırtınaların tahmin edilmesi planlanmıştır. Bu doğrultuda Akdeniz Bölgesi dahilinde meydana gelen 23 ani sel için durum incelemesi yapılmıştır. ZEUS Ağı'ndan alınan yıldırım-şimşek verilerinin yanı sıra uydu verilerinin de kullanıldığı bu çalışmada fırtına gelişimi ve elektriklenme süreci de analiz edilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki yıldırım-şimşek verileri uydulardan elde edilen yağış bilgisinin geliştirilmesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Uydulardan elde edilen bilgiye ek olarak yıldırım-şimşek verilerinden elde edilecek

olan konvektif bulut bilgisi, yağış tahminlerinde uydu verilerinde görülen boşlukları dolduracak niteliktedir.

1.3 Hipotez

Bilindiği üzere şiddetli hava hadiselerinin başında yer alan oraj, yıldırım ve şimşek gibi olaylar genellikle tropikal bölgelerde oldukça sık yaşanmaktadır. Ülkemizi ve özellikle Marmara Bölgesi'ni ele alarak yapılan bu çalışmada da tropikal iklim kuşağında yer almayan fakat yakın komumda bulunan ülkemizde bu tür hadiselerin özellikle havacılık sektöründe ne gibi önem taşıdığı son günlerde daha da ön plana çıkmaktadır. Burada asıl mesele bu hadiselerin ne kadar çok meydana geldiği veya sık gözlemlendiği değil, bu hadiseler meydana gelmeden önce veya hadiselerin yaşandığı süre zarfında ne kadar tutarlılıkta bir gözlem rasatı yapıldığı ve bu doğrultuda bu sektörde yer alan kişi ve kurumların nasıl uyarıldığıdır. Bu doğrultuda yapılan havacılık amaçlı insan gözlemine dayalı rasatlar ve aletli gözlem sistemine dayalı ölçümlerde elde edilen verilerin birbirleri ile ne kadar tutarlılık taşıdığı ve hangisinin bu hususta daha iyi bir sonuç ortaya çıkardığı gibi soruların cevaplarının ortaya konması ve sonucun ilerde yapılacak olan çalışmalara ışık tutması çalışmanın en temel amacıdır. Burada literatürde ortaya konan en önemli hipotezler, yıldırım-şimşek dedektörleri tarafından yapılan gözlemlerin tutarlılığının çok daha fazla olduğudur.



2. YILDIRIM VE ŞİMŞEK

Yıldırım ve Şimşek gözlemlerinin tarihine bakıldığında bu fiziksel oluşumlar üzerine ilk çalışmanın Benjamin Franklin tarafından yapıldığı görülmektedir. 1746 yılında laboratuvar deneylerine başlayan Franklin, 1749 yılında deneyler sonucunda atmosferde gözlenen yıldırım ve şimşek benzeri bir kıvılcım ortaya çıkartmıştır. Daha sonra bu çalışmasını kanıtlamak için 1750 yılında izole dikey metal çubuklar içeren bir deney tasarımı yayınlayıp, yıldırım ve şimşegin elektriksel bir hadise olduğunu ispatlamıştır. Franklin bu hipotezi ile ilgili olarak ilk başarılı deneyini 1752 yılında Fransa’da gerçekleştirmiştir. Kendi uçurtma benzeri aracı ile havada süzülen, ölçüm ve gözlemlerini yapan Franklin, fırtına alt kısmında büyük yükün negatif olduğunu tespit etmiş ve laboratuvar gözlemlerini doğrulamıştır (Dwyer, 2014; Cohen, 1990).

Yıldırım ve Şimşek hadiseleri atmosferde görülen en etkili meteorolojik hadiselerden olup, sık karşılaşılan jeofiziksel bir fenomendir. Fiziksel olarak tabiri ise atmosferde meydana gelen bir elektrik boşalımdır. Bu hadiseler aynı zamanda Dünya üzerinde görülen en parlak ışığın ve duyulabilen en yüksek sesin de kaynağıdır. Dünya genelinde saniyede 30-100 arası, günlük ortalamada yaklaşık 9 milyon yıldırım ve şimşek meydana gelmektedir. (Dwyer, 2014).

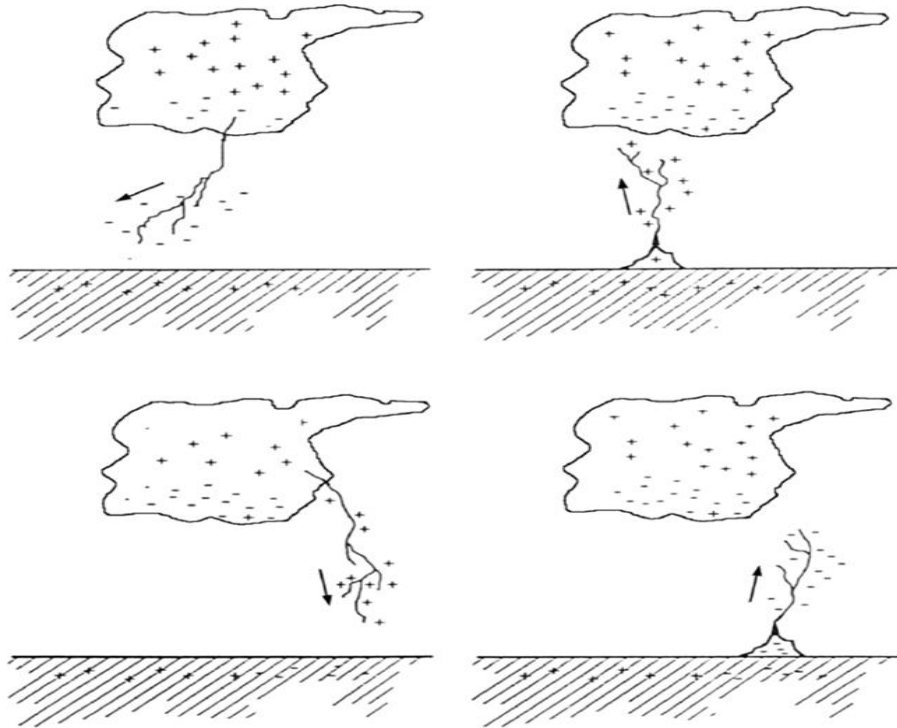
Yıldırım her yıl birçok insanın ölümüne, yaralanmasına ve büyük çapta maddi hasarlara neden olmaktadır. Ölümlü kazalarda çoğunlukla yanma, akciğerde şişme ve beyin hasarı meydana gelirken, yaralanma vakalarında bilinç kaybı, yanma ve felç gözlenmektedir. Diğer yandan başta hava ulaşımı ve haberleşme sistemleri olmak üzere elektrik hatları, güç sistemleri ve binalarda da zarara neden olmaktadır. Yıldırım ve şimşegin uçaklar üzerindeki etkisi genel olarak manyetik bozunum, akustik şok etkisi, sıcaklık artışı, yakıt tankı infilakı ve yanma şeklinde meydana gelmektedir. Bu doğrultuda başta kaza-kırım olayları olmak üzere çoğunlukla etkili olduğu durumlarda uçağın acil iniş yapmasına neden olabilmektedir (MGM, 2016).

Yıldırım ve Şimşek her ne kadar ayrı birer hadise gibi gözükseler de, oluşum mekanizması açısından birbirlerinin aynısıdır, fakat etkileri açısından büyük farklara sahiptir. Şimşek, bulut içinde, iki bulut arasında ve buluta doğru veya buluttan dışarıya doğru gözlenen kırık çizgi şeklindeki ışıktır. Yıldırım ise bulut ile yeryüzü arasında meydana gelen elektriksel boşalımdır. Şimşek genel olarak insanlara zarar vermezken yıldırım insanlara ve diğer canlılara ölümcül düzeyde zarar verebilir. Yine Şimşek elektriksel cihazlarda geçici hasarlara yol açarken yıldırım kalıcı hasarlara yol açmaktadır. Her ikisinin de ortak noktası gürültü ve ses kirliliği ortaya çıkarmalarıdır (MGM, 2016).

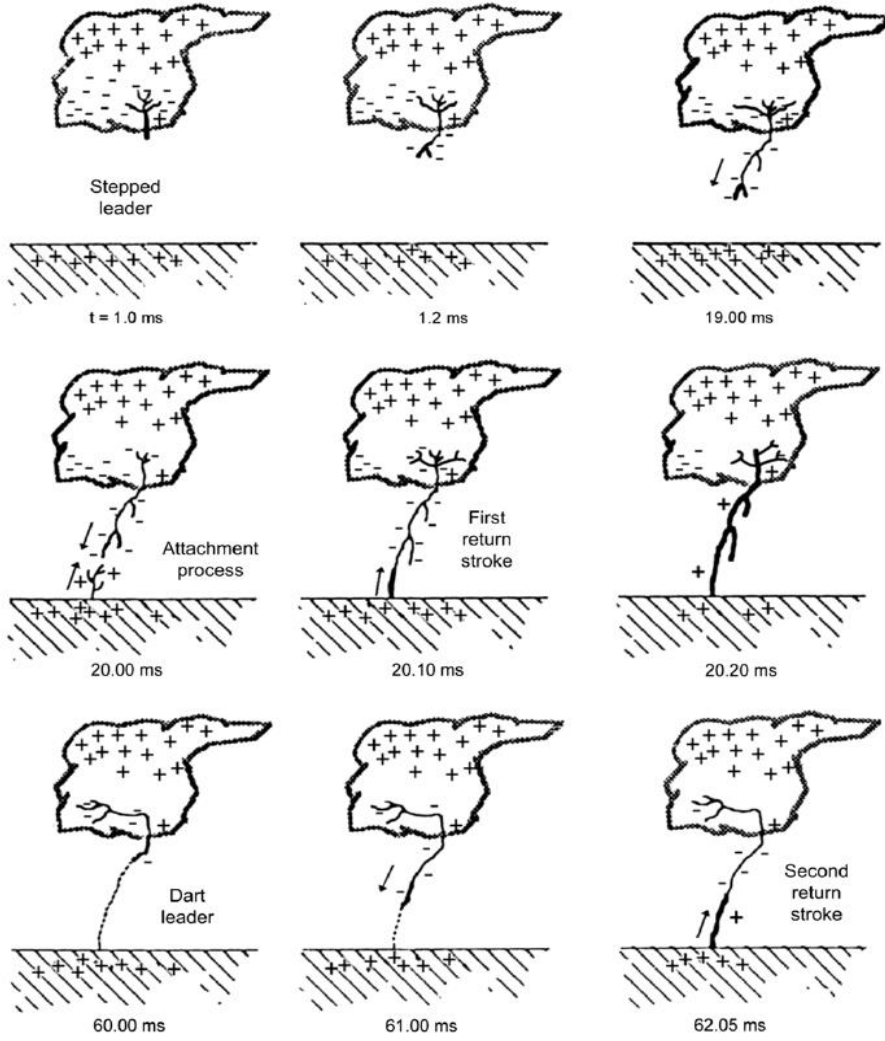
2.1 Yıldırım ve Şimşek Oluşum Mekanizmaları

Şimşek, bir bulutun aşırı miktarda artı (+) veya eksi (-) elektrik yükü ile yüklenmesi durumunda ortaya çıkmaktadır. Güneş ışıkları yeryüzüne yakın havayı ısıtır ve özellikle göl, deniz veya okyanus yüzeyleri üzerindeki nemli hava güneşin de etkisiyle içerisinde buharlaşan suyu da taşıyarak yükselir. Atmosferik sınır tabaka üzerinde yaklaşık 2-3 kilometreye kadar yükselen hava kütlesi burada soğuk hava katmanlarıyla karşılaşır. Bulut türüne ve atmosferik kararsızlık durumuna bağlı olarak özellikle Cb (Kümülonimbüs) bulutu gibi dikey gelişimli bulutlar içerisinde tropopoza kadar yükselme meydana gelmektedir. Bu yükseliş esnasında yukarıya doğru ilerlerken çevresine ısı verip yükselen ve soğuk katmanlarla karşılaşan bulut kütlesi içerisindeki buz kristalleri birbirlerine sürtünerek statik elektrik enerjisi açığa çıkartmaktadır. Başlangıçta bulut içerisindeki zerreciklerin elektrik yükü nötrdür. Değişik boyutlara sahip bu zerrecikler meydana gelen hava akımının da etkisiyle küçük olanlar yukarıya ağır olanlar aşağıya doğru olacak şekilde bulut içinde konumlanır. Yukarıya doğru yönelen küçük zerrecikler sürtünme sebebiyle eksi yüklerini kaybederek artı yüklü hale gelirler. Ağır olanlar ise artı yüklerini kaybederek bulut tabanına ilerler ve eksi yüklü hale gelirler. Bu durum sonucunda bulut tepesinde (+) elektrik yüklü ve bulut tabanlarında (-) elektrik yüklü birikimler meydana gelmektedir. Bulut içerisinde yer alan elektriksel yük oluşumu havayı iyonize edecek imkâna ulaştığında ve bulut içinde veya farklı seviyelerdeki buluta yaklaşıldığında karşıt yükler arasında elektriksel bir çekim meydana gelir. Bu duruma şimşek denilmektedir (MGM, 2016).

Yıldırım, bulut ile yer arasında görülen bir şimşek türüdür. Bulut ve yer arasındaki elektrik yükleri arasındaki fark arttıkça havanın delinmesi kolaylaşır ve iletken kanal boyunca buluttan yere veya yerden buluta doğru elektriksel boşalım meydana gelir. Bu durum en tehlikeli şimşek türü olan yıldırımın genel oluşum mekanizmasıdır. Yıldırım olayı iki çakma şeklinde meydana gelmektedir. Birinci aşamada bulutun altında biriken eksi (-) yükler yere doğru açılan kanal boyunca akar. Bu çakma genelde çok şiddetli ve parlak bir çakma değildir ve ana kanaldan dışarı doğru birçok kol meydana gelmektedir. İlk çakmanın yere yaklaşmasına paralel olarak çarpacağı noktada zıt bir yük (genelde artı elektriksel yük) yerden buluta doğru artı (+) yük taşıyan ikinci güçlü bir akım oluşturur. Bu iki çakmanın yer yüzünden belirli bir yükseklikte genelde yere yakın bir mesafede karşılaştığı anda bulut ile yer arasında bir kısa devre meydana gelir. Bu durumda kanalın içerisinde yerden buluta doğru yönelen çok parlak ve oldukça yüksek bir elektrik akımı meydana gelir (Şekil 2.1). Bu elektriksel akım milyon volt mertebesinde meydana gelmektedir. Yıldırımın kanal içerisinde yere düşme hızı yaklaşık olarak saatte 96.000 km'dir (Şekil 2.2). Yani iki aşamalı yıldırım hadisesi yaklaşık olarak yarım saniye sürmektedir.



Şekil 2.1 : Yıldırım hadisesinin gerçekleşme şekilleri (Meted, 2016).



Şekil 2.2 : Yıldırım hadisesinin gerçekleşme süreci (Meted, 2016).

2.2 Yıldırım ve Şimşek Hadiselerinin Meteorolojik Açıdan İncelenmesi

Yıldırım ve şimşek hadiselerinin meydana gelebilmesi için sıcak ve soğuk hava kütlelerinin bir arada olması gerekmektedir. Bu iki hava kütlesi birbirleriyle karşılaştığı zaman sıcak hava yükselmeye devam eder ve fırtına bulutlarını meydana getirir (Çoğunlukla kümülonimbüs bulutu, stratiform tip bulutlar da meydana gelmektedir). Burada önemli olan durum sıcak hava kütlelerinin ihtiva ettiği nem yani su damlacığı miktarının ne kadar olduğudur. Su yüzeyleri üzerinden (Göl, deniz veya okyanus) nemi toplayan sıcak hava kütlelerinde genellikle bol miktarda su damlacığı bulunmaktadır. Fırtına bulutunu meydana getiren dikey gelişimli bulutların ve atmosferik kararsızlığın maksimum olduğu yerler bu yüzden genellikle büyük su kütlelerine yakın yerlerdir. Fırtına bulutu oluşumu sırasında daha yukarıda bulunan

sıcak hava kütlesinin ihtiva ettiği su damlacıkları ile bulutun tabanına doğru konumlanmış olan soğuk hava kütlesinin ihtiva ettiği buz kristalleri birbirlerine çarparak bulut içerisinde hareket eder. Bu iki parçacığın birbirleriyle sürtünmesi sonucunda bulut içerisinde statik elektrik oluşumu meydana gelir. İki zıt kutup arasında meydana gelen bu elektriklenme sonucunda bulut içi, bulutlar arası veya bulutla yer arasında elektriksel boşalmalar meydana gelmektedir.

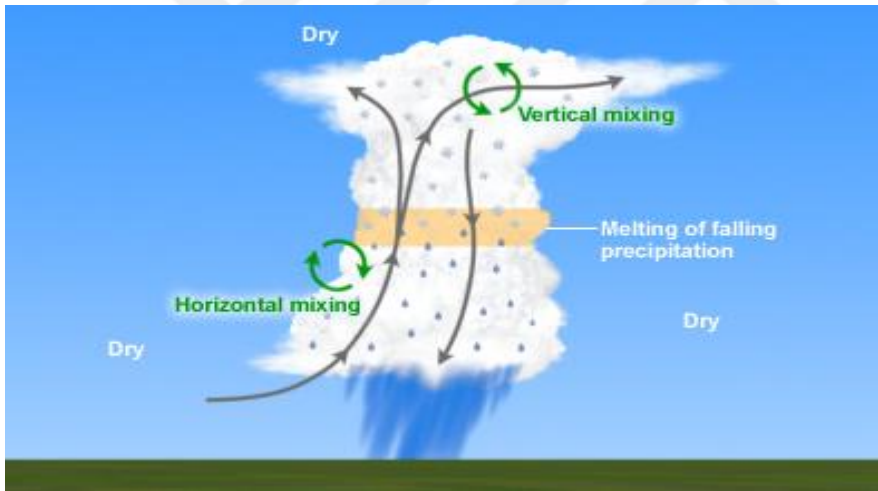
Bulut içerisinde gelişen bu mekanizmayı daha detaylı olarak incelersek, bulut içerisindeki rüzgârlar oldukça çalkantılıdır. Bu yüzden bulut alt kısmında bulunan su damlacıkları rüzgârların sebebiyet verdiği yukarı harekete kapılarak çok daha soğuk havanın bulunduğu yukarıda yer alan atmosferle karşılaşır ve burada donan su damlacıkları boyut olarak da artış gösterirler. Aynı zamanda bulut içerisindeki aşağı yönlü rüzgârın ve yer çekiminin sebebiyet verdiği aşağı yönlü harekete kapılan buz ve dolu tanecikleri yukarı doğru gelen sıcak su damlacıkları ile karşılaşır ve burada elektronlar sürtünmenin de etkisiyle serbest kalırlar ve statik elektrik ortaya çıkartırlar. Tüm bu sürecin sonunda bulut tabanı negatif ve bulut tavanı pozitif olacak şekilde elektriksel olarak yüklenir, bu elektriksel alan oldukça güçlü bir enerji ortaya çıkarabilmektedir. Yıldırım hadisesinde ise yerle zıt yüklere sahip bulut tabanı arasında elektriksel bir boşalım meydana gelir ve yine aynı atmosferik şartlar burada da geçerlidir.

Genel olarak her iki hadise için de atmosferde kararsızlığın olması gerekmektedir. Kararsız atmosfer sıcaklığın yükseklikle değişim gösterdiği, çalkantı ve rüzgâr kaymalarının olduğu ve genellikle yer yüzeyine yakın yerlerde sıcak havanın yükselerek soğumaya devam edene kadar yükseldiği atmosfer koşullarını temsil etmektedir. Eğer yükselen hava kütlesinin sıcaklığı çevresindeki havadan yüksekse, bu hava kütlesi yükselmeye devam eder. Bu hava kütlesi ısı kaybedip soğuyarak yükselmesine devam ederken içerisinde ihtiva ettiği nem yoğunlaşır ve bulut oluşumu meydana gelir. Fırtına bulutlarında kararsız atmosfer yukarıya doğru hareketi destekler ve düşey gelişimli bulut tiplerinin (Kümülüs, kümülonimbüs, kule yapmış kümülonimbüs) oluşmasını sağlar (Şekil 2.3).

Oraj hadiseleri yıldırım ve şimşek eşliğinde meydana gelen ve genellikle kümülonimbüs bulutu ile görülen meteorolojik bir hadisedir. Burada görülen her oraj hadisesinde yıldırım ve şimşekten söz edilebilir, ama tersi durum için her yıldırım ve şimşek hadisesi olduğunda oraj olmayabilir. Çoğunlukla orajla birlikte meydana

gelen yıldırım ve şimşek aynı zamanda çok nadiren de görülse şiddetli kar fırtınaları, büyük kasırgalar, orman yangınları ve volkanik patlamalar sırasında da görülebilmektedir. Orajlar 50 knot'ı aşan şiddetli rüzgârları, aşırı yağışları ve doluyu meydana getirebilirler. Şiddetli rüzgârlar genellikle fırtına çekirdeğinden dışarıya doğru her yöne hareket ederek kilometrelerce yol katedip, geçtiği yerler üzerinde ani sıcaklık düşüşlerine ve bağıl nemin yükselmesine sebep olurlar. Çok daha şiddetli rüzgârlar bulut içerisinde hareket ederek tornado oluşumuna sebebiyet verip, güçlü kararsızlık ve elektrikleşmeye bağlı olarak şimşek ve yıldırım oluşumuna da neden olurlar.

Yıldırım ve şimşek hadiselerine en çok neden olan oraj hadiselerinin oluşumunda birkaç meteorolojik koşul büyük önem taşımaktadır. Bunlardan ilki cephesel, orografik, termal veya yukarı seviye kaldırma kuvvetinin mevcut olması gerekmektedir. Diğer yandan kararsız atmosfer koşulları ve yeterli miktarda nem de oraj oluşumu için gereken temel parametrelerdir (Meted, 2016).

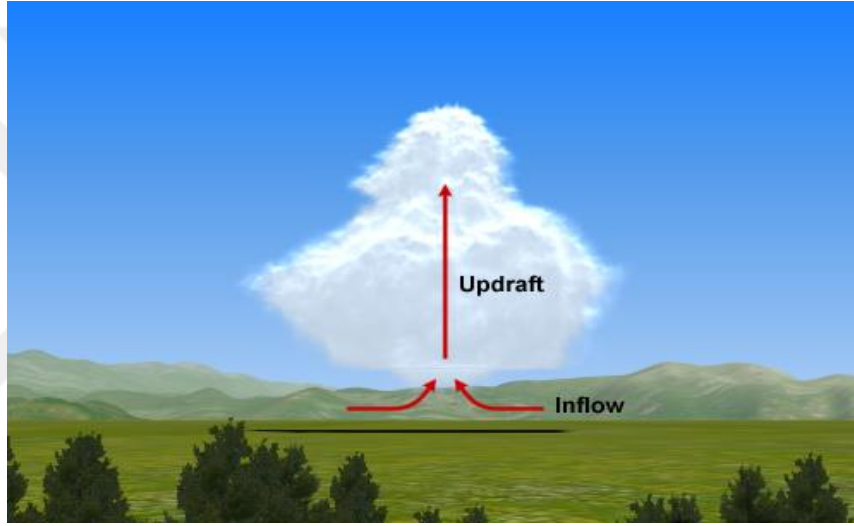


Şekil 2.3 : Adyabatik olmayan ısınma ve soğuma süreci (Meted, 2016).

Yukarıdaki şekilden de görüleceği üzere yer üzerindeki ısınma nedeniyle üzerindeki hava ısınarak içerdiği nem ile birlikte yukarıya doğru hareket etmektedir. Havanın kararsızlığı kümülonimbüs bulutunun oluşumunu desteklemekte ve hava kütlelerinin içerdiği nem bulut içerisinde yağış oluşumunun başlamasına olanak sağlamaktadır. Yağışa geçen su damlacıklarının yere doğru düşmeye başlamasını takiben bu damlacıklardan bazıları buharlaşır ve havayı soğutur. Böylece hamleli rüzgârlar oraj oluşumuna ve dolayısıyla yıldırım ve şimşek oluşumuna imkân sağlar.

Oraj oluşumu 3 farklı adımdan meydana gelmektedir. İlk olarak yukarıda bahsedilen 3 önemli meteorolojik koşulun sağlanmasından sonra kümülüs bulutu oluşumu ile başlayan bir gelişim basamağı görülür. Daha sonra fırtına bulutu ikinci basamakta tam anlamıyla olgunlaşır ve son şeklini alır. Daha sonra son basamakta kümülonimbüs bulutu dağılmaya başlar ve oraj sona erer.

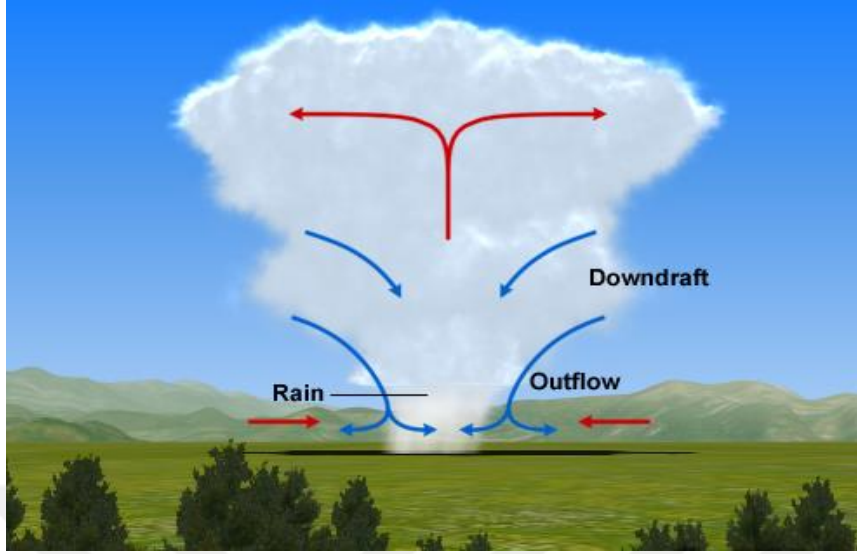
Oraj oluşumunu meydana getiren 3 basamağı daha detaylı inceleyecek olursak, ilk adımda yükselen sıcak ve nemli hava kubbe, kule veya höyük şeklinde bir cümülüs bulutunun oluşmasını sağlar. Karnıbahara benzeyen bu bulut türü meydana gelecek olan orajın ilk aşamasıdır. Burada genellikle bulut taban nispeten daha karanlık ve düz iken, bulut tepesi çoğunlukla parlak ve beyazdır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 : Kümülüs bulutunun gelişme evresi (Meted, 2016).

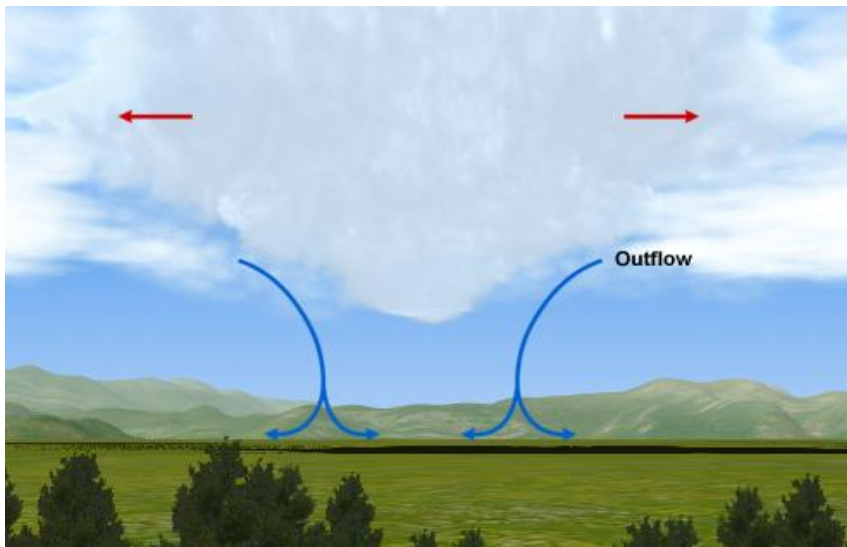
İkinci adım olan olgunlaşma aşaması en hareketli olayları içerisinde barındıran aktif bir adımdır. Yıldırım, şimşek ve gök gürültüsü ilk olarak bu adımda görülmeye başlar ve ayrıca fırtına döngüsünün de en etkin olduğu adımdır. Yukarı ve aşağı yönlü güçlü hava akımlarının sebebiyet verdiği kuvvetli fırtınalar da bu adımda meydana gelmektedir. Kümülonimbüs adı verilen olgunluk aşamasında cümülüs bulutunun gelişmesiyle meydana gelen bu bulut türü tek bir bulut kütlesi olarak veya karmaşık bulutların bir çizgi şeklinde şekillenmesiyle son derece yoğun nem içeriğini ihtiva edecek şekilde dikey olarak gelişimini bu aşamada tamamlar. Bu aşamada görülen bulut tabanı oldukça karanlık ve dağınık bir görünüme sahiptir. Bulut tepesinde örs şeklinde bir ayırım meydana gelir. Eğer yeteri miktarda nem, atmosferik kararsızlık ve yukarı hareket mevcutsa bulut tepesi tropopoza kadar

ulaşabilmekte ve burada bulut tepesinde oluşan örs şeklindeki çıkıntı düzleşmiş bir hal alır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : Kümülüs bulutunun kümülonimbüs bulutuna evrimi (Meted, 2016).

Üçüncü adım olan dağılım aşamasında tüm kümülonimbüs bulutu içerisinde aşağı yönlü hareketler mevcuttur. Yukarı doğru hareketin olmadığı bu aşamada nem ve enerji yukarıya taşınmadığı için fırtına beslenemeyecek ve fırtına çekirdeği çökmeye başlayacaktır. Ortaya çıkan bu durum yağmur eşliğinde aşağıya doğru güçlü hamleli rüzgârların oluşmasına neden olmaktadır. Yağış, yıldırım ve şimşek aktiviteleri bu aşamada hızlı bir şekilde sona erer ve sonunda aşağı yönlü rüzgârlar ve yağışlar da kesilerek oraj ömrünü tamamlar (Şekil 2.6) (Meted, 2016).



Şekil 2.6 : Kümülonimbüs bulutunun dağılma evresi (Meted, 2016).

2.3 Yıldırım ve Şimşek Çeşitleri

Atmosferde görülen 7 farklı tipte yıldırım ve şimşek türü bulunmaktadır, bunlar;

- Topçuk biçiminde şimşek: Şimşeğin nadiren görülen bir formudur. Genellikle kalıcı ve hareket eden parlak beyaz veya başka renk formunda küre olarak görülür.
- Roket biçiminde yıldırım: Şimşeğin çok nadiren görülen ve açıklanamayan bir formudur. Yıldırımın çakmasının yayılma hızı gözle algılanabilecek kadar yavaştır.
- İnci kolye biçiminde yıldırım: Yıldırımın nadir görülen bir formudur. Zincir şeklinde şimşek ya da boncuk şeklinde şimşek olarak da adlandırılır. Elektrik boşalımı sırasında boşaltım kanalı üzerinde parlaklık değişimleri bir dizi inci benzeri anlık bir görüntü ortaya çıkmasına neden olur.
- Şerit biçiminde Yıldırım: Sıradan bir bulut-yer arasında meydana gelen yıldırım türüdür. Çok şiddetli bir rüzgârın gözlemcinin görüş açısına dik olacak şekilde estiği durumlarda yıldırım paralel ışıık çizgileri şeklinde bir şerit içinde yatay olarak yayılıyor gibi görülür.
- Çatallı yıldırım: Bu yıldırım türünde ana deşarj kanalından birçok ışıık dalı görülebilmektedir.
- Yaprak biçiminde yıldırım: Bu yıldırım türünün popüler ismi bulut deşarjıdır. Yayılan ışıık dağınık görünür ve ana kanal bulut tarafından örtüldüğü için görünür değildir.

Çizgi biçiminde şimşek/yıldırım: Bu şimşek/yıldırım türünde ana tahliye kanalı oldukça belirgindir. Ana kanaldan dışarıya doğru eğri büğrü ve dallanmış şekilde dalları olmakla birlikte buluttan havaya doğru veya bulut ile yer arasında görülmektedir (UK Met Office, 2016).



3. VERİ VE YÖNTEM

3.1 Çalışma Alanı ve Veri

Bu çalışmada ilk olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)’den alınan, Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan 11 adet Uluslararası ve Ulusal Havalimanına ait, Havacılık Amaçlı Rutin Hava Raporu (METAR) ve Havacılık Amaçlı Seçilmiş Özel Hava Raporu (SPECI), 01/01/2001 ile 31/12/2015 tarihleri arası (15 yıllık periyot) için analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan havalimanlarının harita üzerindeki konumları Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1 : Çalışmada kullanılan raporların yayınlandığı havalimanları (Google Earth, 2016).

Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan 11 adet havalimanının 4’ü uluslararası havalimanı (İstanbul Atatürk Havalimanı, İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı, Bursa Yenişehir Havalimanı ve Tekirdağ Çorlu Havalimanı), kalan 7’si ise ulusal

havalimanlarıdır (Balıkesir Kocaseyit Havalimanı, Çanakkale Havalimanı, Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı, Balıkesir Havalimanı, Balıkesir Bandırma Havalimanı, İstanbul Samandıra Havaüssü, Yalova Havaüssü-Taşköprü Havaalanı). Uluslararası havalimanlarında METAR rasatları yarım saatlik periyotlar halinde verilmektedir. Diğer yandan ulusal havalimanlarında METAR rasatları birer saatlik periyotlar halinde verilmektedir. SPECI rasatları ise tüm havalimanları için, 2 METAR rasatı arasında önemli bir hadisenin vuku bulması durumunda yapılmaktadır. Bu raporlarda gözlemlenen TS kodlu yani oraj aktivitelerinin yaşandığı durumlar çıkartılarak tüm meteorolojik gözlemler de değerlendirilerek detaylı inceleme yapılmıştır. Çalışmada analiz edilen havalimanlarına ait tüm bilgiler Çizelge 3.1’de verilmiştir. Bu Çizelgede yer alan havalimanlarının denize yakınlık bilgileri ile ilgili olarak ilerleyen bölümlerde ayrıca bir analiz yapılacaktır.

Çalışmada kullanılan METAR ve SPECI verilerinin anlamlı veri kategorisindeki yüzdeleri (İstasyon bazında tüm periyot dahilinde rasat edilen verilerin her bir istasyon için rasat edilmesi gereken tüm verilere oranı);

%98,03-LTBA, %97,61-LTBF, %97,15-LTFJ, %96,79-LTBG, %94,95-LTBQ, %90,37-LTBU, %82,30-LTBR, %56,09-LTBP, %36,62-LTFD, %34,51-LTBH ve %30,73-LTBX’dir.

Çalışmanın ikinci aşamasında Öztopal’ın Türkiye üzerindeki yıldırım ve şimşek (lightning) klimatolojisinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmadan temin edilen “Lightning Strikes” yıldırım-şimşek çakma verileri 01/01/2008-31/12/2014 yılları arası (7 yıllık periyot) için analiz edilmiştir (Öztopal, 2016). Veri içeriğine bakıldığında belirli periyotlar dahilinde seçilen koordinatlar doğrultusunda (Burada havalimanı koordinatları merkez alınmıştır) 12,5 km ve 25 km yarıçaplı geniş bir alan dahilinde olmak üzere meydana gelen yıldırım-şimşek hadiselerinin 2 ayrı analiz yapılmış olup, bu bölgelerde yaşanan yıldırım-şimşek çakma sayıları ve yıldırım-şimşek çakmasının yaşandığı durumlar ayrıntılı olarak analiz edilmiştir.

Çizelge 3.1 : Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan havalimanlarına ait bilgiler (FGA, 2016).

İl	Havalimanı	Kullanım	IATA	ICAO	Enlem-Boylam	Rakım	Pist_1	Pist_2	Pist_3	Pist_1	Pist_2	Pist_3	Denize	Açılış
							Uzunluk	Uzunluk	Uzunluk	Genişlik	Genişlik	Genişlik	Yakınlık	Tarihi
İstanbul	Atatürk Havalimanı	Sivil	IST	LTBA	40°58'34.00"K - 28°48'51.00"D	49 m	3000 m	3000 m	2300 m	45 m	45 m	60 m	1800 m	1953
İstanbul	Sabiha Gökçen Havalimanı	Sivil	SAW	LTFJ	40°53'54.00"K - 29°18'33.00"D	95 m	3000 m	-	-	45 m	-	-	5320 m	2001
Bursa	Yenişehir Havalimanı	Sivil - Askeri	YEI	LTBR	40°15'18.00"K - 29°33'45.00"D	100 m	3000 m	3000 m	-	45 m	30 m	-	14000 m - 40000 m	2000
Tekirdağ	Çorlu Havalimanı	Sivil - Askeri	TEQ	LTBU	41° 8'18.00"K - 27°55'9.00"D	31 m	3000 m	-	-	45 m	-	-	14100 m	1998
Yalova	Yalova Havaüssü - Taşköprü Havalanı	Sivil - Askeri	TYA	LTHP	40°41'11.00"K - 29°22'48.00"D	-	1400 m	1400	-	-	-	-	12000 m	-
İstanbul	Samandıra Havaüssü	Askeri	-	LTBX	40°59'34.00"K - 29°12'56.00"D	123 m	1380 m	763 m	-	-	-	-	11000 m	1988
Balikesir	Bandırma Havalimanı	Sivil - Askeri	BDM	LTBG	40°19'4.00"K - 27°58'39.00"D	52 m	3000 m	-	-	45 m	-	-	4000 m	-
Balikesir	Balikesir Havalimanı	Sivil - Askeri	BZI	LTFB	39°37'9.00"K - 27°55'33.00"D	104 m	2990 m	-	-	45 m	-	-	86000 m	1998
Kocaeli	Cengiz Topel Havalimanı	Sivil - Askeri	KCO	LTBQ	40°44'6.00"K - 30° 4'60.00"D	56 m	2990 m	-	-	30 m	-	-	1400 m	2011
Çanakkale	Çanakkale Havalimanı	Sivil - Askeri	CKZ	LTBH	40° 8'15.00"K - 26°25'36.00"D	7 m	2300 m	-	-	45 m	-	-	2000 m	1995
Balikesir	Kocaseyit Havalimanı	Sivil	EDO	LTFD	39°33'16.00"K - 27° 0'49.00"D	5 m	3000 m	-	-	45 m	-	-	5080 m	1997

3.2 METAR ve SPECI Raporları

Havacılık amaçlı olarak birçok meteorolojik rapor çeşiti bulunmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanlar; METAR, SPECI, TAF ve SIGMET raporlarıdır. Bahsi geçen bu raporlar Dünya Meteoroloji Örgütü kriterleri dahilinde yayınlanmaktadır ve dünya üzerindeki tüm merkezlere yayınlanması zorunludur. Bu raporların yayınlanmasının asıl sebebi havayolu işletmesinin sefer düzenlemek istediği takdirde gerekli tüm bilgilerden haberdar olabilmesi ve bu doğrultuda gereken tüm tedbirleri almasına olanak sağlamasıdır. METAR Raporları havacılık amacıyla yayınlanan rutin hava raporlarıdır. Bölgesel anlaşmalar gereği düzenli aralıklarla (Uluslararası meydanlarda 30 dakika, ulusal meydanlarda 1 saat aralıklarla) yayınlanan bu raporlar belirli havaalanındaki hüküm süren meteorolojik koşulları göstermektedir. METAR bilgileri uçuş öncesinde veya uçuş esnasında pilotlar için kalkış, varış veya yedek havalimanlarındaki meteorolojik koşullar hakkında bilgi vererek pilotların meydanlarda hakim olan hava hadiselerinden haberdar olmasını sağlar. METAR ismi genel olarak havacılık amaçlı rutin hava raporunun kod ismidir. Bu kod ismi ayrı ayrı hazırlanan her raporun başında yer alır ve bu kodu takiben yayını yapan havalimanına ait istasyon indikatörü ve gözlem zamanı da belirtilir.

METAR kodlamaları 13 bölümden meydana gelmektedir. İlk 3 bölüm haricinde (Rapor tipi, Raporun ait olduğu meydanın ICAO kodu ve tarih/saat grubu) her bölümde belirli bir meteorolojik parametre ile ilgili olarak bilgiler verilmektedir. METAR kodlamaları aşağıdaki gruptan oluşmaktadır;

- 1. Bölüm: Rapor tipi
- 2. Bölüm: Raporun ait olduğu meydanın ICAO kodu
- 3. Bölüm: Tarih/Saat grubu
- 4. Bölüm: Rüzgâr bilgisi
- 5. Bölüm: Meteorolojik görüş bilgisi
- 6. Bölüm: RVR (Pist görüş mesafesi) bilgisi
- 7. Bölüm: Hava hadiseleri
- 8. Bölüm: Bulut bilgisi
- 9. Bölüm: Sıcaklık ve ışıba bilgisi
- 10. Bölüm: Basınç bilgisi
- 11. Bölüm: Geçmiş hava bilgisi

- 12. Bölüm: Rüzgâr kesmesi (Wind shear) bilgisi
- 13. Bölüm: Gelecek hava bilgisi

Yıldırım ve Şimşek hadiselerinin meydana geldiği durumları gösteren “Oraj” hadiseleri METAR raporlarında 7. Bölüm (Hava hadiseleri) ve 11. Bölüm (Geçmiş hava bilgisi) içerisinde TS ve türevleri şeklinde kodlanmaktadır. 7. Bölümde hava hadiseleri ile ilgili bilgi verilirken bölüm içerisinde 3 grupta bilgi verilmektedir. Bölüm içerisinde oraj (TS), yağmur ve oraj (TSRA), kar ve oraj (TSSN), pus ve oraj (TSBR), yağmur, dolu ve oraj (TSGRRA), karla karışık yağmur ve oraj (TSSNRA), dolu ve oraj (TSGR), toz pusu ve oraj (TSHZ), sağanak yağmur ve oraj (TSSHRA), meydan civarında sağanak ve oraj (VCSHTS) ve meydan civarında oraj (VCTS) gibi hadiseler yer almaktadır. METAR raporları bu çalışmada ele alınan 11 havalimanının 4’ünde uluslararası meydan olmasından ötürü 30 dakikalık aralıklarla yayınlanan raporlar dikkate alınarak analiz yapılmıştır. Aynı şekilde kalan 7 havalimanının ulusal meydan olmasından dolayı bu meydanlarda 1’er saatlik aralıklarla METAR raporları yayınlandığı için analizler bu aralık dikkate alınarak yapılmıştır (Ertaş, 2004).

SPECI, havacılık amaçlı seçilmiş özel hava raporunun kod ismidir. Bu raporlar iki METAR raporu arasında (30 dk veya 1 saat), havacılık faaliyetlerini etkileyecek önemli bir meteorolojik hadisenin veya hadiselerin vuku bulması durumunda, METAR raporuna ilave ya da tamamlayıcı bilgi olarak meydana gelen gelişmelerden haberdar etmek amacıyla yayınlanan özel raporlardır. SPECI raporları uluslararası meydanlarda 20 geçe ve 50 geçe, ulusal meydanlarda da 50 geçe haricinde tüm zamanlarda yayınlanabilmektedir. Bir havalimanında meteorolojik şartların kötüye gitmesi durumunda SPECI raporu hakim olan gözlemden hemen sonra yayınlanır. Tam tersi durumda yine hakim meteorolojik şartların iyiye gitmesi durumu geçerli ise öncelikle rapor yayınlanmadan 10 dakika beklenir ve bu süre zarfında gözlemde önemli bir değişim olmaması durumunda bu rapor yayınlanır. Eğer bazı değişimler bu süre içerisinde meydana gelmişse bu değişiklikler rapora yansıtılır ve bu SPECI raporu merkeze gönderilir. SPECI raporu format olarak METAR raporunun tamamen aynısıdır. Sadece 1. Bölüm’de METAR kod ismi yerine SPECI kod ismi yazılır ve geri kalan bölümler benzer şekilde kodlanarak rapor yayınlanır. Oraj Hadisesi gibi METAR raporlarında 7. Bölüm’de ve 11. Bölüm’de yayınlanan önemli hadiselere ek olarak SPECI raporları donan yağış, donan sis, hafif/mutedil/sağanak/kuvvetli

yağışlar, alçak seviyelerde toz/kum/kar sürülmesi, savrulan toz/kum/kar, toz fırtınası, kum fırtınası, squall, hortum bulutu gibi hava hadiselerinin gözlemlenmesi durumunda da yayınlanmaktadır. Ayrıca diğer bölümlerdeki hadiseler de meydana gelen yer rüzgârı ile ilgili değişimler, meteorolojik rüyet ile ilgili değişimler, pist görüş mesafesi ve bulutluluk ile ilgili önemli değişimler de bu rapor yayınlanmaktadır (Ertaş, 2004).

3.3 Yıldırım-Şimşek Çakma Verileri

Bu çalışmada kullanılan yıldırım-şimşek çakma verileri Öztopal'ın Türkiye üzerindeki yıldırım ve şimşek (lightning) klimatolojisinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmadan temin edilmiştir (Öztopal, 2016). Kullanılan veriler bulut içi, bulutlar arası ve buluttan dışarıya doğru olan ama yerle temas etmeyen şimşek verilerini de kapsamaktadır.

Met Office, VLF Lightning Location Network (çok düşük frekanslı yıldırım-şimşek tespit ağı) sistemini 1987 yılında kurmuştur. 2007 yılında system geliştirilmiş ve şu anda kullanılan system ATDnet (Arrival Time Differencing Network) halini almıştır. Geliştirilen bu sistem uzun menzillerde ve yüksek frekansta ürün elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

Yıldırım-şimşek çaktığı zaman radyo dalga darbeleri gönderilir ve bu darbeler yıldırım-şimşek çakmalarını tespit etmede kullanılır. Satın alınan veriler çok düşük frekansta bu darbeleri algılar ve kullanılan radyo dalgası frekansları normal radyo dalgaları frekansından çok daha düşük frekansa sahiptir. Bu darbeler “sferics” olarak da bilinir ve çok büyük mesafeler alma kapasitesine sahiptirler. Bunun nedeni ise bu darbeler dünyanın yüzeyi ile yukarı atmosferde yer alan iyonosfer tabakası arasında bir fiber optik kablo içinde seyahat eder gibi ışığa benzer bir şekilde yol alırlar.

Özel sensörler “sferic” olarak da adlandırılan darbeleri tespit edebilirler, fakat fırtınanın veya orajın tam olarak yerini tespit etmek için dünya üzerinde yerleştirilmiş olan 11 adet ağ sensöründen de bilgi alınması gerekmektedir. Çakma olduğu zaman farklı zamanlardaki yıldırım-şimşek pozisyonu multi-lateration yöntemi ile orajın yerini tam olarak tespit etmede kullanılabilir. Konumlandırılmış olan 2 sensör arasında farklı zamanlarda yakalanan bu çakmaların

iki sensör arasında tespit edilmesi için geçen zamana “varış zamanı farklılığı” adı verilir (UK Met Office, 2016).

3.4 Threat Score İndeks ve Equitable Threat Score

Bu çalışmada insan gözlemlerine dayalı METAR ve SPECI raporları ile aletli ölçüm esasına dayalı yıldırım-şimşek çakma verileri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için literatürde yer alan ekstrem olayların arasındaki ilişkileri tespit etmede kullanılan 2 yöntem kullanılmıştır. İlk yöntem “TS Metot” olarak da adlandırılan 2*2 olasılık tablosunun kullanıldığı “Threat Score Index”dir. Diğer yöntem ise yine 2*2 olasılık tablosunun kullanıldığı Equitable Threat Score’dur (CAWCR, 2016).

3.4.1 Threat Score İndeksi (Critical Success İndeks - TS, CSI)

Bu yöntem 2 farklı gözlem sonucunda elde edilen veriler arasında nasıl bir ilişki olduğunu ortaya koymada kullanılan bir yöntemdir. 2*2 olasılık tablosunda 4 adet parametre yer almaktadır (Çizelge 3.2). Bu parametreler girdi olarak işleme koyulduğunda insan gözlemi sonucu elde edilen veriler ile aletli gözlem sonucunda elde edilen verilerin karşılaştırması yapılmış olacaktır.

Çizelge 3.2 : 2*2 Olasılık Tablosu (Contingency Table) (CAWCR, 2016).

Yıldırım Çakma Dedektöründen Elde Edilen Veriler	METAR-SPECI Raporlarından Elde Edilen Veriler		
	Var	Yok	Toplam
Var	a	b	a+b
Yok	c	d	c+d
Toplam	a+c	b+d	a+b+c+d=n

Yukarıdaki Çizelgede görüldüğü üzere a, b, c ve d olmak üzere 4 adet girdi parametresi mevcuttur. Burada “a” parametresi hem METAR-SPECI Raporlarında gözlenen hem de Yıldırım-Şimşek Çakma Dedektöründe gözlenen her ikisinde de yıldırım-şimşek vakasının olduğu durum sayılarını göstermektedir. “b” parametresi ise Dedektörde tespit edilen ama Raporlarda yer almayan durumların sayısını, “c” parametresi Raporlarda tespit edilen ama Dedektörde tespit edilmeyen durumları, son olarak da “d” parametresi her iki gözlem türünde de tespit edilemeyen durum sayılarını temsil etmektedir. Threat Score İndeksi hesaplama yöntemi ise aşağıdaki gibidir (3.1).

$$TS= CSI= a/(a+b+c) \quad (3.1)$$

0 ile 1 arasında değerler alan TS İndeksine göre “0” değeri iki gözlem arasında hiçbir ilişkinin olmadığını, “1” değeri ise iki gözlem arasında %100’lük bir ilişki olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla “1” e yakın değerler iki gözlem arasındaki ilişkinin daha anlamlı olduğunu, “0” a yakın değerler ise iki gözlem arasındaki ilişkinin daha anlamsız olduğunu göstermektedir. Genellikle bu yöntem tornado, oraj, yıldırım ve şimşek tespit etme yöntemlerinde kullanılan yöntemleri karşılaştırmada ve geçmiş verilerin eğitilerek ileriye dönük tahminler yapılmasında kullanılmaktadır (CAWCR, 2016).

3.4.2 Equitable Threat Score

Bu yöntemde yine ilk yöntemde olduğu gibi 2*2 olasılık tablosu kullanılmaktadır. Bu yöntemde özellikle hangi gözlem türünün daha iyi olduğunu tespiti yapılmış olacaktır. Girdi parametreleri tamamen aynı olmakla birlikte Equitable Threat Score hesaplama yöntemi aşağıdaki gibidir (3.2).

$$n = a+b+c+d$$

$$a_r = (a+b)(a+c)/n \text{ olmak üzere;}$$

$$ETS = (a - a_r) / (a + b + c - a_r) \quad (3.2)$$

Bu yöntemde ETS değeri -1/3 ile 1 arasında değerler almaktadır. Yine en yüksek değer olan “1” değeri iki gözlem arasında %100’lük bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Diğer yandan “0” ve daha küçük değerler ise gözlem verileri arasında çok iyi bir ilişki olmadığını göstergesidir (CAWCR, 2016).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 METAR ve SPECI Verilerinin Analizi

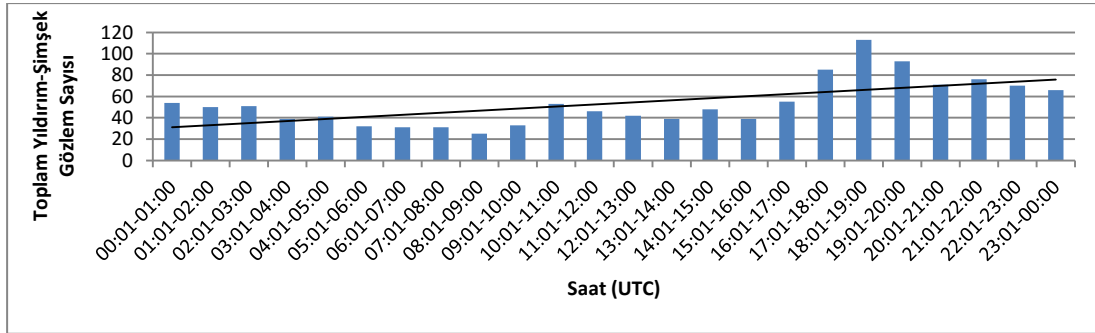
Çalışmada ilk olarak METAR ve SPECI verileri 2001-2015 yılları arası 15 yıllık periyot dahilinde 4'ü uluslararası ve 7'si ulusal havalimanı olmak üzere toplam 11 havalimanı için analiz edilmiştir. Veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmış olup, seçilen her bir havalimanı için yayımlanan rasatlar neticesinde düzenlenerek çalışmada kullanılacak hale getirilmiştir. Bu doğrultuda ilk olarak 11 istasyon için ayrı ayrı 15-yıllık, günlük-saatlik toplam oraj hadisesinin rasat edildiği raporlar ayıklanmış ve bilindiği gibi oraj hadisesinin olduğu durumlarda kesinlikle yıldırım-şimşek hadiseleri de gözlemlendiği için yıldırım-şimşek hadisesi olarak saatlik toplam istatistiki analizi yapılmıştır. Daha sonra her bir istasyon için yine aylık toplam ve yıllık toplam yıldırım-şimşek hadiseleri için istatistiki değerlendirme yapılmıştır. Literatürde yer alan bilgiler doğrultusunda yıldırım-şimşek hadisesi oluşumunda en etkili meteorolojik parametrelerden biri olan sıcaklık değerleri için her istasyon bazında eşik değerler ortaya konulmuş ve ortalamalar belirlenmiştir. Son olarak yine her bir istasyon bazında ayrı ayrı yapılan değerlendirmelerden biri olarak meydana gelen oraj hadisesine paralel olarak bu hadisenin havalimanı civarında herhangi bir bağımlı meteorolojik hadise ile mi (yağmur, kar, karla karışık yağmur, çisenti, dolu, pus, sis, donan yağmur vb.) yoksa tek başına mı meydana geldiği analiz edilmiştir. Her bir istasyon için ayrı ayrı yapılan bu analizlerin ardından, tüm istasyonların Marmara Bölgesi dahilinde genel profili ortaya koymak için bir bütün olarak analiz edilerek değerlendirmesi yapılmıştır. Havalimanları tarafından yayımlanan rasatlar doğrultusunda elde edilen ve çalışmada kullanılan verilerin anlamlılık düzeyleri (İstasyon bazında tüm periyot dahilinde rasat edilen verilerin her bir istasyon için rasat edilmesi gereken tüm verilere oranı); %98,03-LTBA, %97,61-LTBF, %97,15-LTFJ, %96,79-LTBG, %94,95-LTBQ, %90,37-LTBU, %82,30-LTBR, %56,09-LTBP, %36,62-LTFD, %34,51-LTBH ve %30,73-LTBX şeklindedir.

4.1.1 İstasyonların tekil analiz sonuçları

Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan 11 adet sivil-askeri, ulusal ve uluslararası havalimanına ait tekil değerlendirmeler bu bölümde yapılmıştır.

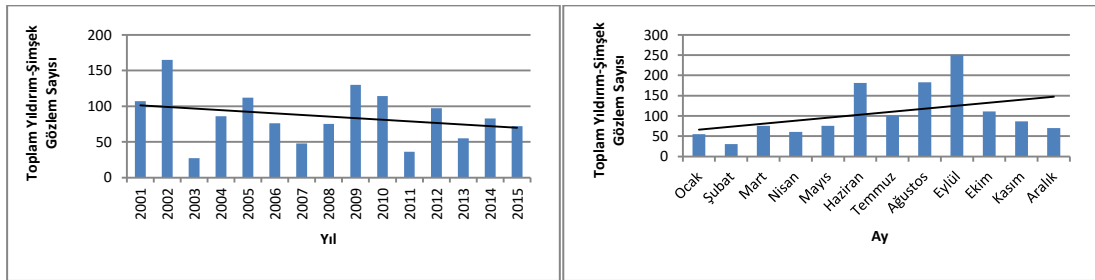
İstanbul Atatürk Havalimanı (LTBA)

İstanbul Atatürk Havalimanı'nda METAR ve SPECI rasatları bu havalimanının uluslararası bir havalimanı olmasından dolayı yarım saatlik periyotlar dahilinde yapılmaktadır. Saatlik periyota dönüştürülerek yıllık-saatlik toplamlar bazında yapılan sonuçlar Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Yıldırım-şimşek hadisesinin en çok görüldüğü saatler 17:00-22:00 (UTC) aralığındadır.



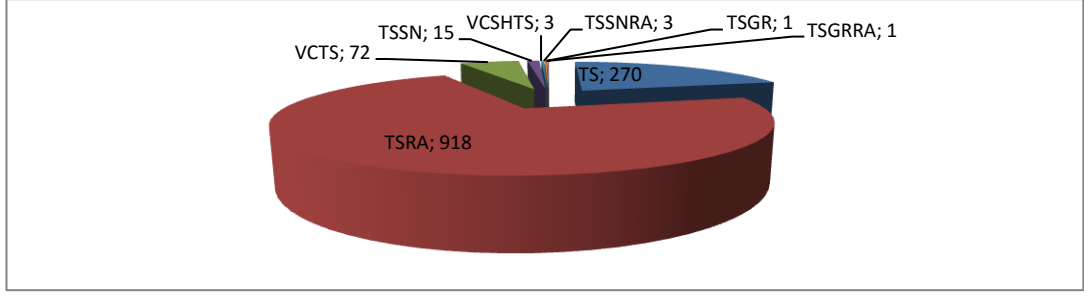
Şekil 4.1 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Seçilen periyot dahilinde yıldırım gözlem toplam sayılarının yıllık-saatlik analizi ve aylık-saatlik analizi Şekil 4.2'de verilmiştir. En çok gözlemin 2002 yılında yapıldığı periyotta azalan bir trend göze çarpmaktadır. Aylık bazda ise en çok yıldırımın Eylül, Ağustos ve Haziran aylarında gözlemlendiği görülmektedir.



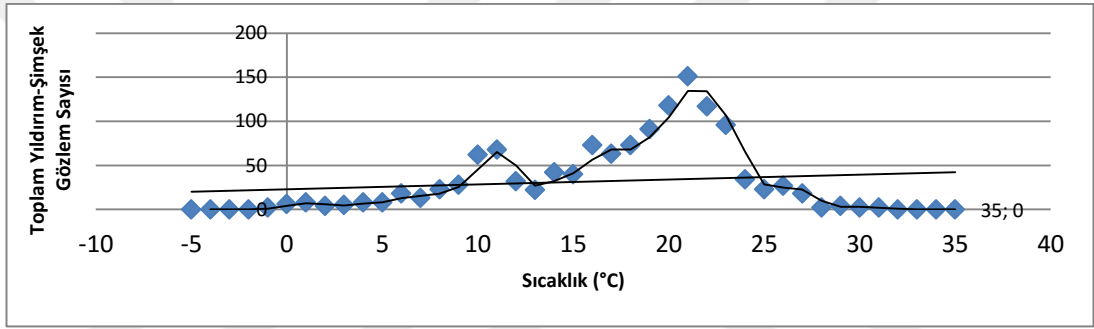
Şekil 4.2 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Havalimanında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz Şekil 4.3'de verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.3 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

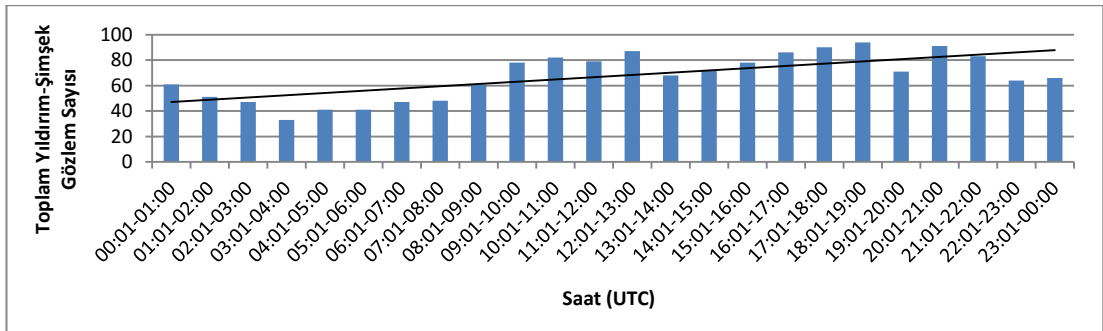
Oraj hadiselerinin ve meydana gelen yıldırım-şimşek olaylarının seçilen periyot dahilinde hangi sıcaklıklarda gözlemlendiğinin belirlendiği analiz sonuçları Şekil 4.4’de verilmiştir. En çok yıldırım-şimşek hadisesinin 21°C’de meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.4 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları

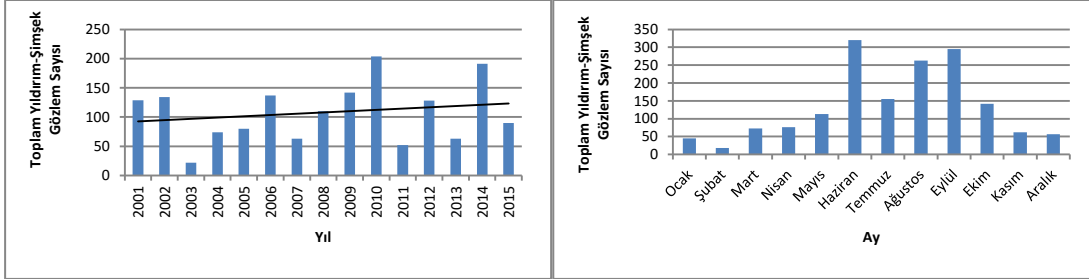
İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı (LTFJ)

İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan uluslararası bir havalimanıdır. METAR ve SPECI rasatlarının saatlik formata dönüştürülerek yapılan analizleri Şekil 4.5’de yer almaktadır. Gün doğumundan itibaren yıldırım-şimşek sayılarında artış gözlenmekle birlikte en çok 09:00-12:00, 15:00-22:00 (UTC) arasında yıldırım gözlenmektedir.



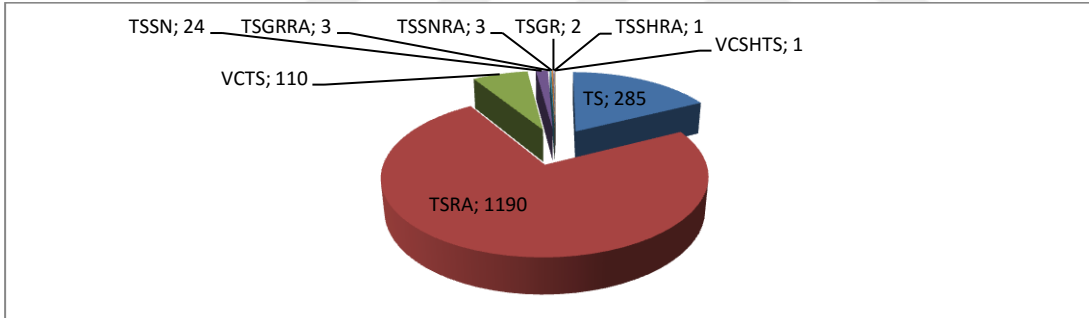
Şekil 4.5 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Seçilen periyot dahilinde yıldırım-şimşek gözlem toplam sayılarının yıllık-saatlik analizi ve aylık-saatlik analizi Şekil 4.6’da verilmiştir. En çok gözlemin 2010 yılında yapıldığı periyotta artan bir trend göze çarpmaktadır. Aylık bazda ise en çok yıldırım ve şimşegin Haziran, Eylül ve Ağustos aylarında gözlemlendiği görülmektedir.



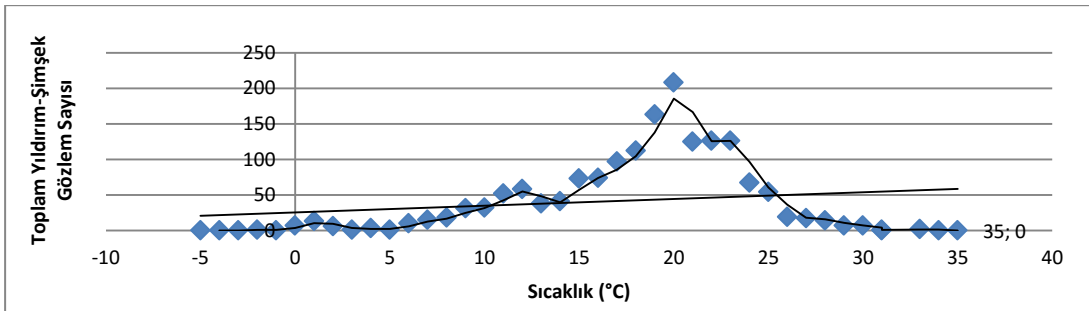
Şekil 4.6 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Havalimanında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz Şekil 4.7’de verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.7 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

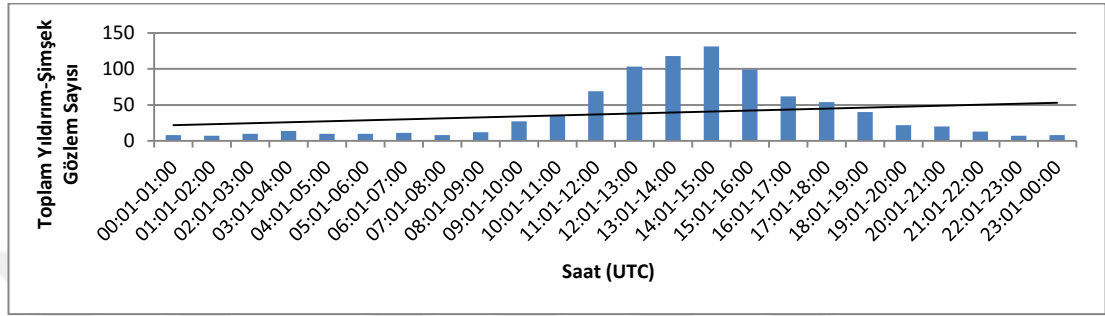
Oraj hadiselerinin ve meydana gelen yıldırım-şimşek olaylarının seçilen periyot dahilinde hangi sıcaklıklarda gözlemlendiğinin belirlendiği analiz sonuçları Şekil 4.8’de verilmiştir. En çok yıldırım- şimşek hadisesinin 20°C’de oluştuğu görülmektedir.



Şekil 4.8 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları

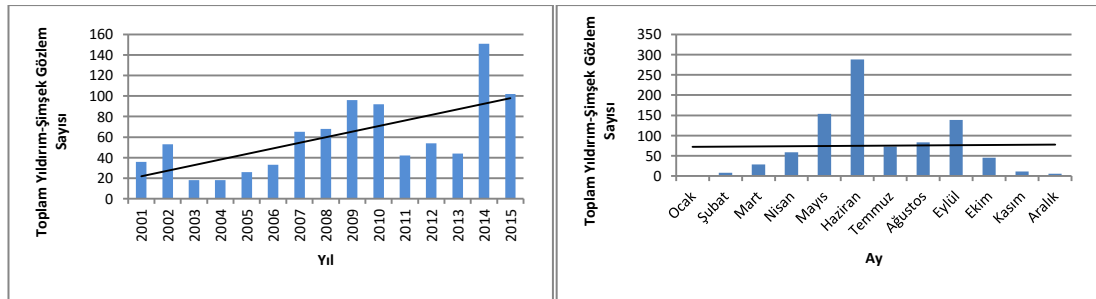
Bursa Yenişehir Havalimanı (LTBR)

Bursa Yenişehir Havalimanı Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan uluslararası bir havalimanıdır. METAR ve SPECI rasatlarının saatlik formata dönüştürülerek yapılan analizleri Şekil 4.9'da yer almaktadır. Gün doğumundan itibaren yıldırım-şimşek sayılarında artış gözlenmekle birlikte en çok 14:00-15:00 (UTC) arasında ve genel olarak en çok 12:00-16:00 (UTC) arasında gözlenmektedir.



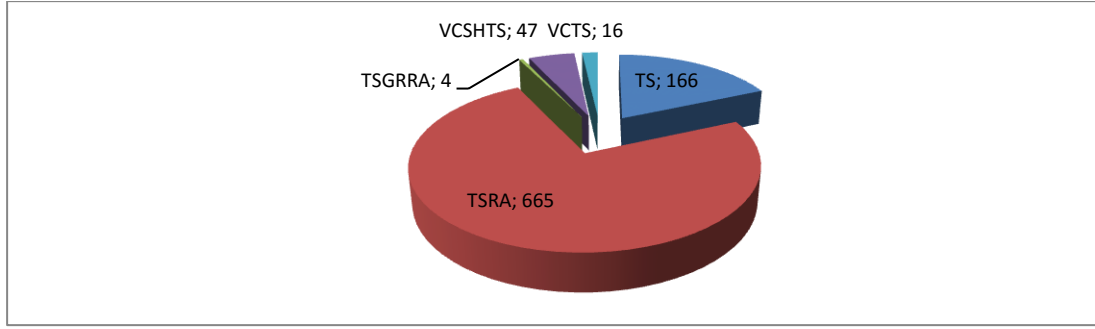
Şekil 4.9 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Seçilen periyot dahilinde yıldırım-şimşek gözlem toplam sayılarının yıllık-saatlik analizi ve aylık-saatlik analizi Şekil 4.10'da verilmiştir. En çok gözlemin 2014 yılında yapıldığı periyotta artan bir trend göze çarpmaktadır. Aylık bazda ise en çok yıldırım ve şimşeğin Haziran, Mayıs ve Eylül aylarında gözlemlendiği görülmektedir.



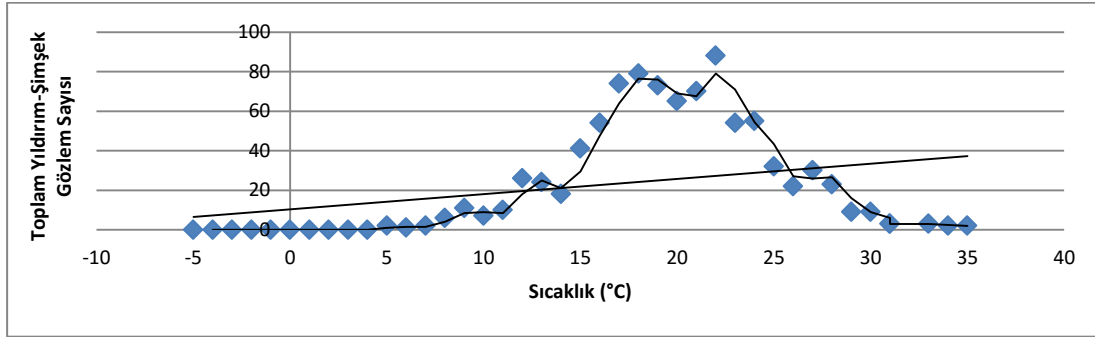
Şekil 4.10 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım gözlem sayıları

Havalimanında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz Şekil 4.11'de verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.11 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

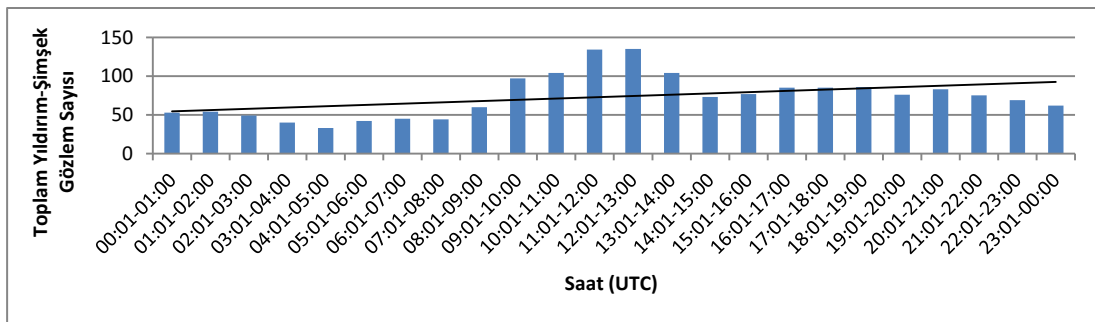
Oraj hadiselerinin ve meydana gelen yıldırım-şimşek olaylarının seçilen periyot dahilinde hangi sıcaklıklarda gözlemlendiğinin belirlendiği analiz sonuçları Şekil 4.12’de verilmiştir. En çok yıldırım hadisesinin 23°C’de oluştuğu görülmektedir.



Şekil 4.12 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları

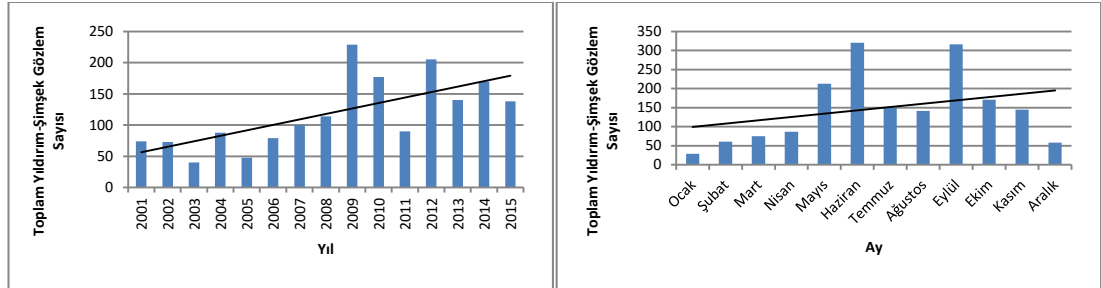
Tekirdağ Çorlu Havalimanı (LTBU)

Tekirdağ Çorlu Havalimanı Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan uluslararası bir havalimanıdır. METAR ve SPECI rasatlarının saatlik formata dönüştürülerek yapılan analizleri Şekil 4.13’de yer almaktadır. Gün doğumundan itibaren yıldırım-şimşek sayılarında artış gözlenmekle birlikte en çok 11:00-13:00 (UTC) arasında ve genel olarak en çok 09:00-14:00 (UTC) arasında gözlenmektedir.



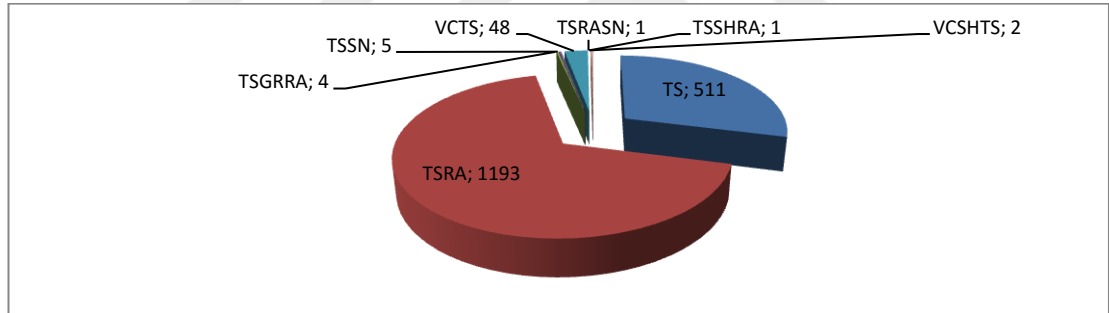
Şekil 4.13 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Seçilen periyot dahilinde yıldırım-şimşek gözlem toplam sayılarının yıllık-saatlik analizi ve aylık-saatlik analizi Şekil 4.14’de verilmiştir. En çok gözlemin 2009 yılında yapıldığı periyotta artan bir trend göze çarpmaktadır. Aylık bazda ise en çok yıldırım ve şimşegin Haziran, Eylül ve Mayıs aylarında gözlemlendiği görülmektedir.



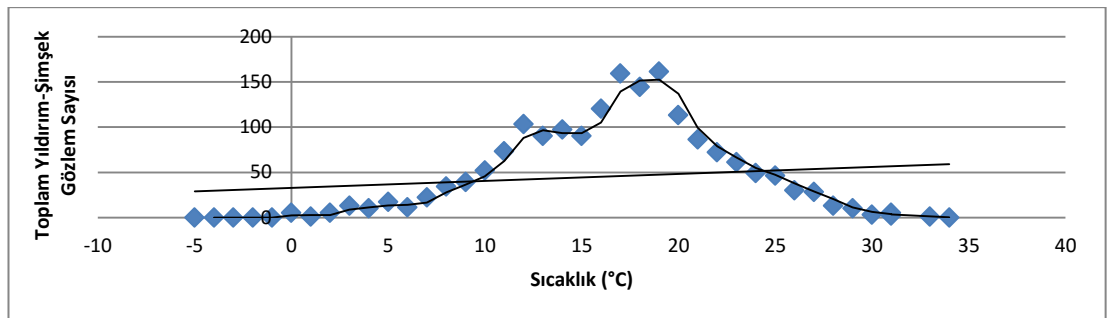
Şekil 4.14 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Havalimanında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz Şekil 4.15’de verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.15 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

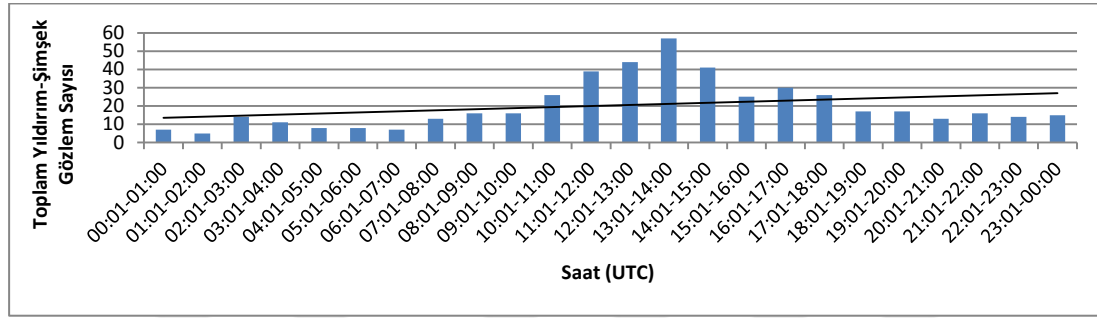
Oraj hadiselerinin ve meydana gelen yıldırım-şimşek olaylarının seçilen periyot dahilinde hangi sıcaklıklarda gözlemlendiği ait analiz sonuçları Şekil 4.16’da verilmiştir. En çok yıldırım-şimşek hadisesinin 19°C’de oluştuğu görülmektedir.



Şekil 4.16 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları

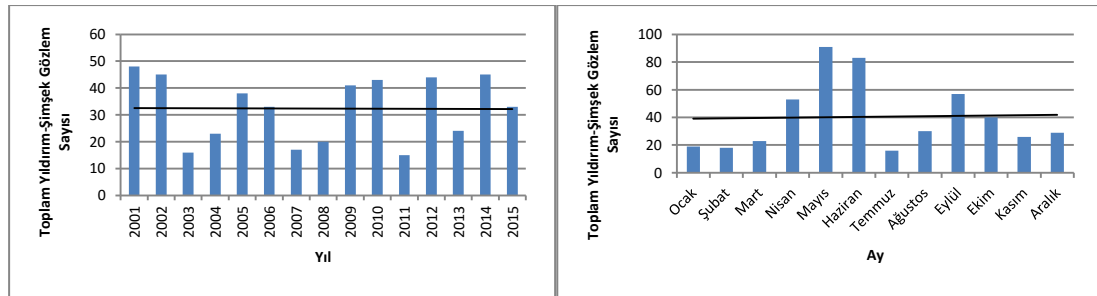
Balıkesir Havalimanı (LTBF)

Balıkesir Havalimanı Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan ulusal bir havalimanıdır. METAR ve SPECI rasatlarının saatlik analizleri Şekil 4.17’de yer almaktadır. Gün doğumundan itibaren yıldırım-şimşek sayılarında artış gözlenmekle birlikte en çok 13:00-14:00 (UTC) arasında ve genel olarak en çok 11:00-15:00 (UTC) arasında gözlenmektedir.



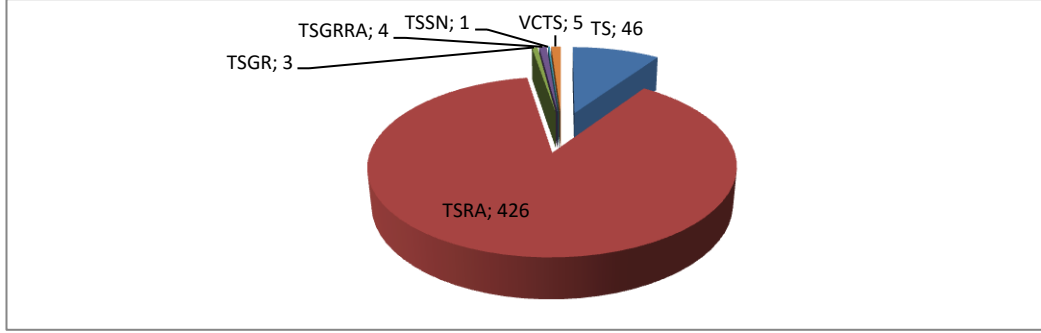
Şekil 4.17 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Seçilen periyotta yıldırım-şimşek gözlem toplam sayılarının yıllık-saatlik analizi ve aylık-saatlik analizi Şekil 4.18’de verilmiştir. En çok gözlemin 2009 yılında yapıldığı periyotta azalan-değişmeyen bir trend göze çarpmaktadır. Aylık bazda ise en çok yıldırım ve şimşegin Haziran, Eylül ve Mayıs aylarında gözlemlendiği görülmektedir.



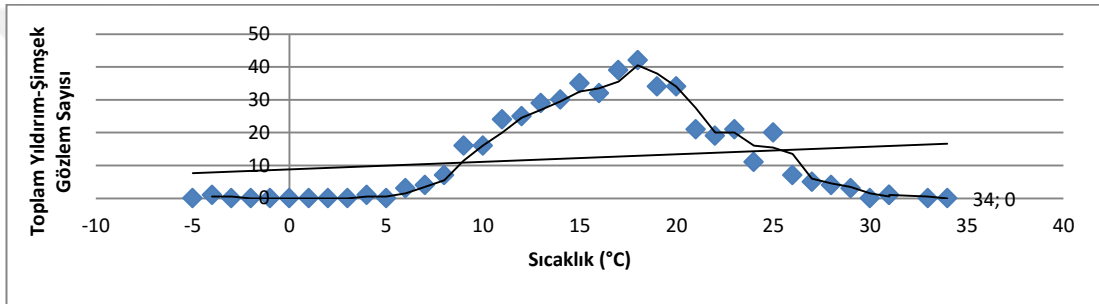
Şekil 4.18 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Havalimanında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz Şekil 4.19’da verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.19 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

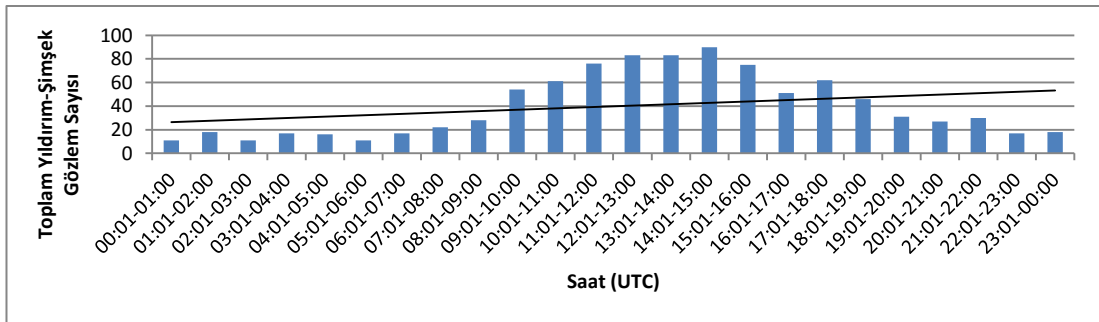
Oraj hadiselerinin ve meydana gelen yıldırım-şimşek olaylarının seçilen periyot dahilinde hangi sıcaklıklarda gözlemlendiğine ait analiz sonuçları Şekil 4.20’de verilmiştir. En çok yıldırım-şimşek hadisesinin 18°C’de oluştuğu görülmektedir.



Şekil 4.20 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları

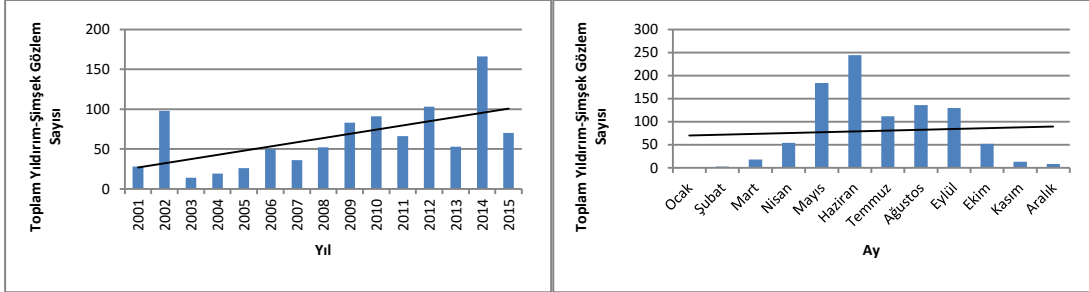
Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı (LTBQ)

Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan ulusal bir havalimanıdır. METAR ve SPECI rasatlarının saatlik analizleri Şekil 4.21’de yer almaktadır. Gün doğumundan itibaren yıldırım-şimşek sayılarında artış gözlenmekle birlikte en çok 14:00-15:00 (UTC) arasında ve genel olarak en çok 11:00-16:00 (UTC) arasında gözlenmektedir.



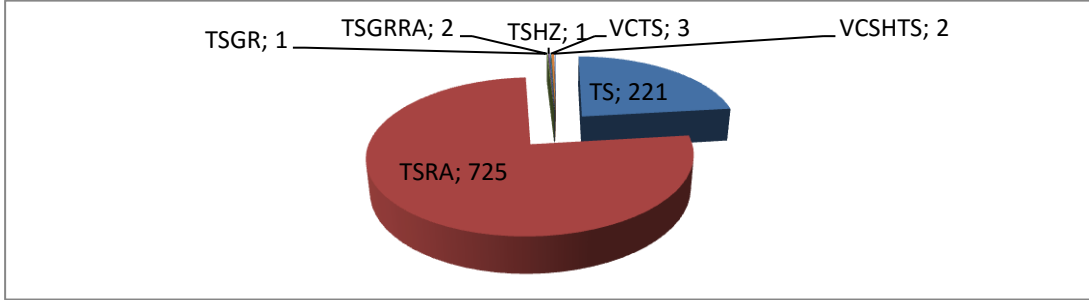
Şekil 4.21 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Seçilen periyot dahilinde yıldırım-şimşek gözlem toplam sayılarının yıllık-saatlik analizi ve aylık-saatlik analizi şekil 4.22’de verilmiştir. En çok gözlemin 2014 yılında yapıldığı periyotta artan bir trend göze çarpmaktadır. Aylık bazda ise en çok yıldırım ve şimşeğın Haziran, Mayıs, Ağustos ve Eylül’de gözlendiği görülmektedir.



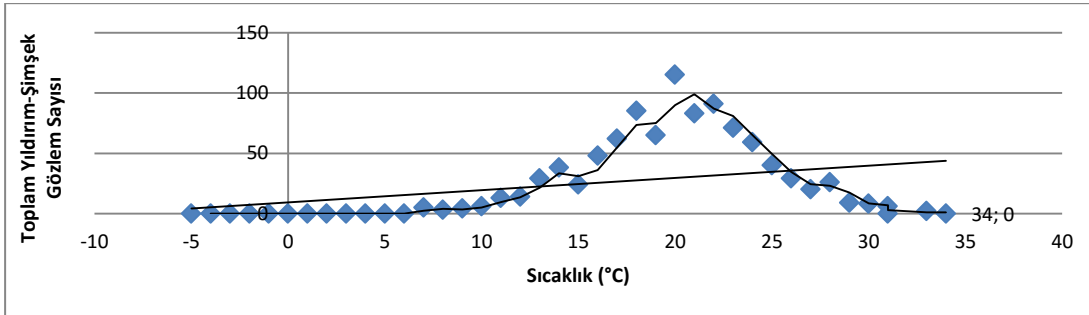
şekil 4.22 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Havalimanında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz şekil 4.23’de verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir.



şekil 4.23 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

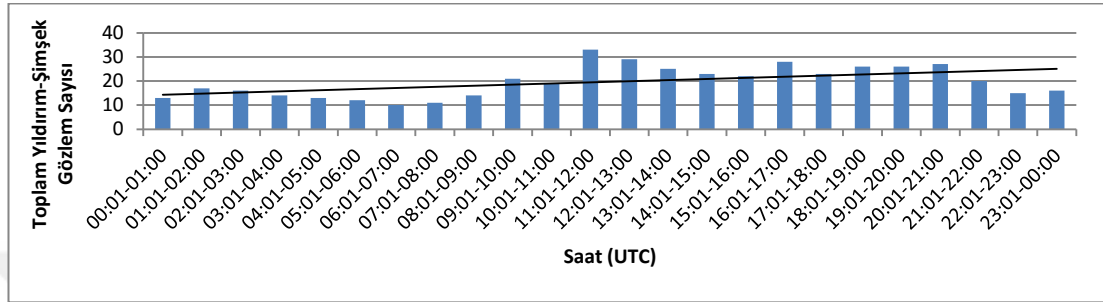
Oraj hadiselerinin ve meydana gelen yıldırım-şimşek olaylarının seçilen periyotta hangi sıcaklıklarda gzlendiğinin belirlendiği analiz sonuçları şekil 4.24’de verilmiştir. En çok yıldırım-şimşek hadisesinin 20°C’de oluştuğu görülmektedir.



şekil 4.24 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları

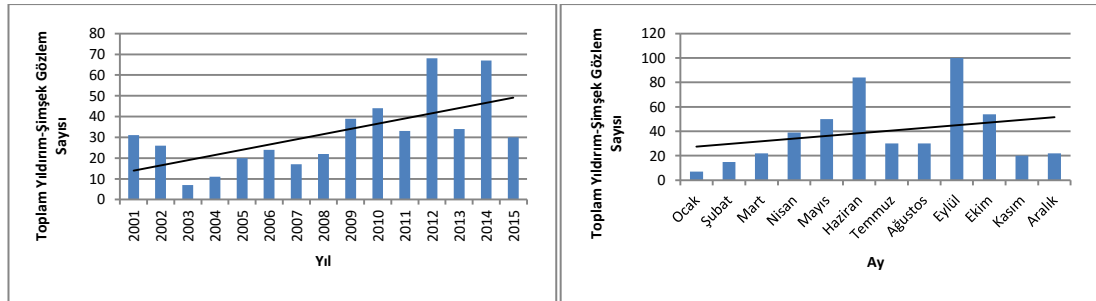
Balıkesir Bandırma Havalimanı (Havaüssü) (LTBG)

Balıkesir Bandırma Havalimanı (Havaüssü) Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan ulusal bir havalimanıdır. METAR ve SPECI rasatlarının saatlik analizleri Şekil 4.25’de yer almaktadır. Gün doğumundan itibaren yıldırım-şimşek sayılarında artış gözlenmekle birlikte en çok 11:00-12:00 (UTC) arasında ve genel olarak en çok 11:00-13:00 (UTC) arasında gözlenmektedir.



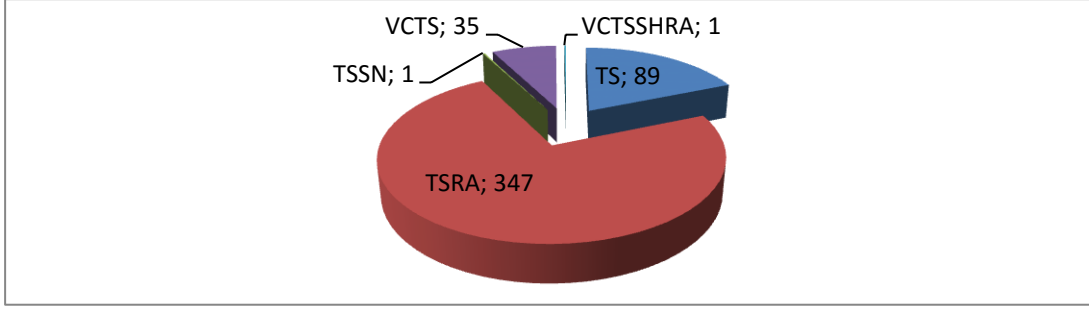
Şekil 4.25 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Seçilen periyot dahilinde yıldırım-şimşek gözlem toplam sayılarının yıllık-saatlik analizi ve aylık-saatlik analizi Şekil 4.26’da verilmiştir. En çok gözlemin 2012 yılında yapıldığı periyotta artan bir trend göze çarpmaktadır. Aylık bazda ise en çok yıldırım ve şimşegin Eylül, Haziran, Ekim ve Mayıs’da gözlemlendiği görülmektedir.



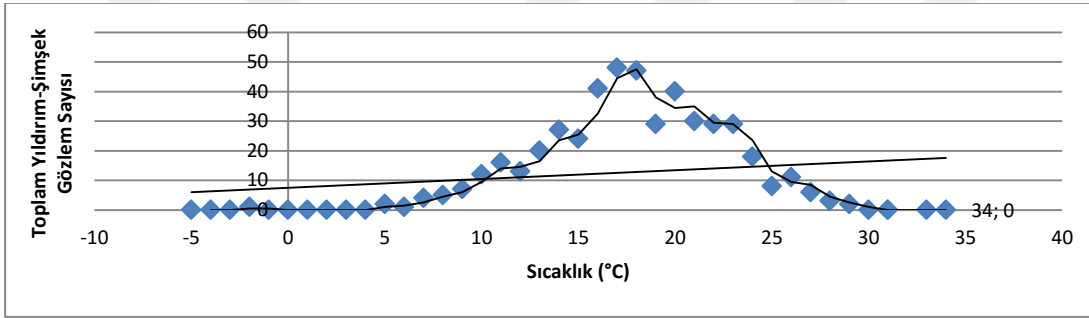
Şekil 4.26 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Havalimanında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz Şekil 4.27’de verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.27 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

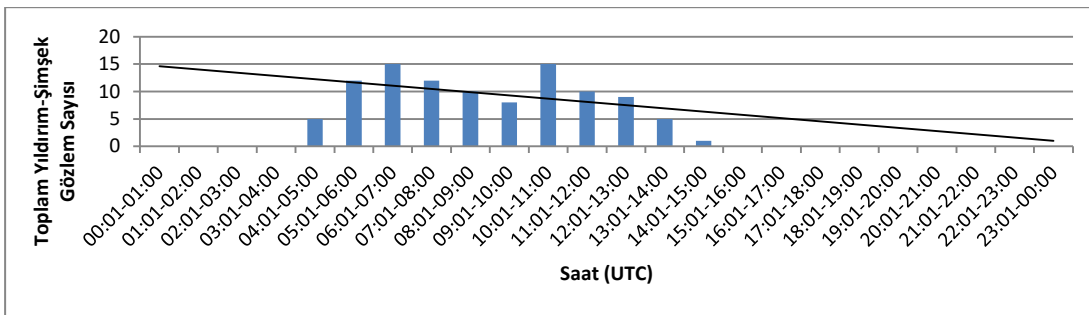
Oraj hadiselerinin ve meydana gelen yıldırım-şimşek olaylarının seçilen periyot dahilinde hangi sıcaklıklarda gözlemlendiğinin belirlendiği analiz sonuçları Şekil 4.28’de verilmiştir. En çok yıldırım-şimşek hadisesinin 18°C’de meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.28 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları

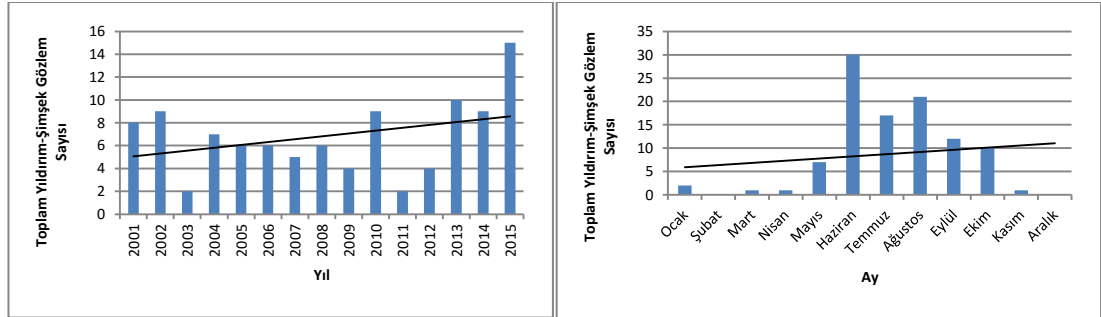
İstanbul Samandıra Havalimanı (Havaüssü) (LTBX)

İstanbul Samandıra Havalimanı (Havaüssü) Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan ulusal bir havalimanıdır. METAR ve SPECI rasatlarının 04:00-15:00 saatleri arası için yapıldığı havalimanına ait saatlik analizler Şekil 4.29’da yer almaktadır. En çok gözlemin 06:00-07:00 ve 10:00-11:00 (UTC) arası yapıldığı havalimanı için 05:00-11:00 (UTC) arasında yıldırım-şimşek hadiseleri daha çok görülmektedir.



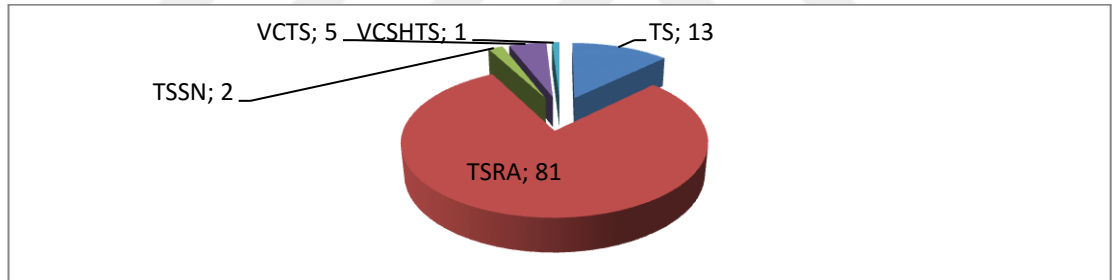
Şekil 4.29 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Seçilen periyot dahilinde yıldırım-şimşek gözlem toplam sayılarının yıllık-saatlik analizi ve aylık-saatlik analizi şekil 4.30’da verilmiştir. En çok gözlemin 2015 yılında yapıldığı periyotta artan bir trend göze çarpmaktadır. Aylık bazda ise en çok yıldırım ve şimşeğın Haziran, Ağustos ve Temmuz’da gözlendiği görülmektedir.



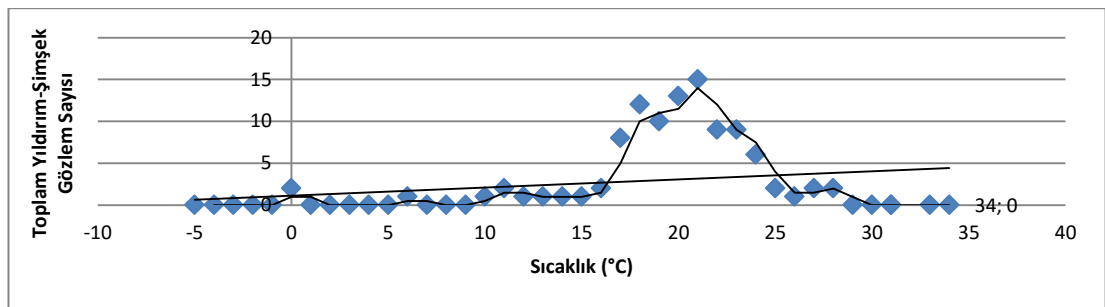
şekil 4.30 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Havalimanında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz şekil 4.31’de verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir.



şekil 4.31 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

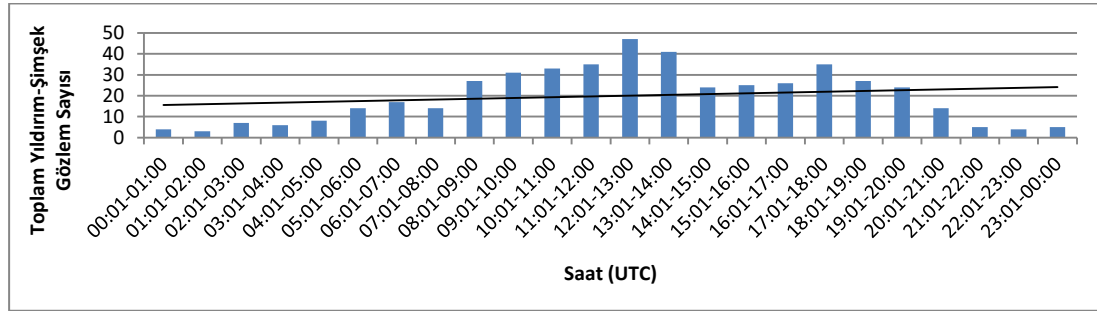
Oraj hadiselerinin ve meydana gelen yıldırım-şimşek olaylarının seçilen periyot dahilinde hangi sıcaklıklarda gözlendiğine ait analiz sonuçları şekil 4.32’de verilmiştir. En çok yıldırım-şimşek hadisesinin 21°C’de oluştuğu görülmektedir.



şekil 4.32 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları

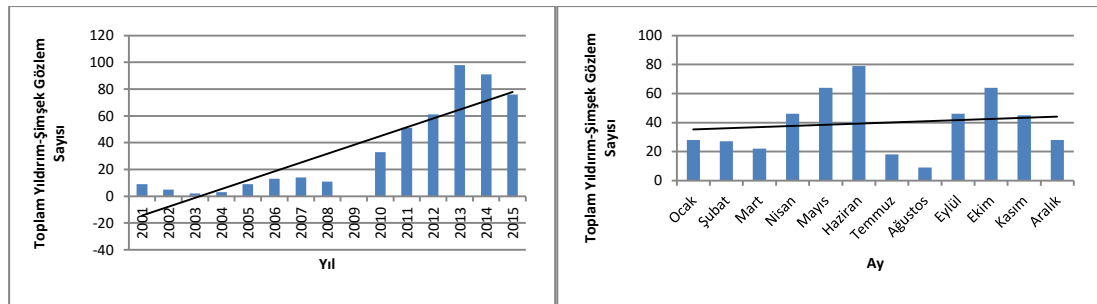
Balıkesir Kocaseyit Havalimanı (LTED)

Balıkesir Kocaseyit Havalimanı Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan ulusal bir havalimanıdır. METAR ve SPECI rasatlarının saatlik analizleri Şekil 4.33’de yer almaktadır. Gün doğumundan itibaren yıldırım-şimşek sayılarında artış gözlenmekle birlikte en çok 12:00-13:00 (UTC) arasında ve genel olarak en çok 10:00-14:00 (UTC) arasında gözlenmektedir.



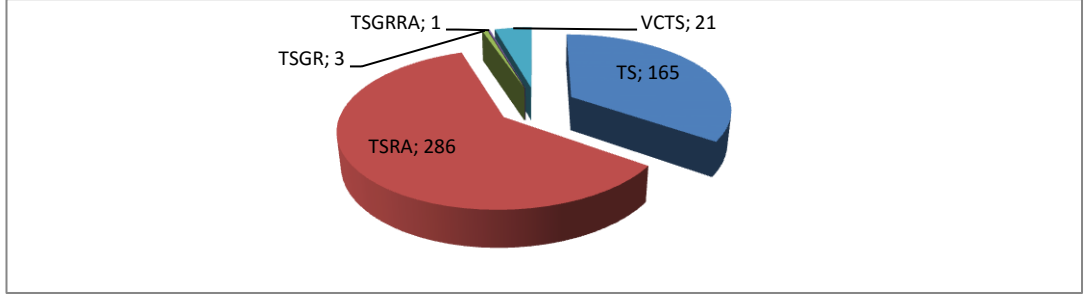
Şekil 4.33 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Seçilen periyot dahilinde yıldırım-şimşek gözlem toplam sayılarının yıllık-saatlik analizi ve aylık-saatlik analizi Şekil 4.34’de verilmiştir. En çok gözlemin 2013 yılında yapıldığı periyotta artan bir trend göze çarpmaktadır. Aylık bazda ise en çok yıldırım ve şimşegin Haziran, Mayıs, Ekim ve Eylül’de gözlemlendiği görülmektedir.



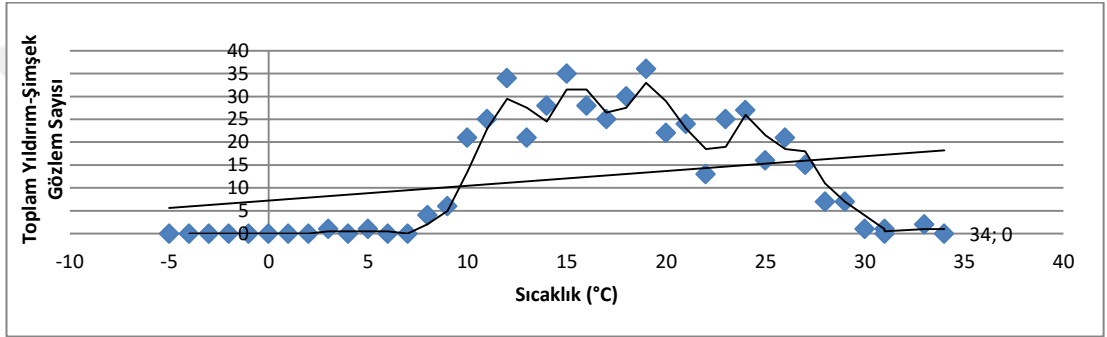
Şekil 4.34 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Havalimanında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz Şekil 4.35’de verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.35 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

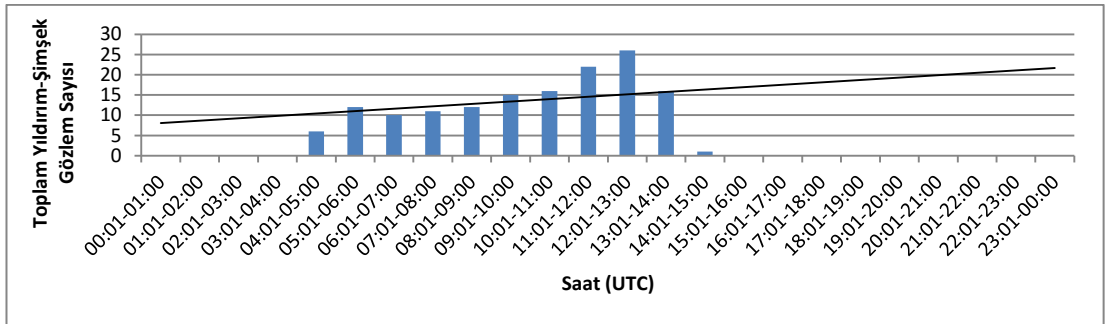
Oraj hadiselerinin ve yıldırım-şimşek olaylarının seçilen periyot dahilinde hangi sıcaklıklarda gözlemlendiğine ait analiz sonuçları Şekil 4.36’da verilmiştir. En çok yıldırım-şimşek hadisesinin 12°C-19°C aralığında oluştuğu görülmektedir.



Şekil 4.36 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları

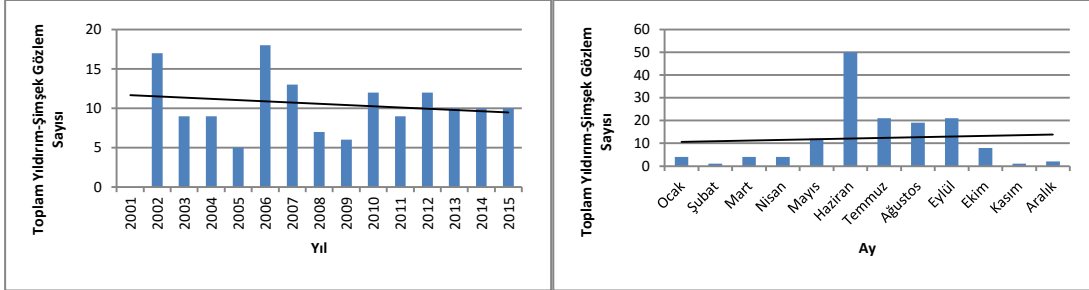
Yalova Havaüssü (Taşköprü Havalimanı) (LTBP)

Yalova Havaüssü (Taşköprü Havalimanı) Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan ulusal bir havalimanıdır. METAR ve SPECI rasatlarının 04:00-15:00 saatleri arası için yapıldığı havalimanına ait saatlik analizler Şekil 4.37’de yer almaktadır. En çok gözlemin 12:00-13:00 (UTC) arası yapıldığı havalimanı için 11:00-14:00 (UTC) arasında yıldırım-şimşek hadiselerinin daha çok gözlemlendiği görülmektedir.



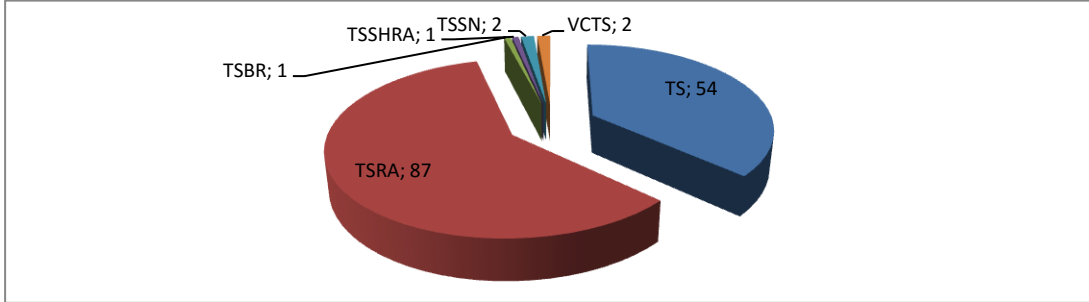
Şekil 4.37 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Seçilen periyot dahilinde yıldırım-şimşek gözlem toplam sayılarının yıllık-saatlik analizi ve aylık-saatlik analizi Şekil 4.38’de verilmiştir. En çok gözlemin 2006 yılında yapıldığı periyotta azalan bir trend göze çarpmaktadır. Aylık bazda ise en çok yıldırım ve şimşegin Haziran, Eylül ve Temmuz aylarında gözlemlendiği görülmektedir.



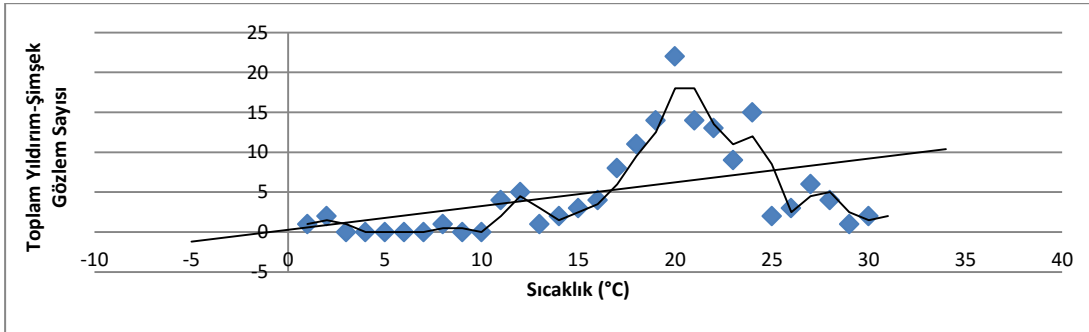
Şekil 4.38 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Havalimanında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz Şekil 4.39’da verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.39 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

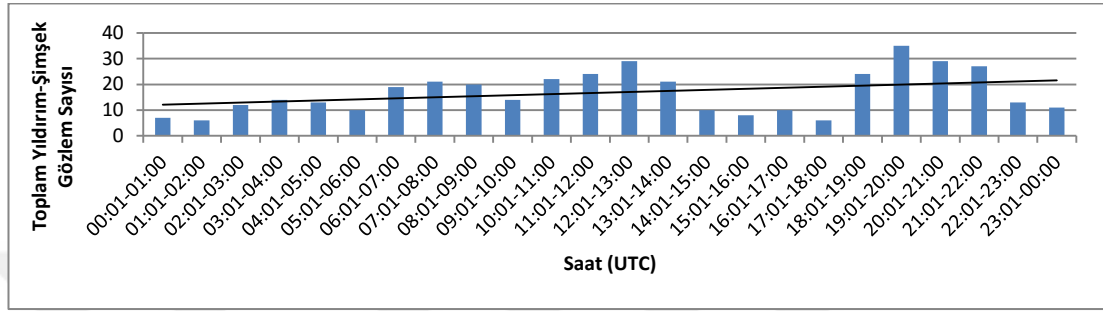
Oraj hadiselerinin ve meydana gelen yıldırım-şimşek olaylarının seçilen periyot dahilinde hangi sıcaklıklarda gözlemlendiğine ait analiz sonuçları Şekil 4.40’da verilmiştir. En çok yıldırım-şimşek hadisesinin 20°C’de oluştuğu görülmektedir.



Şekil 4.40 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları

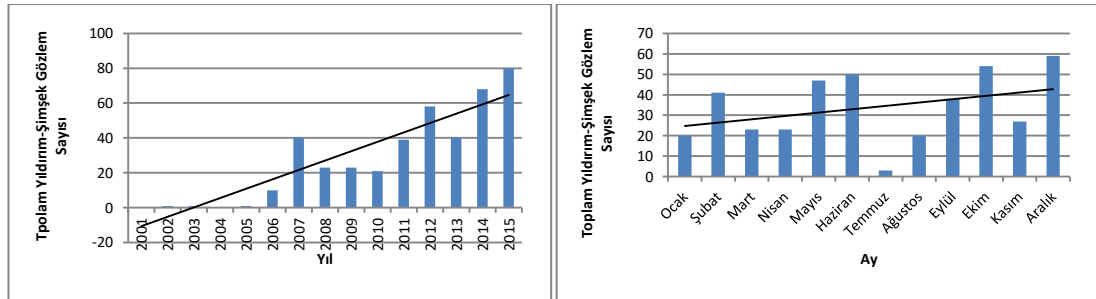
Çanakkale Havalimanı (LTBH)

Çanakkale Havalimanı Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan ulusal bir havalimanıdır. METAR ve SPECI rasatlarının saatlik analizleri Şekil 4.41’de yer almaktadır. Gün doğumundan itibaren yıldırım-şimşek sayılarında artış gözlenmekle birlikte en çok 19:00-20:00 (UTC) arasında ve genel olarak en çok 19:00-22:00 (UTC) arasında gözlenmektedir.



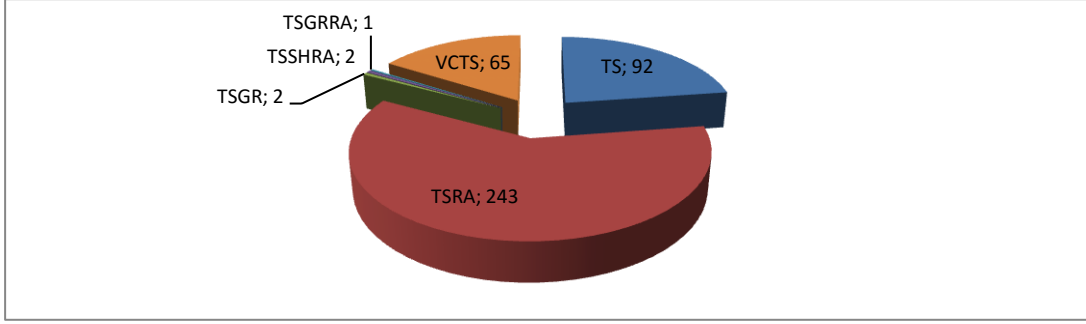
Şekil 4.41 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Seçilen periyot dahilinde yıldırım-şimşek gözlem toplam sayılarının yıllık-saatlik analizi ve aylık-saatlik analizi Şekil 4.42’de verilmiştir. En çok gözlemin 2015 yılında yapıldığı periyotta artan bir trend göze çarpmaktadır. Aylık bazda ise en çok yıldırım ve şimşegin Aralık, Ekim, Haziran ve Mayıs’da gözlemlendiği görülmektedir.



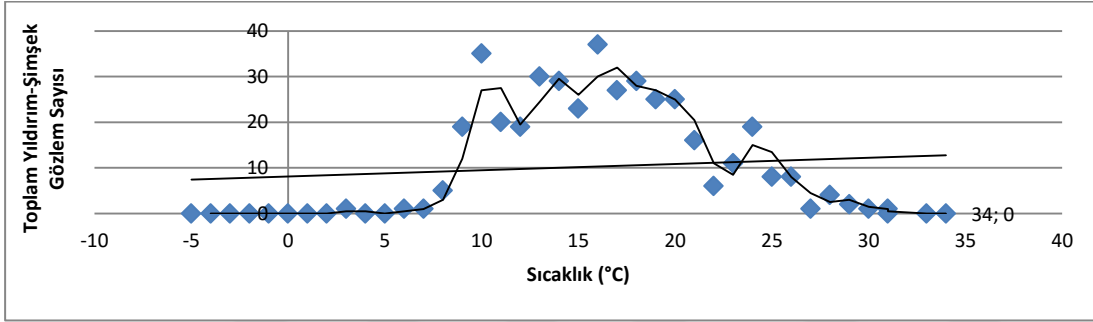
Şekil 4.42 : Toplam yıllık-saatlik ve aylık-saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Havalimanında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz Şekil 4.43’de verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.43 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

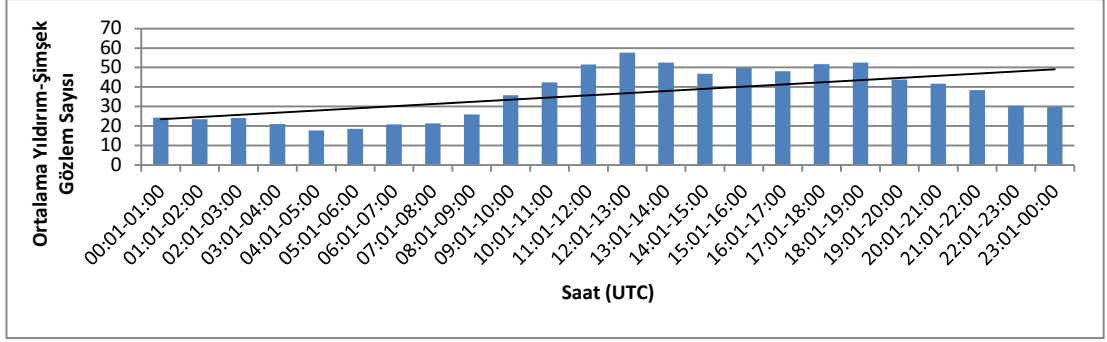
Oraj hadiselerinin ve yıldırım-şimşek olaylarının seçilen periyot dahilinde hangi sıcaklıklarda gözlemlendiğine ait analiz sonuçları Şekil 4.44’de verilmiştir. En çok yıldırım-şimşek hadisesinin 10°C-18°C aralığında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.44 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait toplam saatlik gözlem sayıları

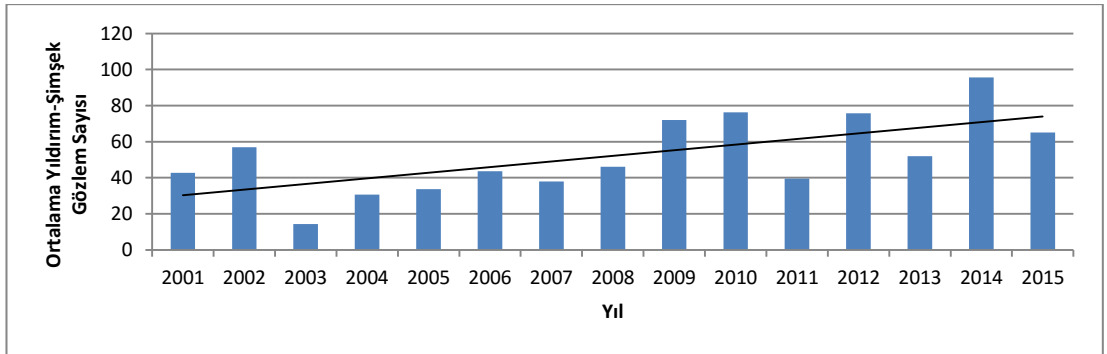
4.1.2 İstasyonların toplu analiz sonuçları

Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan 11 adet sivil-askeri, ulusal ve uluslararası havalimanına ait toplu değerlendirmeler bu bölümde yapılmıştır. İlk analizde tüm havalimanları için saatlik ortalama analiz 15 yıllık periyot dahilinde Şekil 4.45’deki gibi yapılmıştır. Burada bazı saatlerde METAR ve SPECI rasatı yapılmayan havalimanlarına ait eksik saatler ortalamaya dahil edilmemiştir (2 havalimanında 04:00-15:00 (UTC) arasında rasat yapılmıştır). Analiz sonuçlarına bakıldığında yıldırım-şimşek gözlemlerinin genellikle 08:00 UTC’den itibaren ivmeli bir şekilde 13:00 UTC’ye kadar artış gösterdiği görülmektedir. Aynı şekilde yine genel tabloya bakıldığında en çok 09:00-22:00 (UTC) arasında artış gözlenmiştir. Güneşin doğuşuyla beraber yıldırım-şimşek gözlemlerinde görülen artış genellikle gün batımının ardından giderek azalan bir trend izlemiştir.

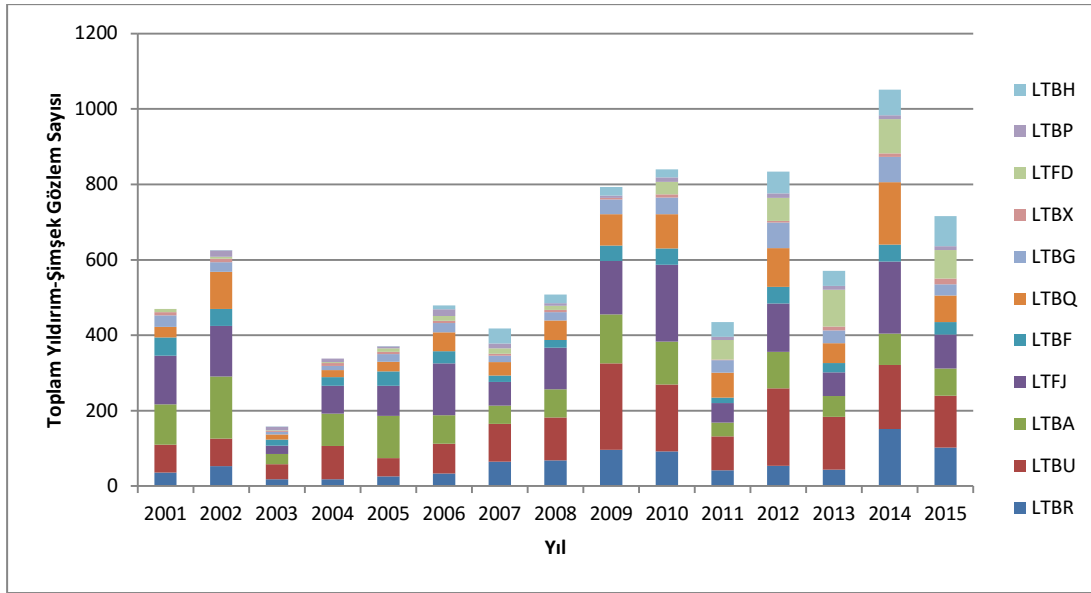


Şekil 4.45 : Ortalama saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Diğer bir analizde tüm istasyonlar için yıllık ortalama-saatlik ve yıllık toplam-saatlik analizler yapılmıştır (Şekil 4.46, Şekil 4.47). Ortalama saatlik analizlere bakıldığında periyot dahilinde geçmişten günümüze artan bir trend gözlenmektedir. 2014 yılı başta olmak üzere 2012, 2010 ve 2009 yıllarında maksimum ortalama yıldırım-şimşek gözlemleri dikkat çekmektedir. Diğer yandan toplam saatlik analizlere bakıldığında 2014 yılında gözlenen 1000 değerinin üzerinde rasat edilen yıldırım-şimşek hadisesi en başta dikkat çekmektedir. En çok oraj-yıldırım-şimşek rasatı yapılan istasyon Tekirdağ Çorlu Havalimanı olmuştur. Bunu takiben sırasıyla en yüksek sayıda yıldırım-şimşek rasat edilen havalimanları; İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı, İstanbul Atatürk Havalimanı ve Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı olmuştur. En çok yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği 2014 yılında en çok yıldırım-şimşek rasatının yapıldığı havalimanı İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı olmuştur. Bunu takiben sırasıyla en yüksek sayıda yıldırım-şimşek rasat edilen istasyonlar bu yıl için; Tekirdağ Çorlu Havalimanı ve Kocaeli Cengiz Topel Havalimanları olmuştur.

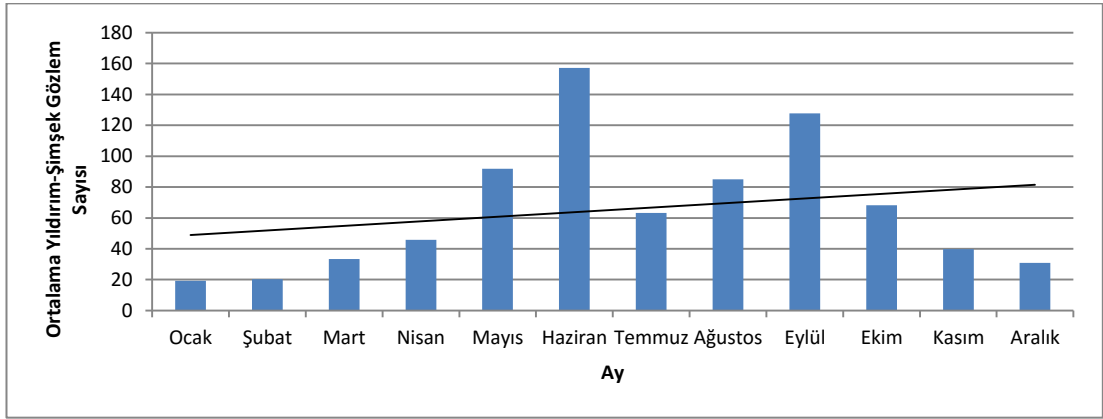


Şekil 4.46 : Ortalama yıllık saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

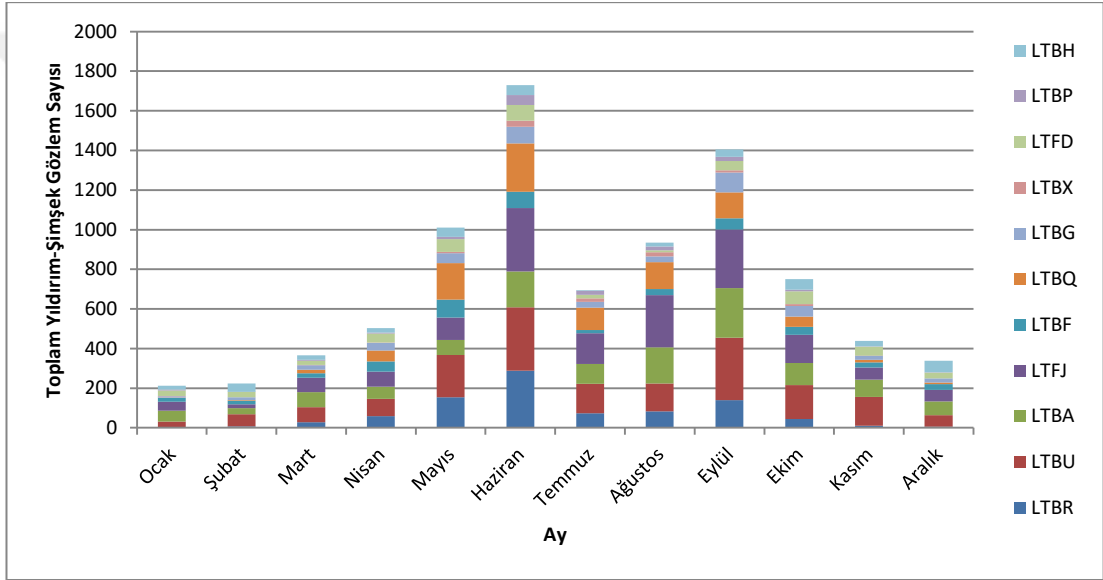


Şekil 4.47 : Toplam yıllık saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Yıllık analizlerin ardından yapılan aylık analizlerde benzer şekilde aylık ortalama-saatlik ve aylık toplam-saatlik analizler yapılmıştır (Şekil 4.48, Şekil 4.49). Ortalama yıldırım-şimşek gözlem değerlerinin maksimum olduğu ay 157 ortalama rasat değeri ile Haziran ayı olmuştur. Benzer şekilde bunu takiben en yüksek yıldırım-şimşek rasat edilen aylar sırasıyla; Eylül, Mayıs ve Ağustos ayları olmuştur. Aylık toplam yıldırım-şimşek gözlem değerlerinin maksimum olduğu ay 1729 toplam rasat değeri ile Haziran ayı olmuştur. Yine benzer şekilde bunu takiben en yüksek toplam yıldırım-şimşek rasatının yapıldığı aylar sırasıyla; Eylül, Mayıs ve Ağustos ayları olmuştur. En yüksek sayıda yıldırım-şimşek hadisesinin rasat edildiği ay olan haziran ayında 15 yıllık periyotta aylık toplamlara bakıldığında en yüksek sayıda rasat 320 aylık toplam değeri ile İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı ve Tekirdağ Çorlu Havalimanları'nda yapılmıştır. Bursa Yenişehir Havalimanı ve Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı ise yine diğer iki havalimanını takiben bu ay için en yüksek yıldırım-şimşek rasat değerinin görüldüğü aylardır. Genel olarak mevsimsel bazda inceleme yapıldığında sırasıyla en çok toplam yıldırım-şimşek gözleminin 3359 toplam yıldırım-şimşek rasat değeri ile Yaz mevsiminde ve sırasıyla 2594 Sonbahar mevsimi, 1880 İlkbahar mevsimi ve 775 Kış mevsiminde olduğu görülmektedir.

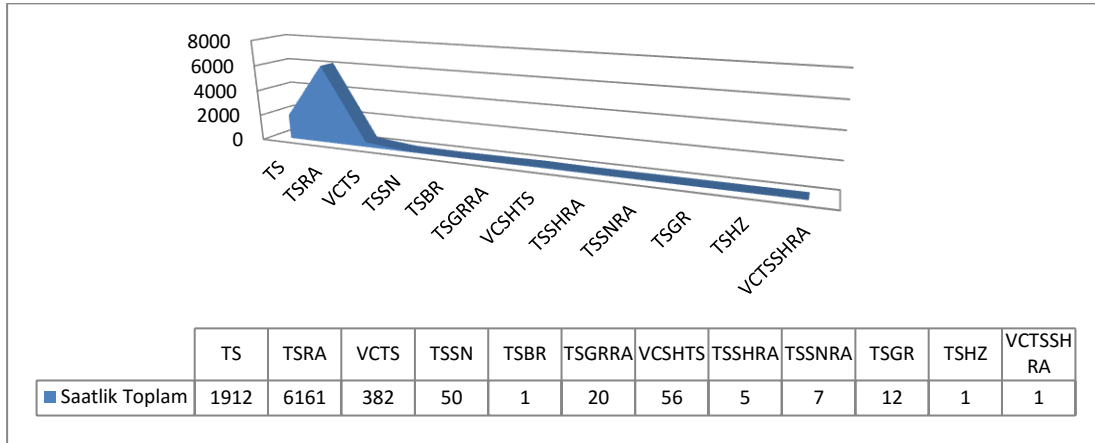


Şekil 4.48 : Ortalama aylık saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları



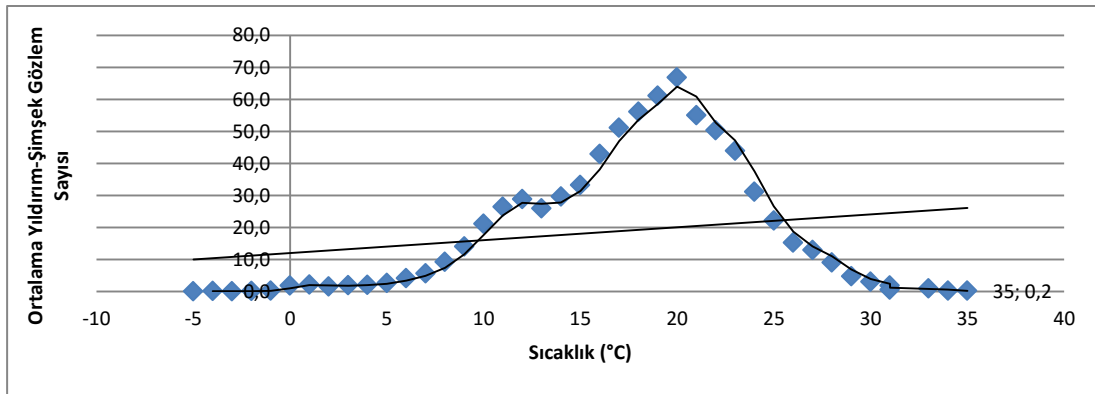
Şekil 4.49 : Toplam aylık saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

Havalimanlarında meydana gelen oraj hadisesi ve buna bağlı olarak gözlenen yıldırım-şimşek olayının tek başına mı yoksa diğer meteorolojik hadiselerle mi meydana geldiğinin belirlenmesi için yapılan analiz Şekil 4.50’de verilmiştir. Oraj hadisesinin en çok yağmurla beraber, daha sonra tek başına meydana geldiği görülmektedir. En çok gözlenen durumlardan bir diğeri ise hadisenin meydana boyunca gözlendiğini gösteren “VCTS” kodudur. Tüm havalimanları için genellikle ilk sırada oraj-yıldırım-şimşek hadiselerinin en çok oranda (yaklaşık %75) yağmurla beraber meydana geldiği, 2. sırada ise tek başına meydana geldiği dikkat çekmektedir.



Şekil 4.50 : Oraj çeşitlerine göre toplam saatlik gözlem sayıları

Tüm istasyonlar için yapılan toplu analizlerde son olarak hangi sıcaklık değeri ve sıcaklık değerleri aralığında yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiğinin belirlenmesi için analiz yapılmıştır (Şekil 4.51). Elde edilen analiz sonucu hemen hemen tüm istasyonlarda tekil elde edilen sonuca benzer bir trend göstermektedir. En çok yıldırım-şimşek hadisesinin rasat edildiği sıcaklık değeri 21 °C'dir. Sıcaklığın sıfırın altına düştüğü değerlerde de yıldırım-şimşek hadisesi gözlenmiştir (En düşük -5°C). Yine benzer şekilde maksimum 35°C sıcaklıkta yıldırım-şimşek gözlenmiştir. Genel olarak bahar aylarını ve yaz ayının başları ve sonlarını temsil eden 15°C - 25°C sıcaklıkları arasında ortalama maksimum sayıda yıldırım-şimşek gözlenmiştir. Yıldırım-şimşek hadiselerinde düşük sıcaklıklardaki artış trendi yaklaşık olarak 5°C ile başlamakta, 11°C-14°C sıcaklıkları arasında yatay bir seyir izlemekte, 14°C-21°C aralığında kuvvetli bir ivmeyle artış göstermekte ve son olarak 21°C'den itibaren 35°C'ye kadar düşüş trendi içerisine girmektedir.



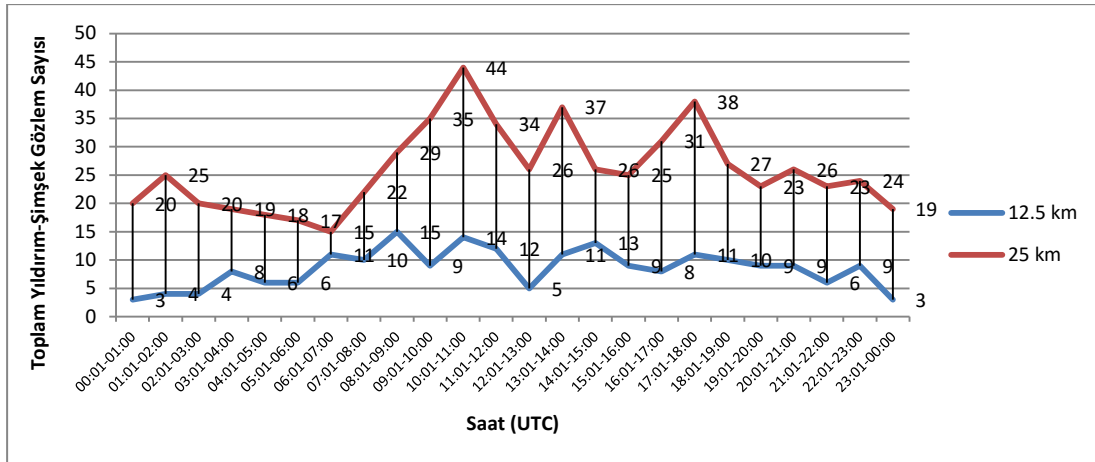
Şekil 4.51 : Oraj-yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara ait ortalama saatlik gözlem sayıları

4.2 UK Met Office ATDnet Verilerinin Analizi

Çalışmanın ikinci aşamasında Öztopal'ın Türkiye üzerindeki yıldırım ve şimşek (lightning) klimatolojisinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmadan temin edilen ATDnet verileri 2008-2014 yılları arası 7 yıllık periyot dahilinde 4'ü uluslararası ve 7'si ulusal havalimanı olmak üzere toplam 11 havalimanı için analiz edilmiştir (Öztopal, 2016). Veriler seçilen her bir havalimanı için o havalimanı merkez alınacak şekilde 12,5 km ve 25 km yarıçapı dahilinde ayrı ayrı olarak meydana gelen yıldırım-şimşek hadiselerini göstermektedir. Satın alınan bu verilerin tamamı anlamlı veri kategorisinde olup veri eksikliği bulunmamaktadır. Yalnız veriler için belirlenen hata payı dahilinde bazı düzenlemeler yapılmıştır. Yıldırım-şimşek meydana geldiği nokta ile istasyona olan uzaklık d_1 olsun. Yıldırım-şimşek meydana geldiği koordinatın hata mesafesi de d_2 olsun. Burada 12,5 km yarıçapı dahilinde yapılan incelemelerde (d_1+d_2) 'nin 12,5 km ve altında olduğu durumlar değerlendirmeye dahil edilmiştir. Aynı şekilde 25 km yarıçapı dahilinde yapılan incelemelerde (d_1+d_2) 'nin 25 km ve altında olduğu durumlar değerlendirmeye dahil edilmiştir. Verilerle ilgili bu düzenlemeler yapıldıktan sonra ATDnet verileri 12,5 km ve 25 km yarıçapı dikkate alınarak kendi içinde analiz edilmiştir. Seçilen periyot dahilinde bu iki ayrı veri her bir istasyon için saatlik bazda olacak şekilde dönüşüm yapıldıktan sonra saatlik toplam yıldırım-şimşek meydana gelme sayıları analiz edilmiştir. Daha sonra yine aynı şekilde aylık-saatlik toplam sayıları ayrı ayrı incelenmiştir. Son olarak yine tüm istasyonlar için, 12,5 km ve 25 km dahilinde ayrı ayrı olacak şekilde yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayıları periyot dahilinde istatistiki olarak analiz edilmiştir. Her bir istasyon için yapılan analizler aşağıda yer almaktadır.

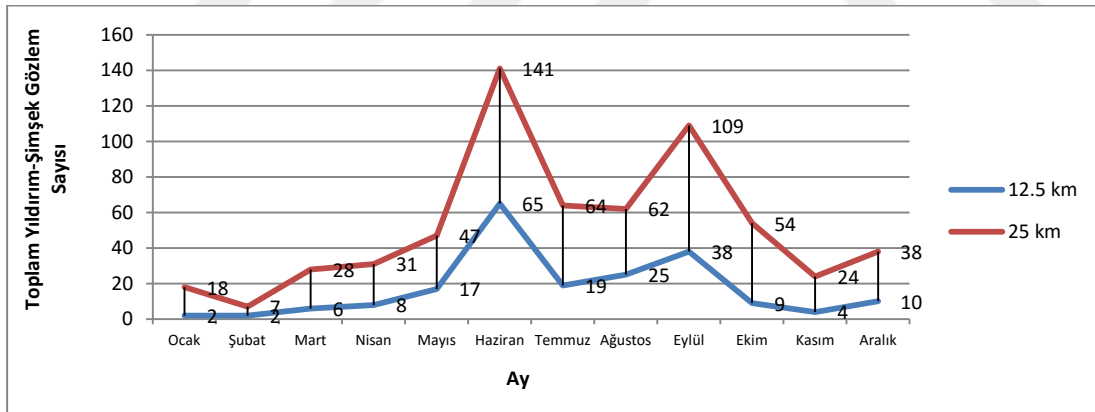
İstanbul Atatürk Havalimanı (LTBA)

İstanbul Atatürk Havalimanı için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verilerinin saatlik toplam karşılaştırması Şekil 4.52'de verilmiştir. Seçilen periyot için 12,5 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 205 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 08:00-09:00 (UTC) arasında toplamda 15 adet (%7) olarak meydana gelmiştir. Seçilen periyot için 25 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 623 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 10:00-11:00 (UTC) arasında toplamda 44 adet (%7) olarak meydana gelmiştir.



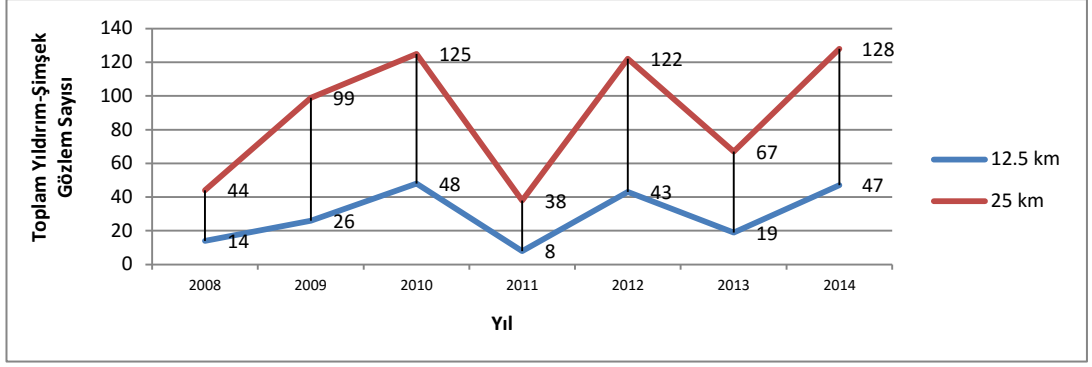
Şekil 4.52 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBA

Seçilen periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının aylık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.53’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 65 adet (%32) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Eylül (38 adet-%19) ve Ağustos (25 adet-%12) ayları takip etmektedir. 25 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 141 adet (%23) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Eylül (109 adet-%18) ve Temmuz (64 adet-%10) ayları takip etmektedir.



Şekil 4.53 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBA

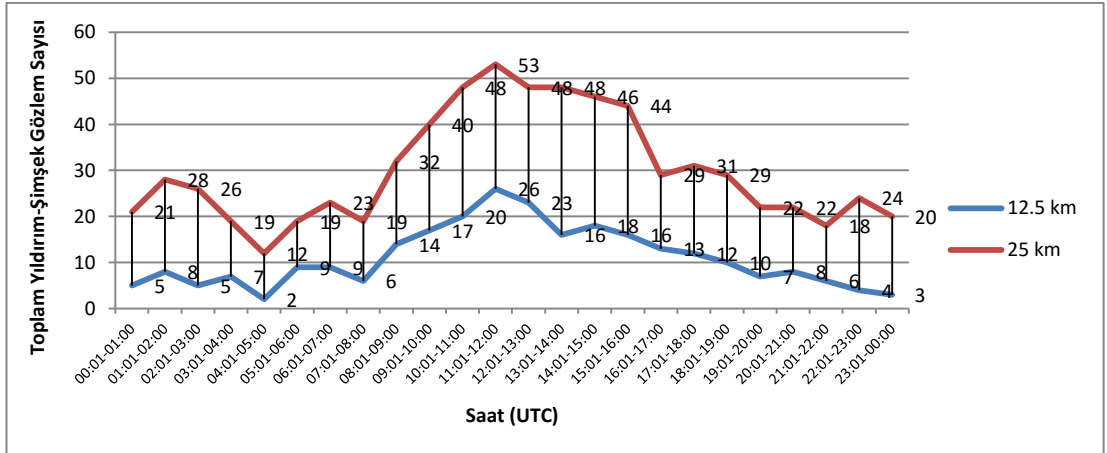
7 yıllık periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının yıllık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.54’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 48 adet (%23) olarak 2010 yılında meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 128 adet (%21) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir.



Şekil 4.54 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBA

İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı (LTFJ)

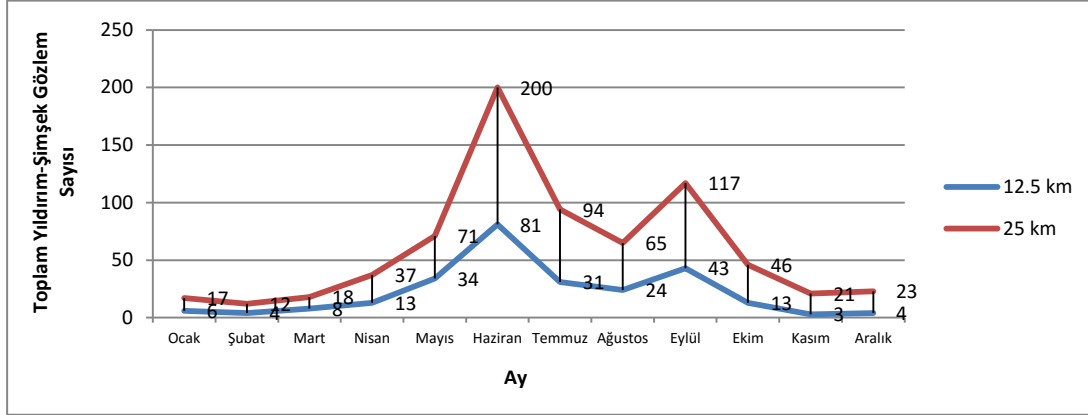
İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verilerinin saatlik toplam karşılaştırması Şekil 4.55’de verilmiştir. Seçilen periyot için 12,5 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 264 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 11:00-12:00 (UTC) arasında toplamda 26 adet (%10) olarak meydana gelmiştir. Seçilen periyot için 25 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 721 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 10:00-11:00, 12:00-13:00 ve 13:00-14:00 (UTC) arasında toplamda 48’er adet (%7) olarak meydana gelmiştir.



Şekil 4.55 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFJ

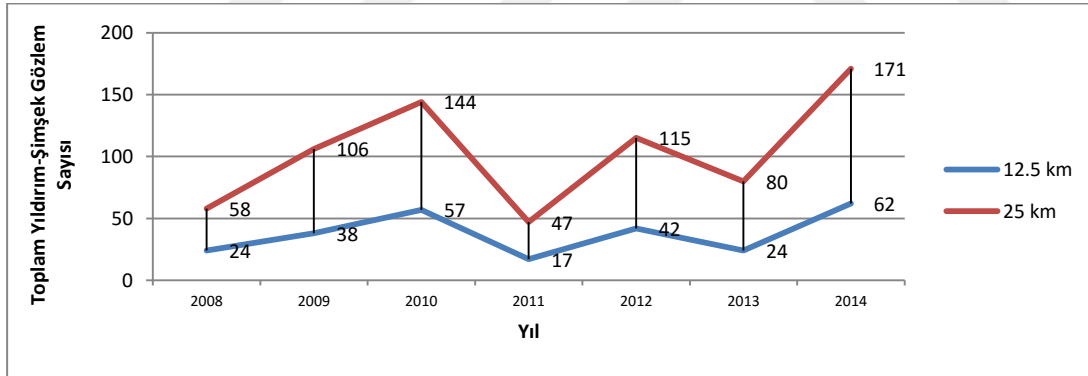
Seçilen periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının aylık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.56’da verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 81 adet (%31) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Eylül (43 adet-%16) ve Mayıs (34 adet-%13) ayları takip etmektedir. 25 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek

hadisesi toplamda 200 adet (%28) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Eylül (117 adet-%16) ve Temmuz (94 adet-%13) ayları takip etmektedir.



Şekil 4.56 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFJ

7 yıllık periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının yıllık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.57’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 62 adet (%24) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 171 adet (%24) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir.

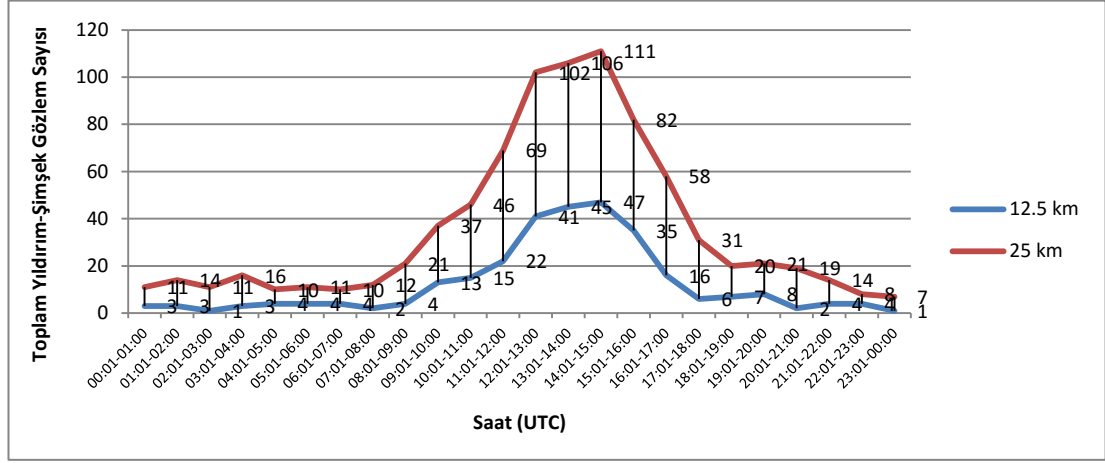


Şekil 4.57 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFJ

Bursa Yenişehir Havalimanı (LTBR)

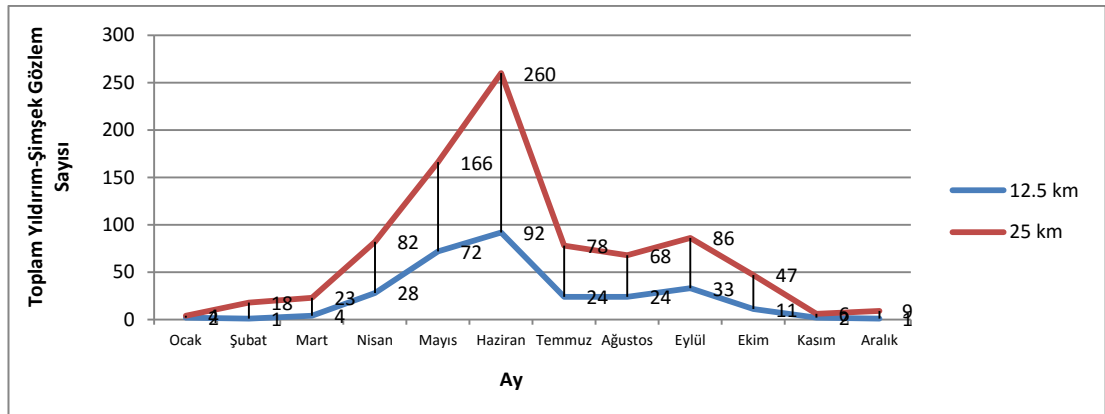
Bursa Yenişehir Havalimanı için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verilerinin saatlik toplam karşılaştırması Şekil 4.58’de verilmiştir. Seçilen periyot için 12,5 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 294 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 14:00-15:00 (UTC) arasında toplamda 47 adet (%16) olarak meydana gelmiştir. Seçilen periyot için 25 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 847 yıldırım-şimşek hadisesi tespit

edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 14:00-15:00 (UTC) arasında toplamda 111 adet (%13) olarak meydana gelmiştir.



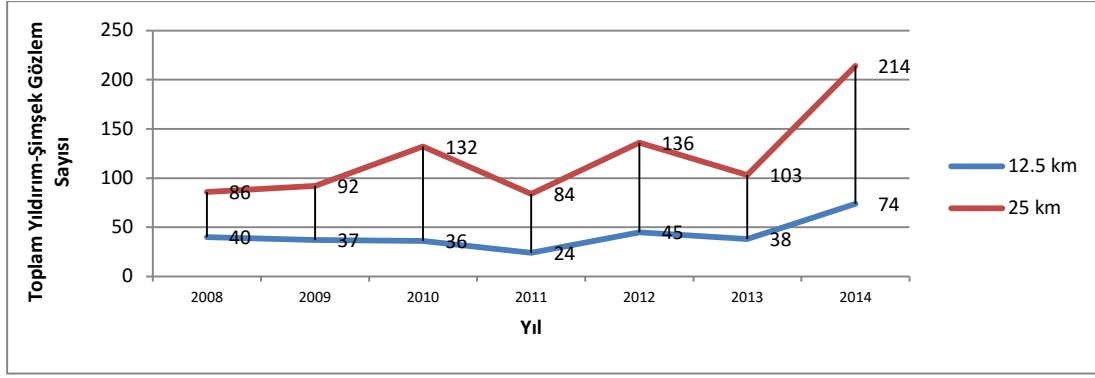
Şekil 4.58 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBR

Seçilen periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının aylık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.59'da verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 92 adet (%31) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Mayıs (72 adet-%25) ve Eylül (33 adet-%11) ayları takip etmektedir. 25 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 260 adet (%31) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Mayıs (166 adet-%20) ve Eylül (86 adet-%10) ayları takip etmektedir.



Şekil 4.59 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBR

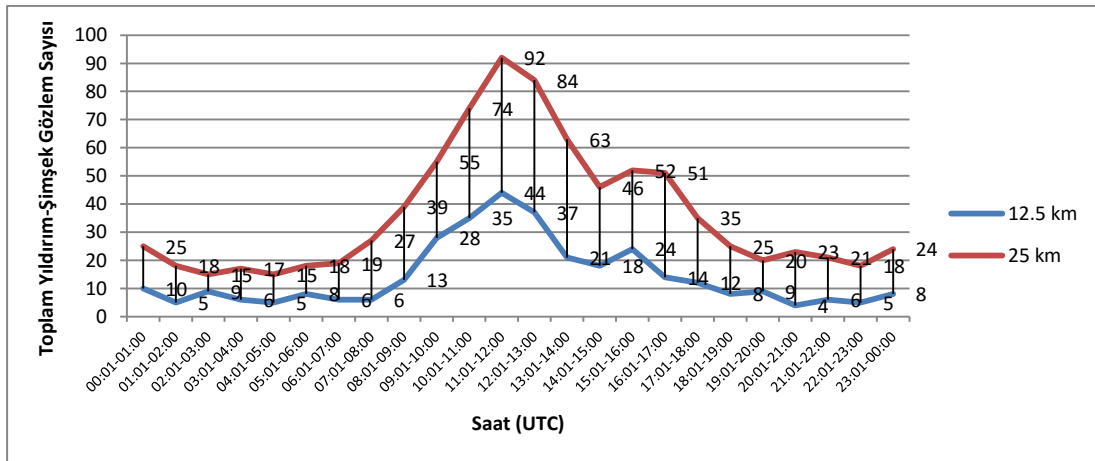
7 yıllık periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının yıllık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.60'da verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 74 adet (%25) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 214 adet (%25) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir.



Şekil 4.60 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBR

Tekirdağ Çorlu Havalimanı (LTBU)

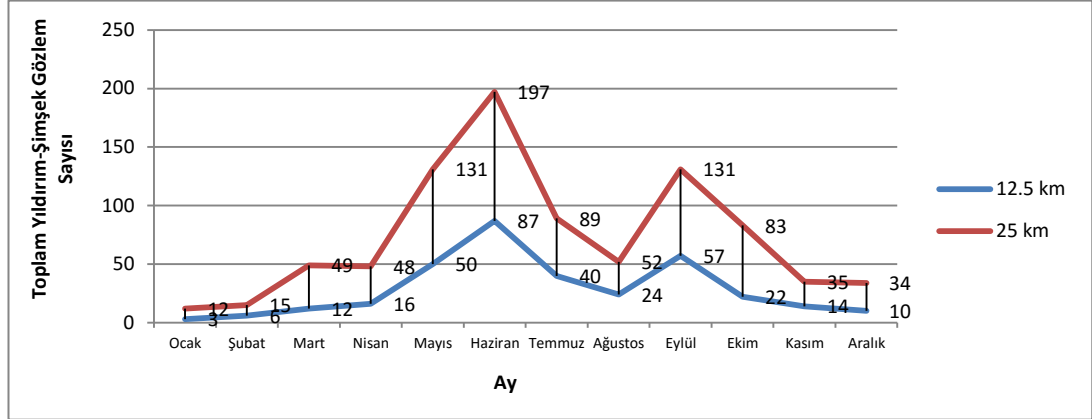
Tekirdağ Çorlu Havalimanı için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verilerinin saatlik toplam karşılaştırması Şekil 4.61’de verilmiştir. Seçilen periyot için 12,5 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 341 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 11:00-12:00 (UTC) arasında toplamda 44 adet (%13) olarak meydana gelmiştir. Seçilen periyot için 25 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 876 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 11:00-12:00 (UTC) arasında toplamda 92 adet (%11) olarak meydana gelmiştir.



Şekil 4.61 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBU

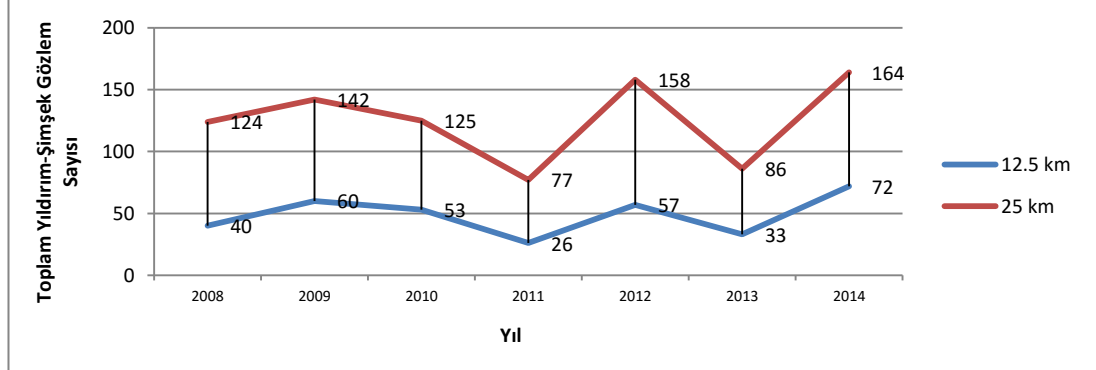
Seçilen periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının aylık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.62’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 87 adet (%26) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Eylül (57 adet-%17) ve Mayıs (50 adet-%15) ayları takip etmektedir. 25 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek

hadisesi toplamda 197 adet (%23) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Mayıs (131 adet-%15) ve Eylül (131 adet-%15) ayları takip etmektedir.



Şekil 4.62 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBU

7 yıllık periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının yıllık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.63’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 72 adet (%21) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 164 adet (%19) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir.

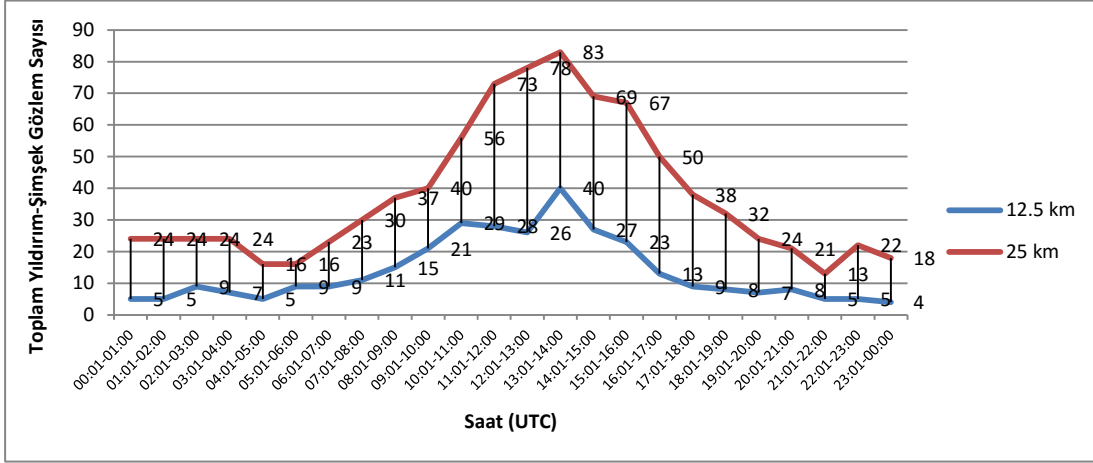


Şekil 4.63 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBU

Balıkesir Havalimanı (LTBF)

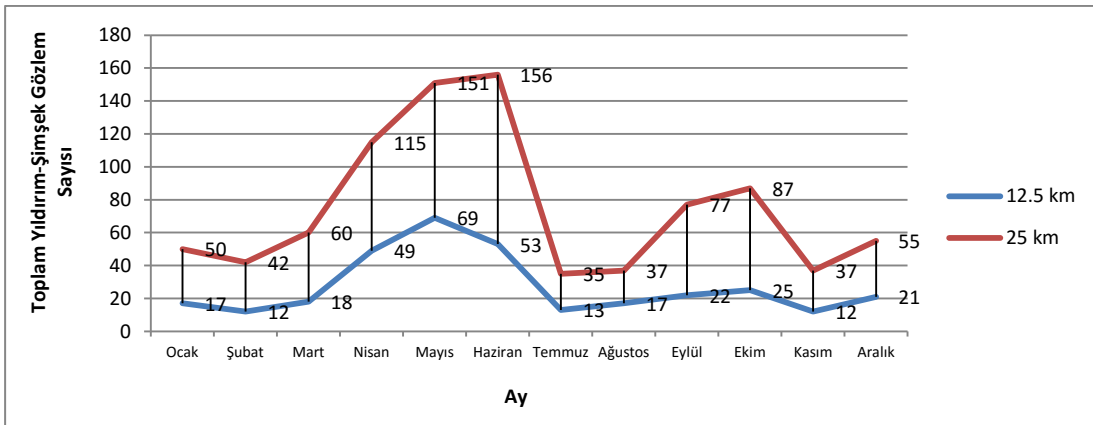
Balıkesir Havalimanı için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verilerinin saatlik toplam karşılaştırması Şekil 4.64’de verilmiştir. Seçilen periyot için 12,5 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 328 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 13:00-14:00 (UTC) arasında toplamda 40 adet (%12) olarak meydana gelmiştir. Seçilen periyot için 25 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 902 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir.

En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 13:00-14:00 (UTC) arasında toplamda 83 adet (%9) olarak meydana gelmiştir.



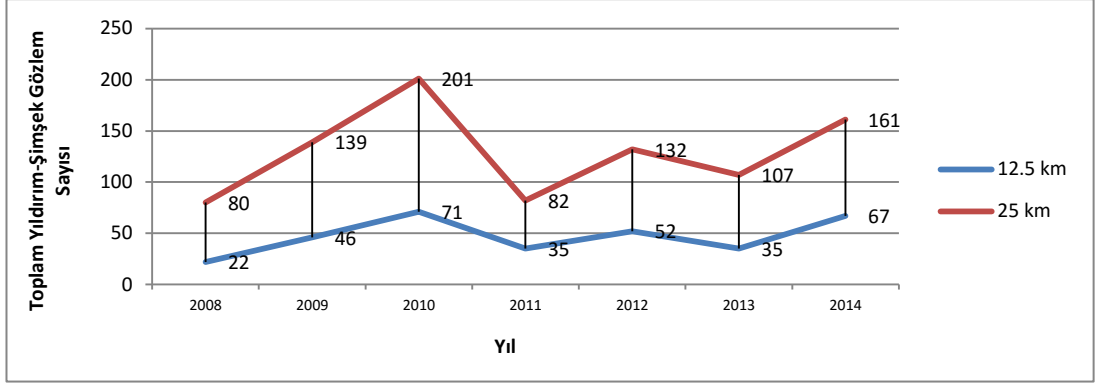
Şekil 4.64 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBF

Seçilen periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının aylık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.65’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 69 adet (%21) olarak Mayıs ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Haziran (53 adet-%16) ve Nisan (49 adet-%15) ayları takip etmektedir. 25 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 156 adet (%17) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Mayıs (151 adet-%17) ve Nisan (115 adet-%13) ayları takip etmektedir.



Şekil 4.65 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBF

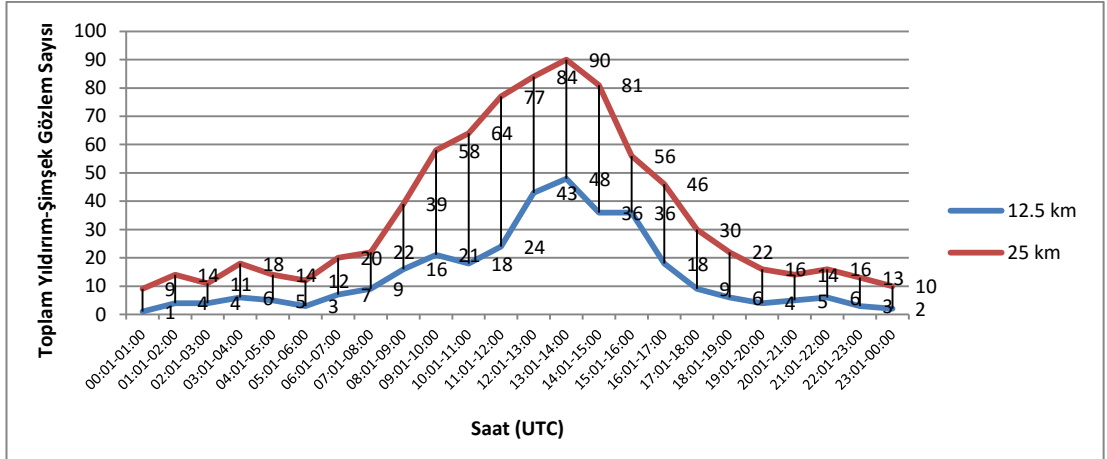
7 yıllık periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının yıllık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.66’da verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 71 adet (%22) olarak 2010 yılında meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 201 adet (%22) olarak 2010 yılında meydana gelmiştir.



Şekil 4.66 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBF

Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı (LTBQ)

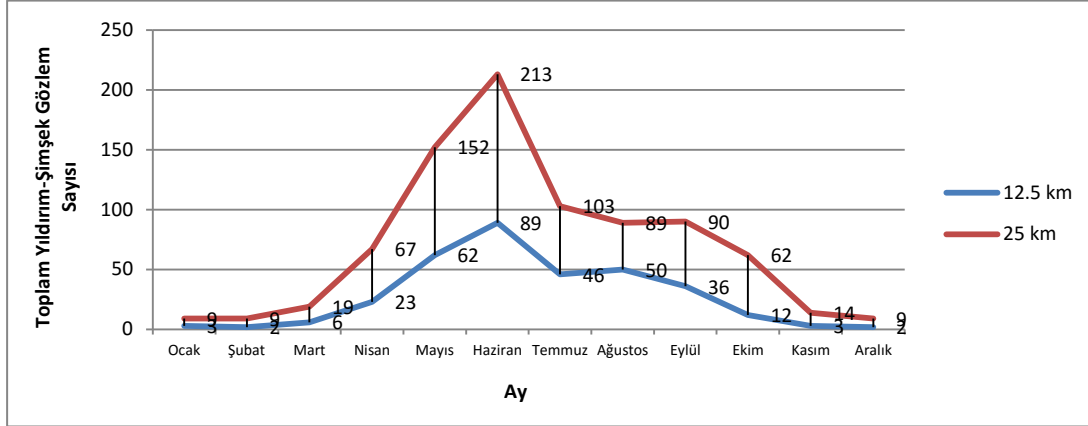
Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verilerinin saatlik toplam karşılaştırması Şekil 4.67’de verilmiştir. Seçilen periyot için 12,5 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 334 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 13:00-14:00 (UTC) arasında toplamda 48 adet (%14) olarak meydana gelmiştir. Seçilen periyot için 25 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 836 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 13:00-14:00 (UTC) arasında toplamda 90 adet (%11) olarak meydana gelmiştir.



Şekil 4.67 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBQ

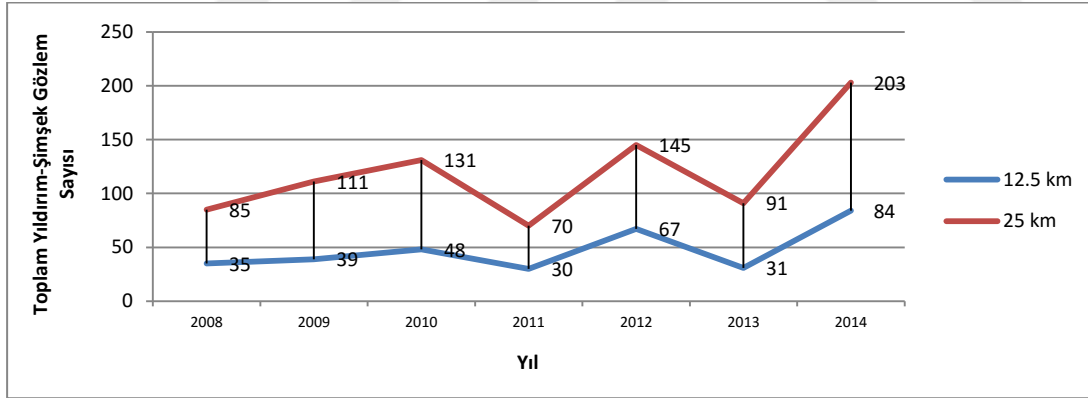
Seçilen periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının aylık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.68’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 89 adet (%27) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Mayıs (62 adet-%19) ve Ağustos (50 adet-%15) ayları takip etmektedir. 25 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek

hadisesi toplamda 213 adet (%26) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Mayıs (152 adet-%18) ve Temmuz (103 adet-%12) ayları takip etmektedir.



Şekil 4.68 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTbQ

7 yıllık periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının yıllık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.69'da verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 84 adet (%25) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 203 adet (%24) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir.

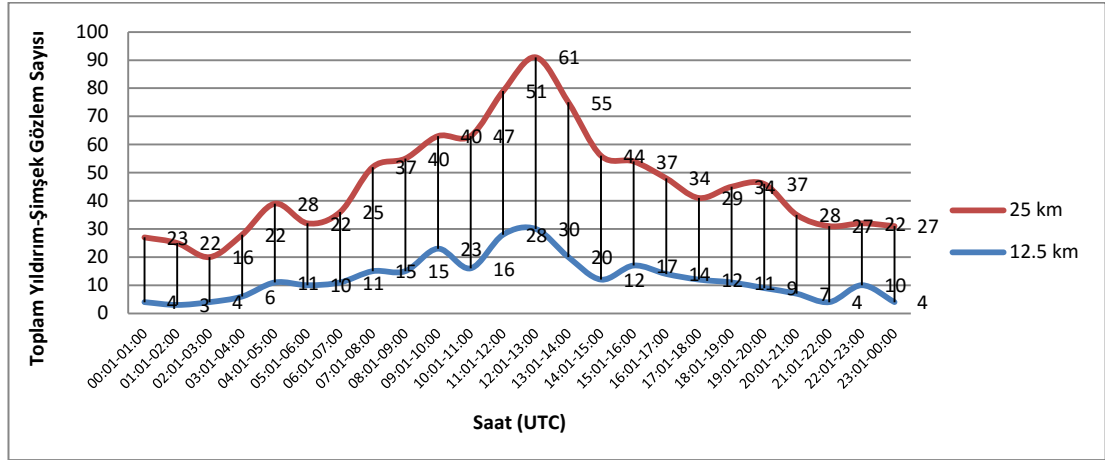


Şekil 4.69 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTbQ

Balıkesir Bandırma Havalimanı (Havaüssü)(LTbG)

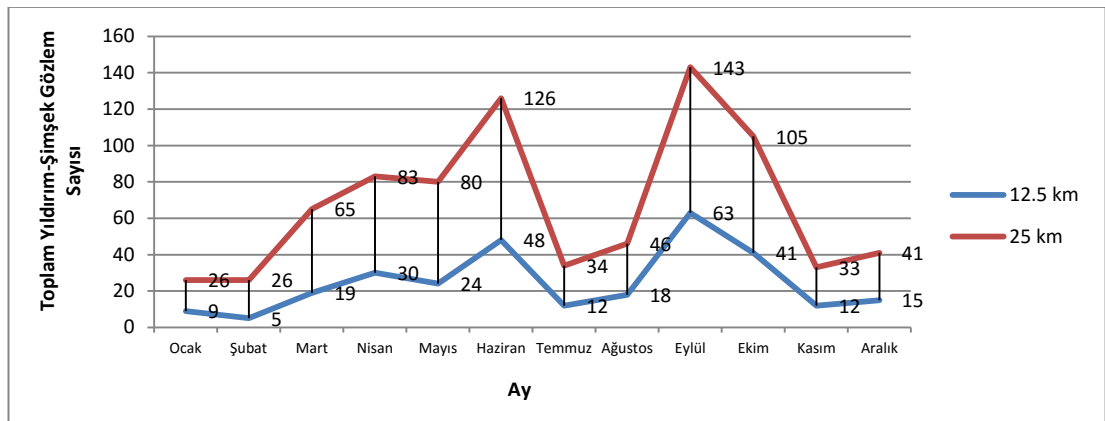
Balıkesir Bandırma Havalimanı (Havaüssü) için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verilerinin saatlik toplam karşılaştırması Şekil 4.70'de verilmiştir. Seçilen periyot için 12,5 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 296 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 12:00-13:00 (UTC) arasında toplamda 30 adet (%10) olarak meydana gelmiştir. Seçilen periyot için 25 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 808 yıldırım-

şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 12:00-13:00 (UTC) arasında toplamda 61 adet (%8) olarak meydana gelmiştir.



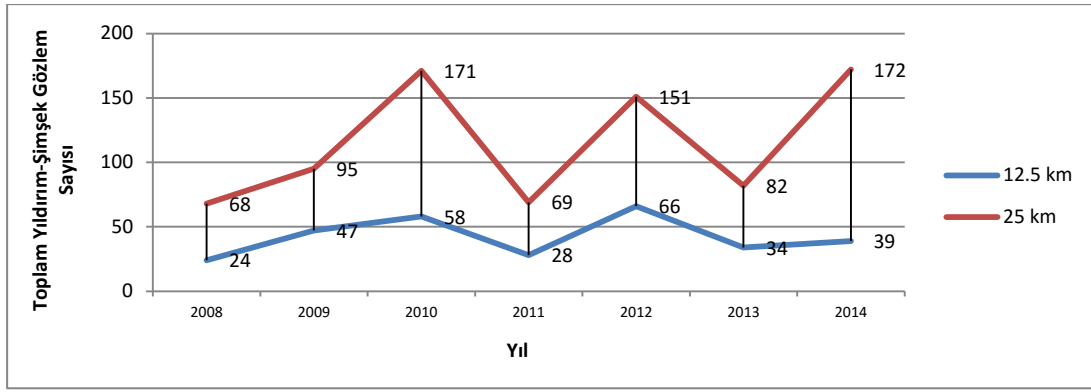
Şekil 4.70 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBG

Seçilen periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının aylık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.71’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 63 adet (%21) olarak Eylül ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Haziran (48 adet-%16) ve Ekim (41 adet-%14) ayları takip etmektedir. 25 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 143 adet (%18) olarak Eylül ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Haziran (126 adet-%16) ve Ekim (105 adet-%13) ayları takip etmektedir.



Şekil 4.71 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBG

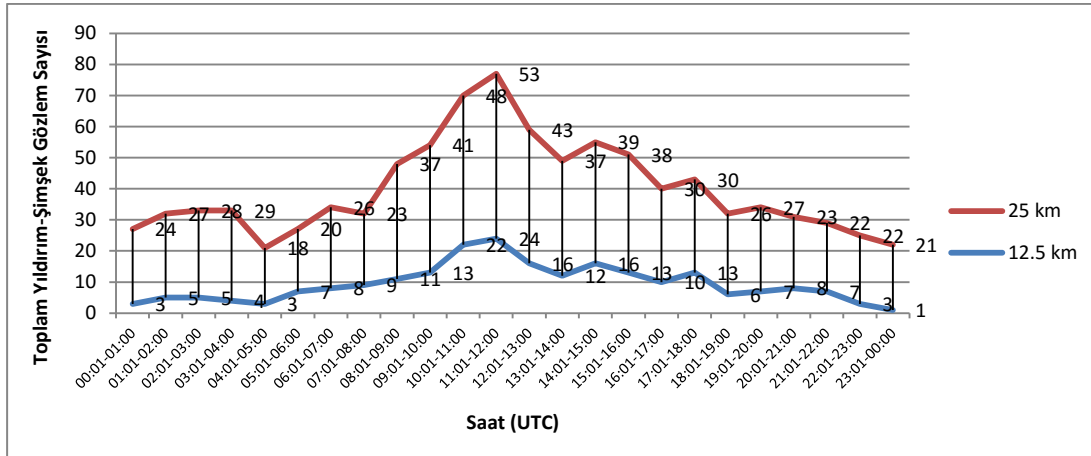
7 yıllık periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının yıllık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.72’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 66 adet (%8) olarak 2012 yılında meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 172 adet (%21) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir.



Şekil 4.72 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBG

İstanbul Samandıra Havalimanı (Havaüssü)(LTBX)

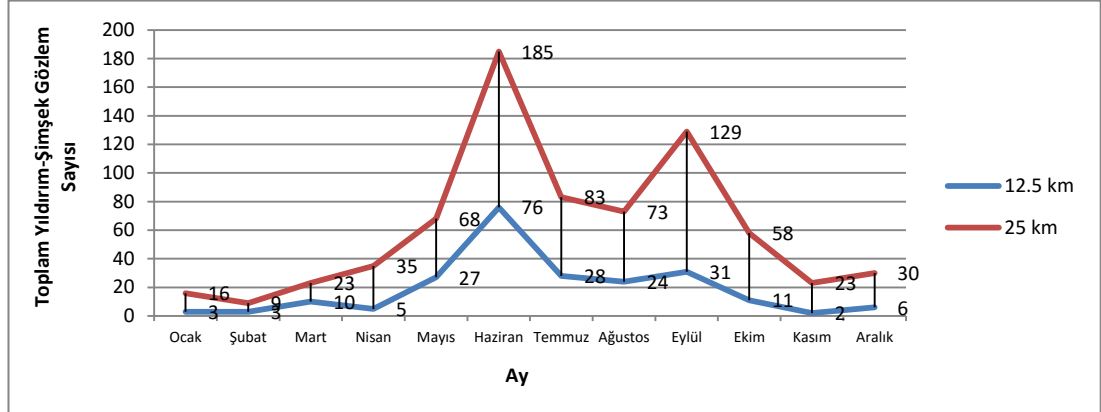
İstanbul Samandıra Havalimanı (Havaüssü) için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verilerinin saatlik toplam karşılaştırması Şekil 4.73’de verilmiştir. Seçilen periyot için 12,5 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 226 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 11:00-12:00 (UTC) arasında toplamda 24 adet (%11) olarak meydana gelmiştir. Seçilen periyot için 25 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 732 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 11:00-12:00 (UTC) arasında toplamda 53 adet (%7) olarak meydana gelmiştir.



Şekil 4.73 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBX

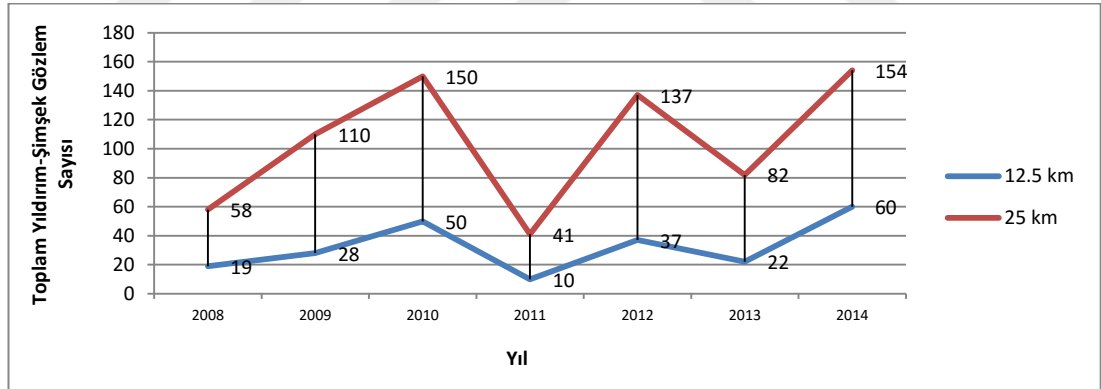
Seçilen periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının aylık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.74’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 76 adet (%34) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Eylül (31 adet-%14) ve Temmuz (28 adet-%12) ayları takip etmektedir. 25 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek

hadisesi toplamda 185 adet (%25) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Eylül (129 adet-%18) ve Temmuz (83 adet-%11) ayları takip etmektedir.



Şekil 4.74 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBX

7 yıllık periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının yıllık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.72’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 66 adet (%8) olarak 2012 yılında meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 172 adet (%21) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir.

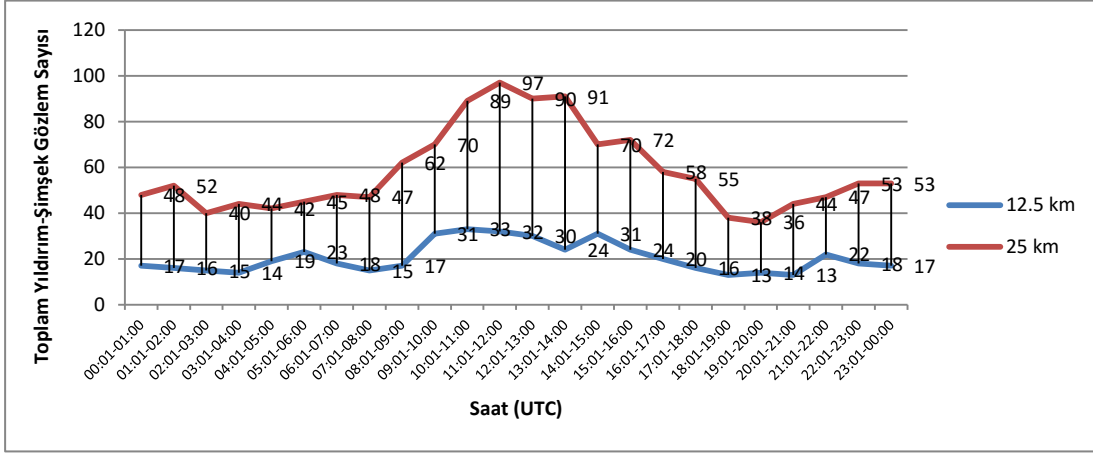


Şekil 4.75 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBX

Balıkesir Kocaseyit Havalimanı (LTFD)

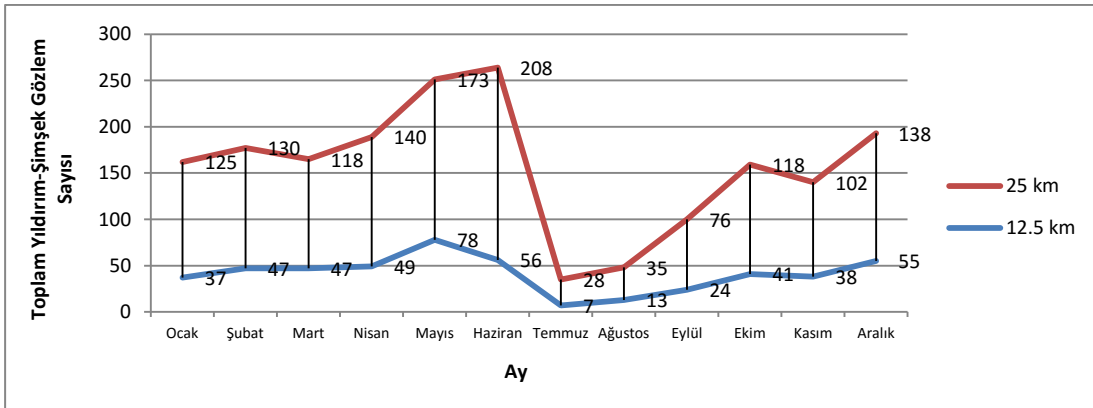
Balıkesir Kocaseyit Havalimanı için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verilerinin saatlik toplam karşılaştırması Şekil 4.76’da verilmiştir. Seçilen periyot için 12,5 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 492 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 10:00-11:00 (UTC) arasında toplamda 33 adet (%7) olarak meydana gelmiştir. Seçilen periyot için 25 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 1391 yıldırım-şimşek hadisesi tespit

edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 11:00-12:00 (UTC) arasında toplamda 97 adet (%7) olarak meydana gelmiştir.



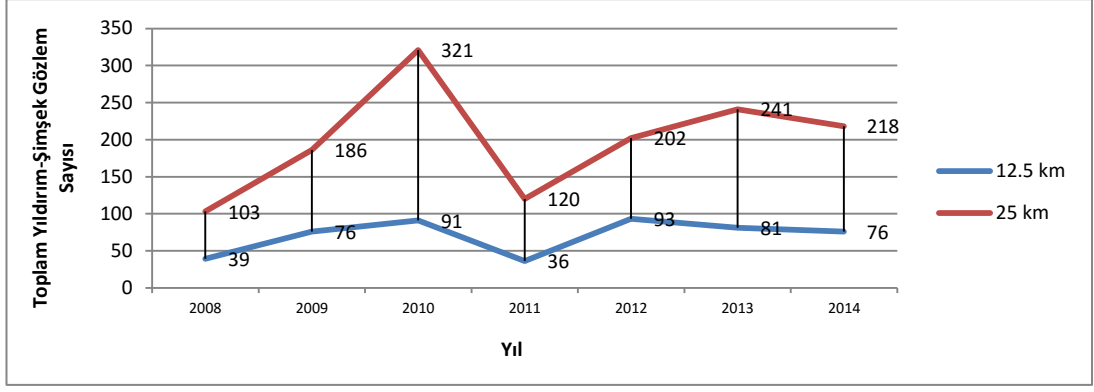
Şekil 4.76 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFD

Seçilen periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının aylık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.77’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 78 adet (%16) olarak Mayıs ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Haziran (56 adet-%11) ve Aralık (55 adet-%11) ayları takip etmektedir. 25 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 208 adet (%15) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Mayıs (173 adet-%12) ve Nisan (140 adet-%10) ayları takip etmektedir.



Şekil 4.77 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFD

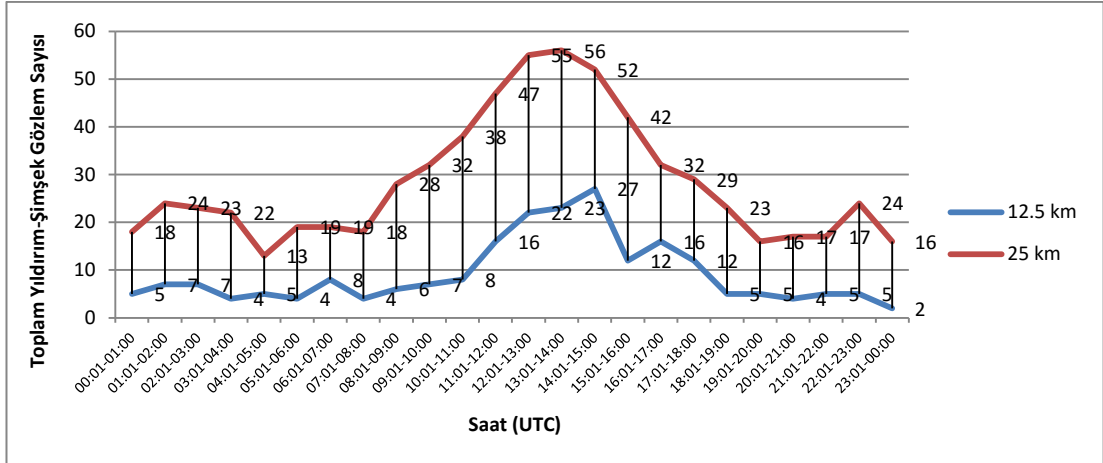
7 yıllık periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının yıllık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.78’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 93 adet (%19) olarak 2012 yılında meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 321 adet (%23) olarak 2010 yılında meydana gelmiştir.



Şekil 4.78 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTFD

Yalova Havaüssü (Taşköprü Havalimanı)(LTBP)

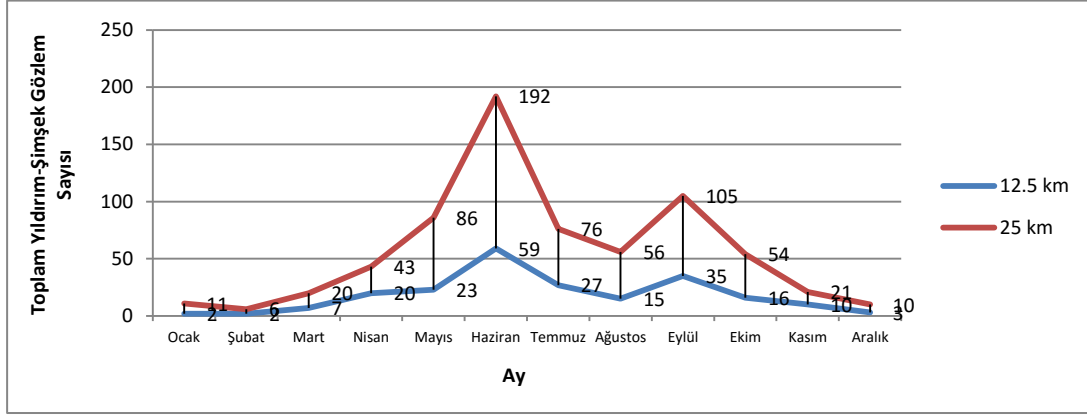
Yalova Havaüssü (Taşköprü Havalimanı) için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verilerinin saatlik toplam karşılaştırması Şekil 4.79’da verilmiştir. Seçilen periyot için 12,5 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 219 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 14:00-15:00 (UTC) arasında toplamda 27 adet (%12) olarak meydana gelmiştir. Seçilen periyot için 25 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 680 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 13:00-14:00 (UTC) arasında toplamda 56 adet (%8) olarak meydana gelmiştir.



Şekil 4.79 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBP

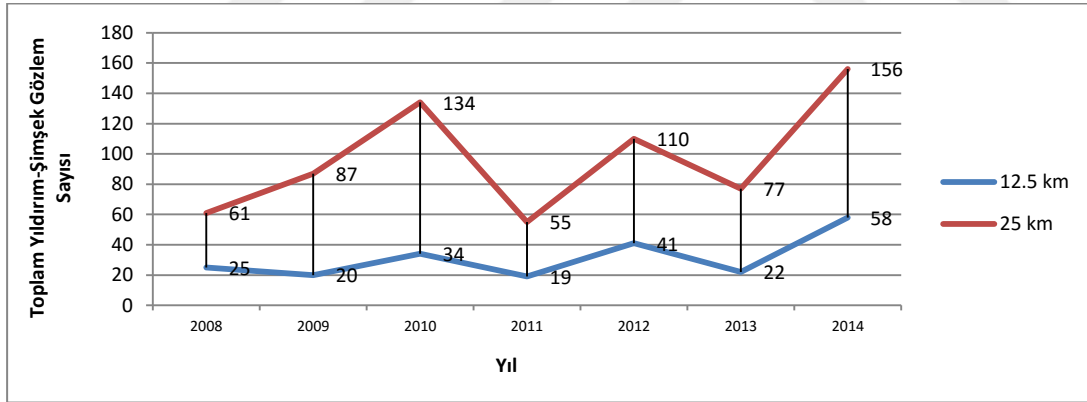
Seçilen periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının aylık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.80’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 59 adet (%27) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Eylül (35 adet-%16) ve Temmuz (27 adet-%12) ayları takip etmektedir. 25 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek

hadisesi toplamda 192 adet (%28) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Eylül (105 adet-%15) ve Mayıs (86 adet-%13) ayları takip etmektedir.



Şekil 4.80 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBP

7 yıllık periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının yıllık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.81’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 58 adet (%27) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 156 adet (%23) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir.

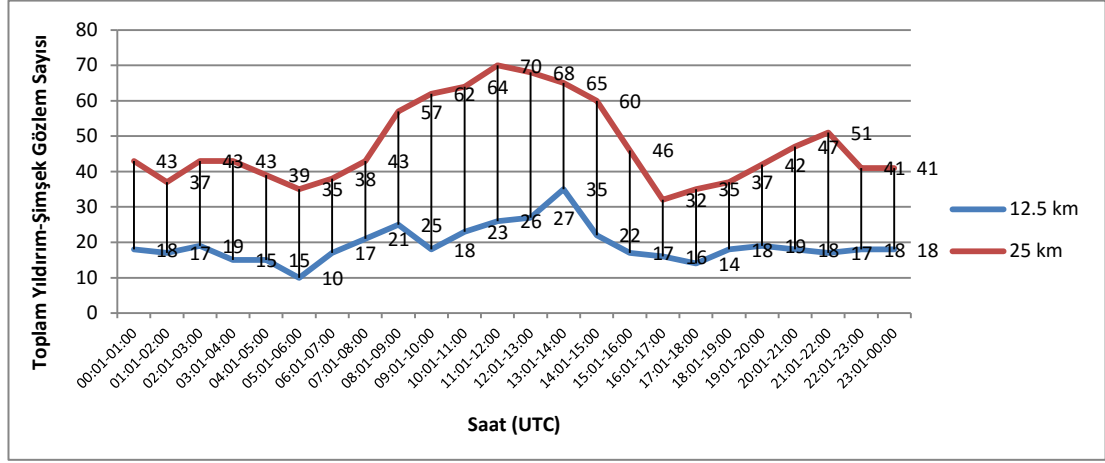


Şekil 4.81 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBP

Çanakkale Havalimanı (LTBH)

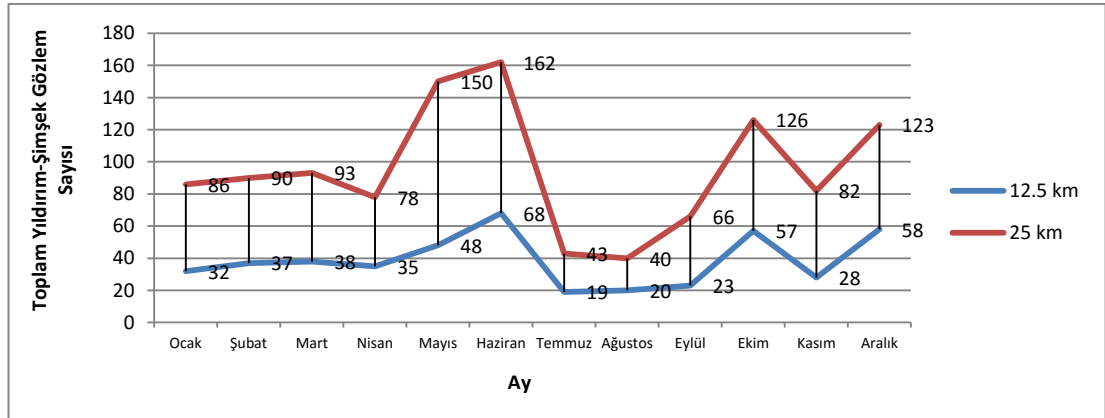
Çanakkale Havalimanı için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verilerinin saatlik toplam karşılaştırması Şekil 4.82’de verilmiştir. Seçilen periyot için 12,5 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 463 yıldırım-şimşek hadisesi tespit edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 13:00-14:00 (UTC) arasında toplamda 35 adet (%8) olarak meydana gelmiştir. Seçilen periyot için 25 km yarı çapı dahilinde saatlik olarak toplamda 1139 yıldırım-şimşek hadisesi tespit

edilmiştir. En çok sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 11:00-12:00 (UTC) arasında toplamda 70 adet (%6) olarak meydana gelmiştir.



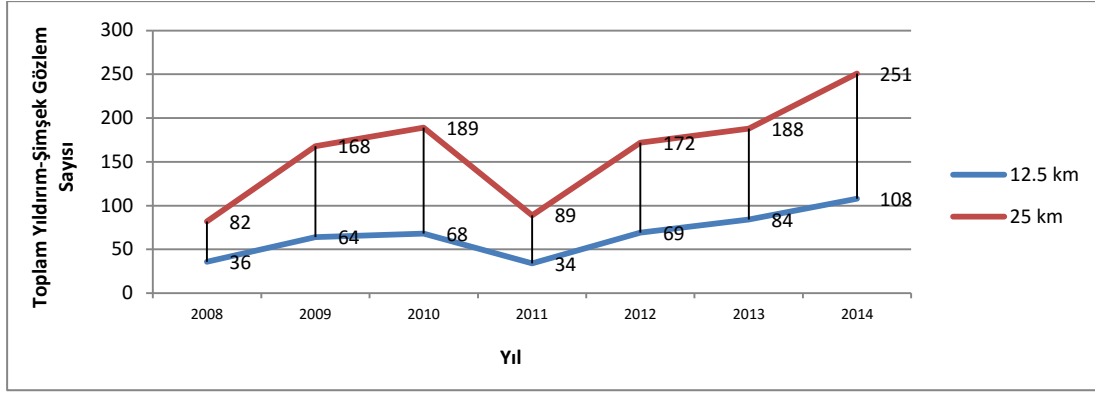
Şekil 4.82 : Saatlik-toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBH

Seçilen periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının aylık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.83’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 68 adet (%15) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Aralık (58 adet-%13) ve Ekim (57 adet-%12) ayları takip etmektedir. 25 km yarı çapı için aylık bazda en çok yıldırım-şimşek hadisesi toplamda 162 adet (%14) olarak Haziran ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Mayıs (150 adet-%13) ve Ekim (126 adet-%11) ayları takip etmektedir.



Şekil 4.83 : Aylık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBH

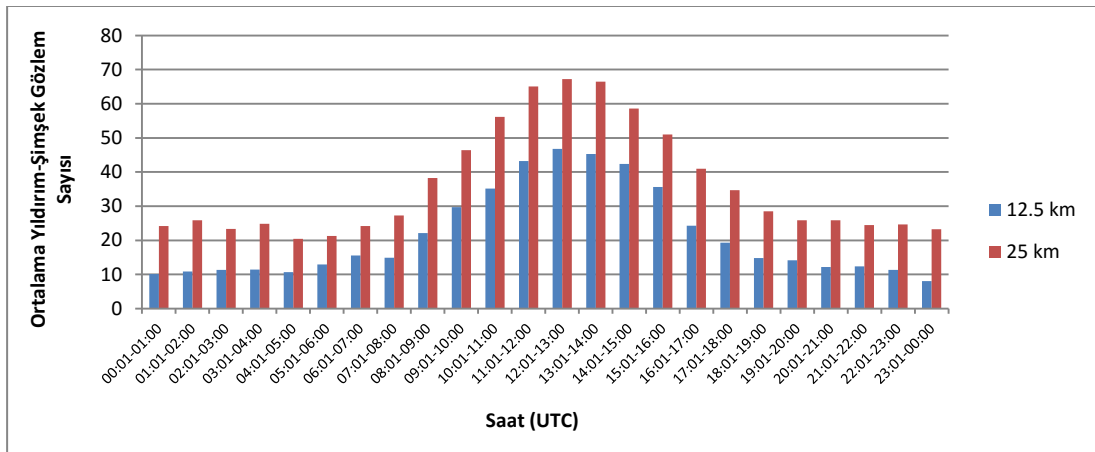
7 yıllık periyot için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yıldırım-şimşek sayılarının yıllık-saatlik toplam sayıları Şekil 4.84’de verilmiştir. 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 108 adet (%23) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 251 adet (%22) olarak 2014 yılında meydana gelmiştir.



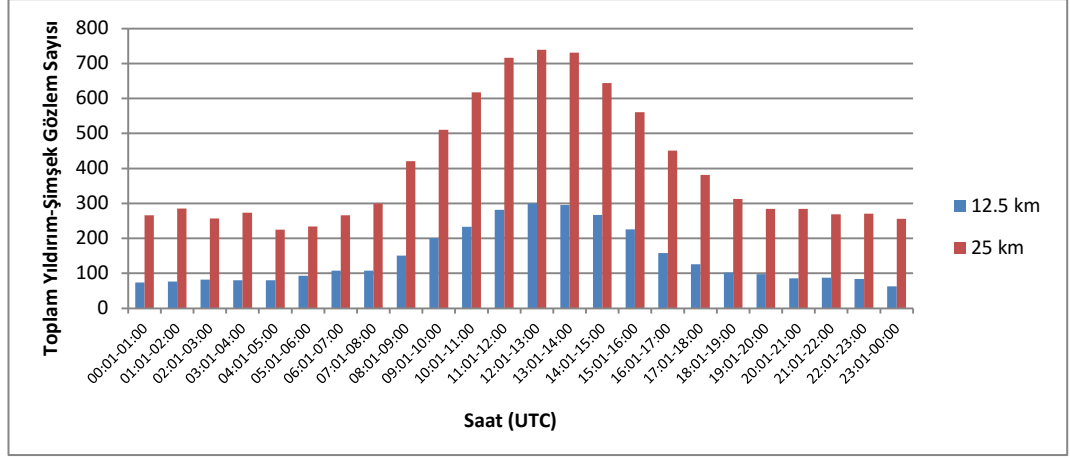
Şekil 4.84 : Yıllık-saatlik toplam yıldırım-şimşek sayısı karşılaştırması, LTBH

4.2.1 İstasyonların toplu analiz sonuçları

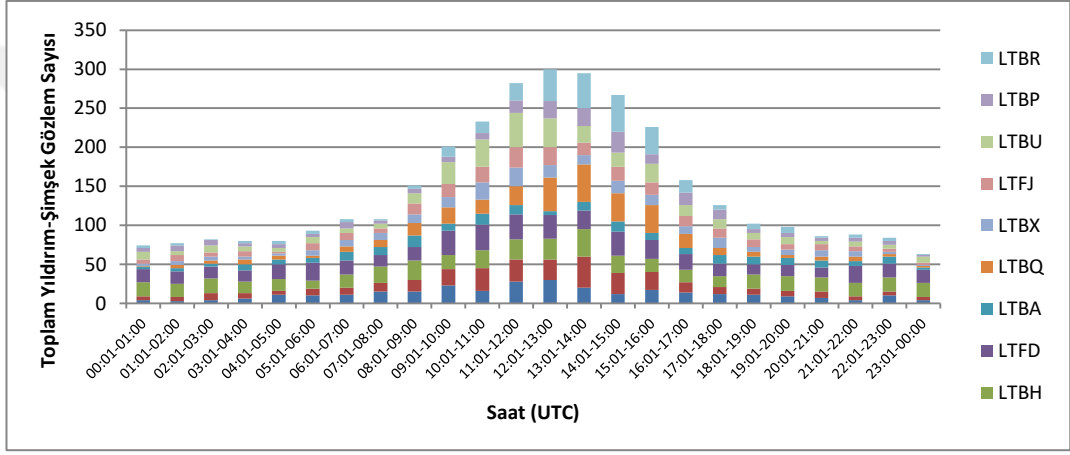
Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan 11 adet sivil-askeri, ulusal ve uluslararası havalimanına ait ATDnet verilerinin toplu değerlendirmeleri bu bölümde yapılmıştır. İlk analizde 12,5 km ve 25 km yarı çapı için tüm havalimanlarına ait saatlik ortalama, saatlik toplam ve her bir havalimanını ayrı ayrı gösterecek şekilde saatlik toplam analizleri 7 yıllık periyot dahilinde incelenmiştir (Şekil 4.85; Şekil 4.86; Şekil 4.87; 4.88). Analiz sonuçlarına bakıldığında yıldırım-şimşek gözlemlerinin genellikle 08:00 UTC'den itibaren ivmeli bir şekilde 13:00 UTC'ye kadar artış gösterdiği görülmektedir. Aynı şekilde yine genel tabloya bakıldığında en çok 08:00-13:00 (UTC) arasında artış gözlenmiştir. En çok yıldırım-şimşek hadisesi 12:00-13:00 (UTC) arasında meydana gelmiş olup 12,5 km yarı çapı için ortalama 47 adet, toplamda ise bu saat aralığında 300 (%9) yıldırım-şimşek hadisesi gözlenmiştir. Yine 25 km yarı çapı için ortalama 67 adet, toplamda ise bu saat aralığında 739 (%8) yıldırım-şimşek hadisesi gözlenmiştir.



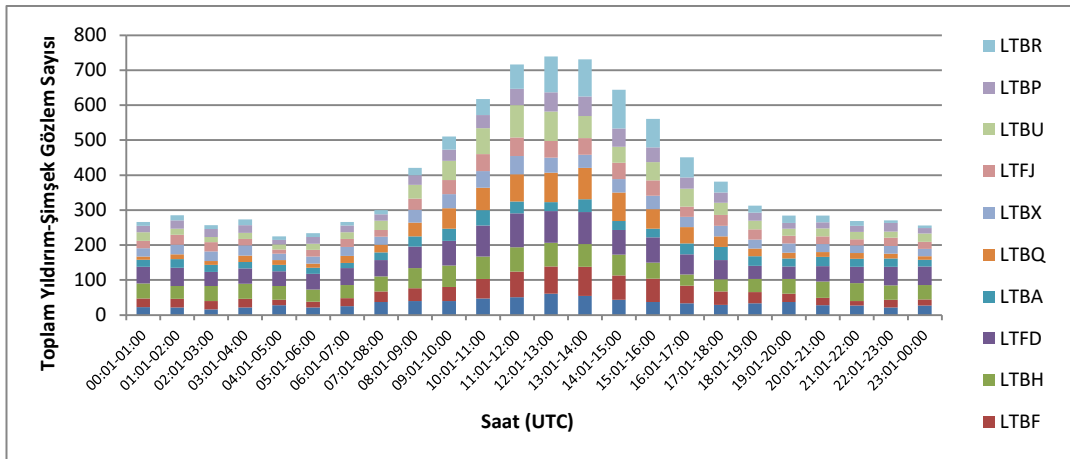
Şekil 4.85 : Ortalama saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları



Şekil 4.86 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

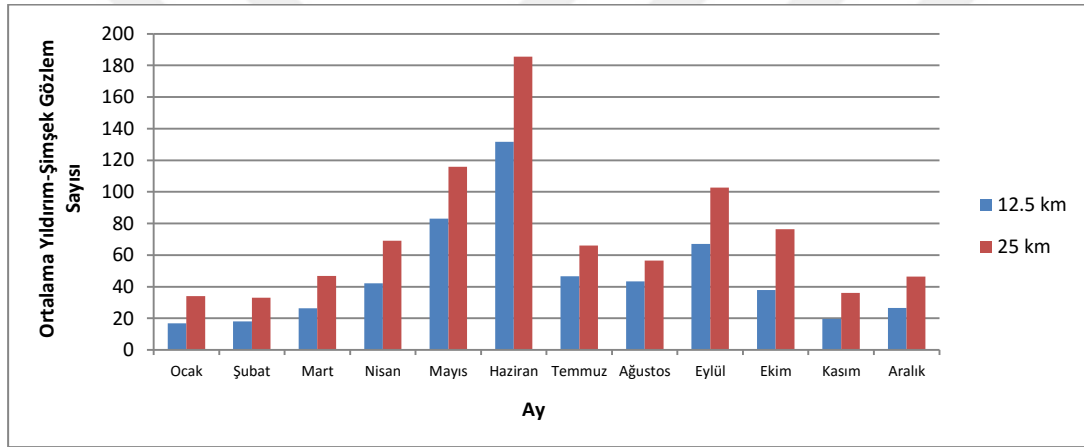


Şekil 4.87 : 12.5 km yarı çapı dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

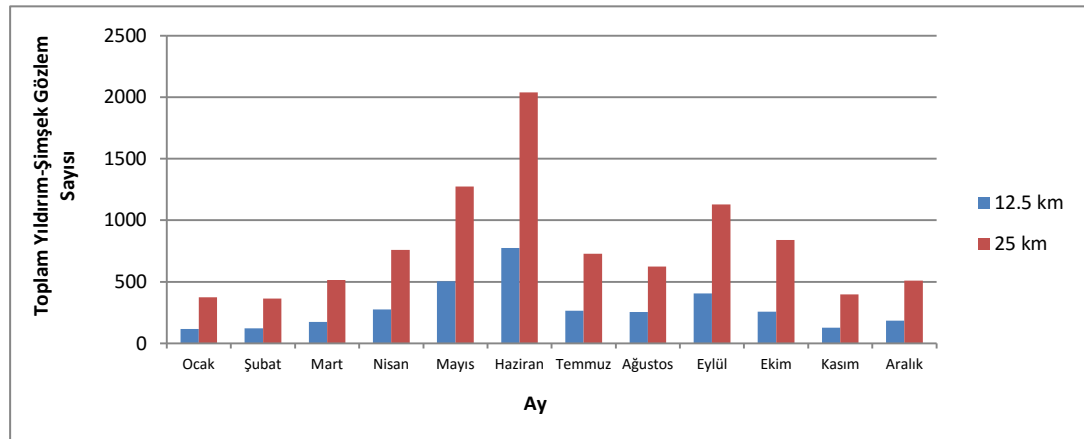


Şekil 4.88 : 25 km yarı çapı dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

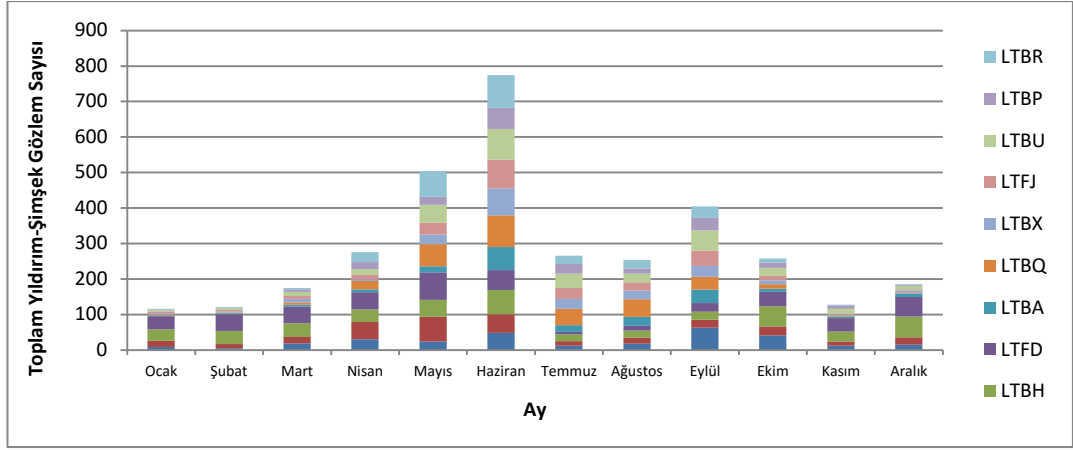
Diğer bir analizde 12,5 km ve 25 km yarı çapı için tüm havalimanlarına ait aylık-saatlik ortalama, aylık-saatlik toplam ve her bir havalimanı için aylık-saatlik toplam analizleri 7 yıllık periyot dahilinde incelenmiştir (Şekil 4.89; Şekil 4.90; Şekil 4.91; 4.92). En çok yıldırım-şimşek hadisesinin olduğu ay periyot boyunca tüm istasyonlar için Haziran ayı olmuştur. 12,5 km yarı çapı dahilinde bu ay için ortalama 132 yıldırım-şimşek gözlenirken, aynı şekilde 25 km için de ortalama 185 yıldırım-şimşek hadisesi gözlenmiştir. Yine 12,5 km yarı çapı için toplamda bu ay 774 yıldırım-şimşek gözlenirken, 25 km yarı çapı için 2040 yıldırım-şimşek hadisesi gözlenmiştir. Bu ayı her iki yarı çap için ortalama ve toplamda sırasıyla Mayıs ve Eylül ayları takip etmektedir. Yıldırım-şimşek hadisesinin en az gözleendiği aylar ise her iki yarı çapı için ortalama ve toplam dahilinde Ocak ve Şubat ayları olmuştur.



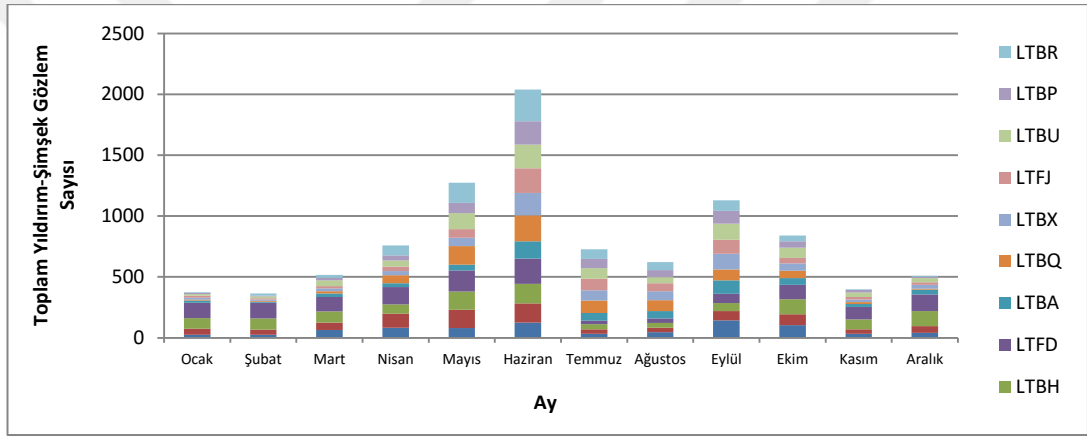
Şekil 4.89 : Ortalama saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları



Şekil 4.90 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

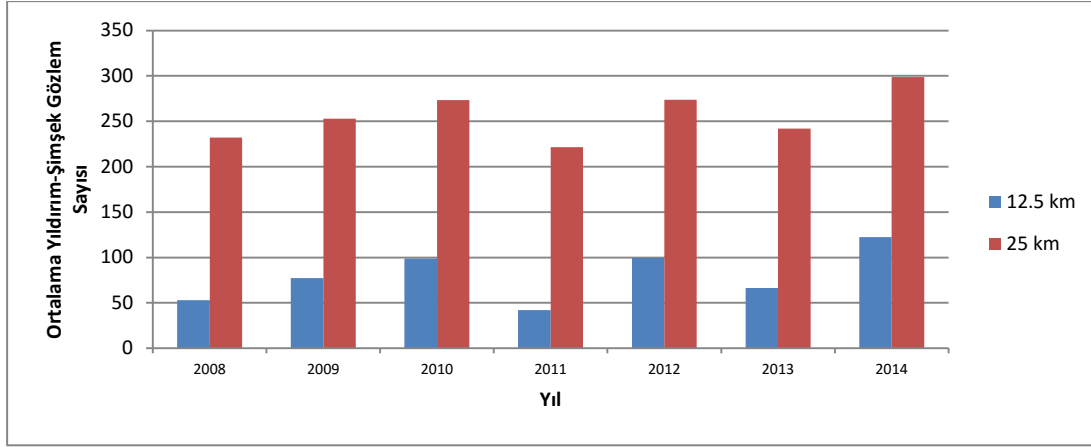


Şekil 4.91 : 12,5 km yarı çapı dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

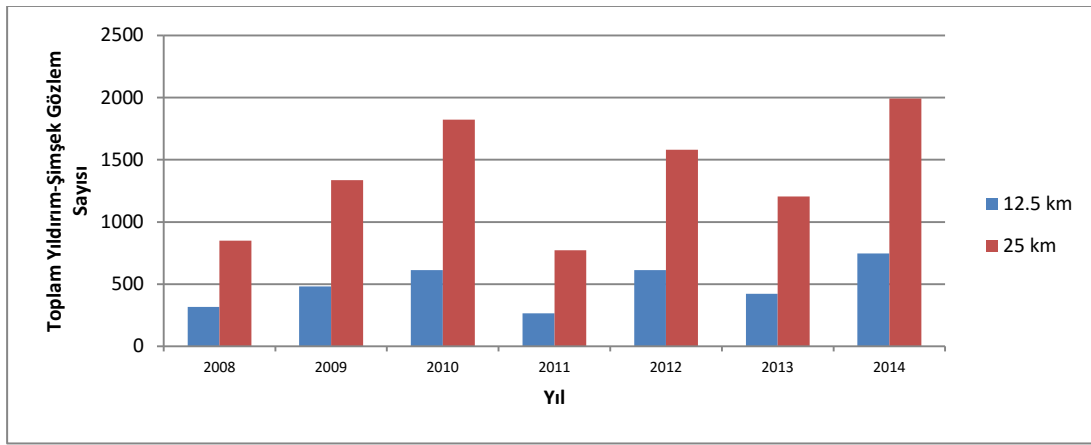


Şekil 4.92 : 25 km yarı çapı dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

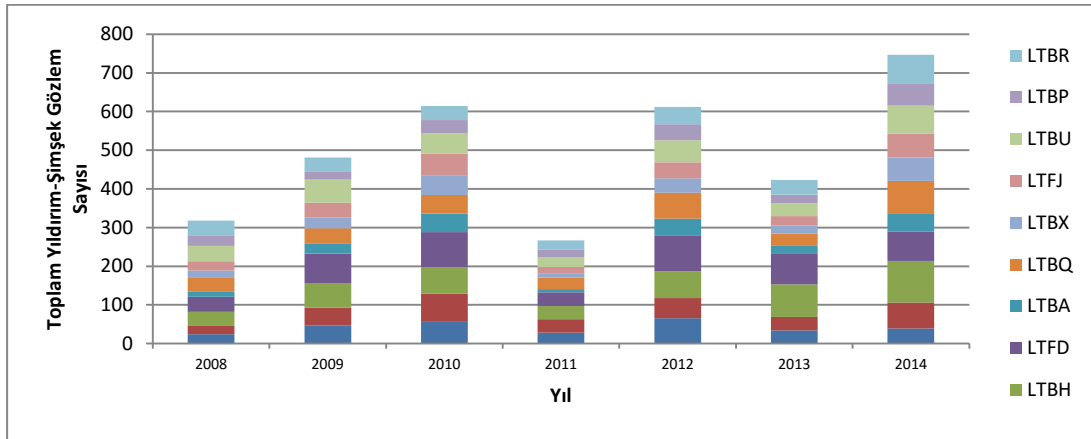
Son olarak 12,5 km ve 25 km yarı çapı için tüm havalimanlarına ait yıllık-saatlik ortalama, yıllık-saatlik toplam ve her bir havalimanını ayrı ayrı gösterecek şekilde yıllık-saatlik toplam analizleri 7 yıllık periyot dahilinde incelenmiştir (Şekil 4.93; Şekil 4.94; Şekil 4.95; 4.96). Her iki yarı çap için de en çok yıldırım-şimşek hadisesi ortalamada ve toplamda olmak üzere 2014 yılında meydana gelmiştir. Bu yılı sırasıyla 2010 ve 2012 yılları takip etmektedir. 12,5 km yarı çapı dahilinde yıllık ortalama tüm yıllar için 50-100 yıldırım-şimşek hadisesi meydana gelirken, toplamda ise yaklaşık olarak 500 yıldırım-şimşek hadisesi meydana gelmektedir. Aynı şekilde 25 km yarı çapı için ortalama tüm yıllar dahilinde 250 civarı yıldırım-şimşek hadisesi meydana gelirken, toplamda ise 1200 civarı yıldırım-şimşek hadisesi meydana gelmektedir.



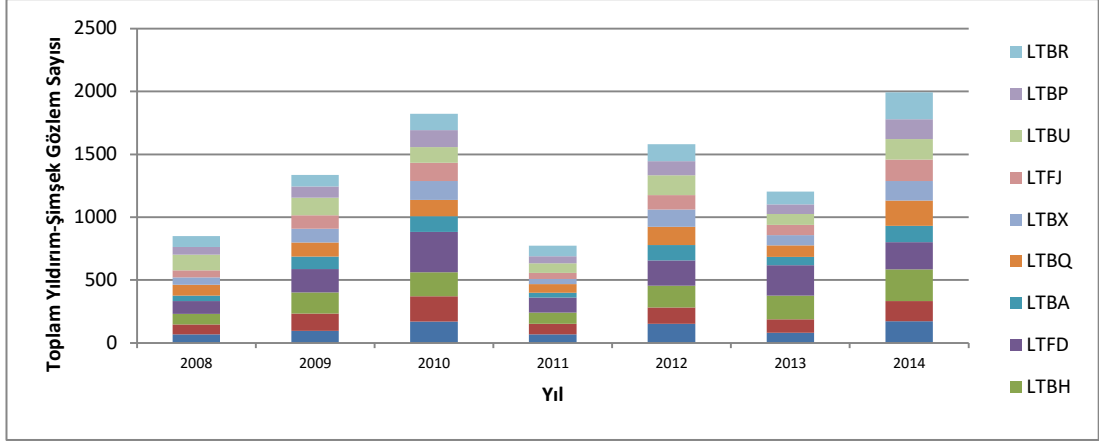
Şekil 4.93 : Ortalama saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları



Şekil 4.94 : Toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları



Şekil 4.95 : 12,5 km yarı çapı dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları



Şekil 4.96 : 25 km yarı çapı dahilinde toplam saatlik yıldırım-şimşek gözlem sayıları

4.3 METAR-ATDnet Verilerinin Karşılaştırılması

Bu çalışmanın yapılmasındaki en önemli amaç insan gözlemleri dayalı olarak elde edilen veriler ile aletli ölçümler vasıtasıyla elde edilen verilerin karşılaştırmasını yaparak iki veri türü arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Bu hususta çalışmanın bu bölümünde her bir havalimanı için METAR ve ATDnet verileri (12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde) Saatlik, Aylık ve Yıllık toplamlar bazında ayrı ayrı detaylı bir şekilde incelenmiştir. Yine benzer şekilde tüm istasyonlar için bu veri türleri ortalamalar ve toplamlar bazında da benzer istatistikî analizlere tabi tutulmuştur.

LTBA için Çizelge 4.1’de saatlik-toplam analiz, daha sonra Çizelge 4.2’de aylık-saatlik toplam analiz ve son olarak Çizelge 4.3’de yıllık-saatlik toplam analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca ortalama değerler; saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında çok iyi bir ilişki olmadığını gösterirken, 25 km için iki veri arasında iyi bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.1 : METAR-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBA

İstanbul Atatürk Havalimanı (LTBA) - METAR-ATDnet					
Saat (UTC)	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
00:01-01:00	0,14	0,91	0,14	0,91	
01:01-02:00	0,21	0,76	0,21	0,76	
02:01-03:00	0,17	0,87	0,17	0,87	
03:01-04:00	0,47	0,89	0,47	0,89	
04:01-05:00	0,29	0,86	0,28	0,86	
05:01-06:00	0,75	0,47	0,75	0,47	
06:01-07:00	0,61	0,83	0,61	0,83	
07:01-08:00	0,53	0,86	0,52	0,86	
08:01-09:00	0,73	0,38	0,73	0,38	
09:01-10:00	0,47	0,54	0,47	0,54	
10:01-11:00	0,61	0,52	0,61	0,52	
11:01-12:00	0,60	0,59	0,60	0,58	
12:01-13:00	0,36	0,54	0,36	0,54	
13:01-14:00	0,69	0,43	0,69	0,43	
14:01-15:00	0,65	0,77	0,65	0,77	
15:01-16:00	0,56	0,64	0,56	0,64	
16:01-17:00	0,26	1,00	0,26	1,00	
17:01-18:00	0,28	0,95	0,27	0,95	
18:01-19:00	0,20	0,53	0,19	0,52	
19:01-20:00	0,19	0,48	0,18	0,47	
20:01-21:00	0,29	0,84	0,29	0,84	
21:01-22:00	0,16	0,61	0,16	0,60	
22:01-23:00	0,27	0,73	0,27	0,72	
23:01-00:00	0,09	0,59	0,09	0,59	
Ortalama	0,40	0,69	0,40	0,69	

Çizelge 4.2 : METAR-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBA

İstanbul Atatürk Havalimanı (LTBA) - METAR-ATDnet					
Ay	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
Ocak	0,13	0,83	0,13	0,83	
Şubat	0,18	0,64	0,18	0,64	
Mart	0,16	0,76	0,16	0,76	
Nisan	0,28	0,94	0,27	0,94	
Mayıs	0,59	0,62	0,58	0,61	
Haziran	0,59	0,79	0,58	0,78	
Temmuz	0,40	0,75	0,39	0,75	
Ağustos	0,56	0,73	0,55	0,72	
Eylül	0,33	0,94	0,32	0,94	
Ekim	0,17	0,98	0,17	0,98	
Kasım	0,10	0,59	0,10	0,58	
Aralık	0,18	0,69	0,18	0,69	
Ortalama	0,30	0,77	0,30	0,77	

Çizelge 4.3 : METAR-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBA

İstanbul Atatürk Havalimanı (LTBA) - METAR-ATDnet					
Yıl	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
2008	0,19	0,59	0,19	0,58	
2009	0,20	0,76	0,20	0,76	
2010	0,42	0,91	0,42	0,91	
2011	0,22	0,95	0,22	0,95	
2012	0,44	0,80	0,44	0,79	
2013	0,35	0,82	0,34	0,82	
2014	0,57	0,65	0,56	0,65	
Ortalama	0,34	0,78	0,34	0,78	

LTFJ için Çizelge 4.4’de saatlik-toplam analiz, daha sonra Çizelge 4.5’de aylık-saatlik toplam analiz ve son olarak Çizelge 4.6’da yıllık-saatlik toplam analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca ortalama değerler; saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında çok iyi bir ilişki olmadığını gösterirken, 25 km için iki veri arasında iyi bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.4 : METAR-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTFJ

İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı (LTFJ) - METAR-ATDnet				
Saat (UTC)	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
00:01-01:00	0,14	0,58	0,14	0,58
01:01-02:00	0,26	0,90	0,26	0,90
02:01-03:00	0,17	0,87	0,17	0,87
03:01-04:00	0,37	1,00	0,37	1,00
04:01-05:00	0,11	0,67	0,11	0,67
05:01-06:00	0,50	0,95	0,50	0,95
06:01-07:00	0,56	0,70	0,56	0,69
07:01-08:00	0,30	0,95	0,30	0,95
08:01-09:00	0,44	1,00	0,43	1,00
09:01-10:00	0,49	0,88	0,48	0,87
10:01-11:00	0,49	0,85	0,48	0,85
11:01-12:00	0,60	0,81	0,60	0,81
12:01-13:00	0,51	0,94	0,51	0,94
13:01-14:00	0,47	0,71	0,47	0,70
14:01-15:00	0,45	0,87	0,45	0,87
15:01-16:00	0,33	0,92	0,33	0,92
16:01-17:00	0,28	0,62	0,27	0,61
17:01-18:00	0,22	0,56	0,21	0,56
18:01-19:00	0,17	0,49	0,17	0,49
19:01-20:00	0,18	0,56	0,18	0,56
20:01-21:00	0,14	0,39	0,14	0,39
21:01-22:00	0,12	0,37	0,12	0,36
22:01-23:00	0,11	0,65	0,11	0,65
23:01-00:00	0,07	0,48	0,07	0,47
Ortalama	0,31	0,74	0,31	0,74

Çizelge 4.5 : METAR-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTFJ

İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı (LTFJ) - METAR-ATDnet				
Ay	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
Ocak	0,27	0,77	0,27	0,77
Şubat	0,27	0,80	0,27	0,80
Mart	0,16	0,35	0,16	0,35
Nisan	0,45	0,78	0,45	0,78
Mayıs	0,47	0,99	0,47	0,99
Haziran	0,40	1,00	0,39	0,99
Temmuz	0,33	0,99	0,33	0,99
Ağustos	0,27	0,74	0,27	0,74
Eylül	0,29	0,79	0,28	0,78
Ekim	0,14	0,49	0,14	0,49
Kasım	0,09	0,64	0,09	0,63
Aralık	0,09	0,52	0,09	0,52
Ortalama	0,27	0,74	0,27	0,74

Çizelge 4.6 : METAR-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTFJ

İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı (LTFJ) - METAR-ATDnet				
Yıl	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
2008	0,22	0,53	0,22	0,52
2009	0,27	0,75	0,26	0,74
2010	0,28	0,71	0,27	0,70
2011	0,33	0,90	0,33	0,90
2012	0,33	0,90	0,32	0,90
2013	0,38	0,79	0,38	0,79
2014	0,32	0,90	0,32	0,89
Ortalama	0,30	0,78	0,30	0,78

LTBR için Çizelge 4.7’de saatlik-toplam analiz, daha sonra Çizelge 4.8’de aylık-saatlik toplam analiz ve son olarak Çizelge 4.9’da yıllık-saatlik toplam analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca ortalama değerler; saatlik-toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında iyi bir ilişki olduğunu, aylık-saatlik toplam için ise kötü bir ilişki olduğunu gösterirken; 25 km yarı çapı için saatlik-toplam verileri arasında kötü bir ilişkiyi, aylık-saatlik ve yıllık-saatlik toplamlar için ise iyi bir ilişkiyi göstermektedir.

Çizelge 4.7 : METAR-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBR

Bursa Yenişehir Havalimanı (LTBR) - METAR-ATDnet					
Saat (UTC)	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
00:01-01:00	0,75	0,36	0,75	0,36	
01:01-02:00	1,00	0,21	1,00	0,21	
02:01-03:00	1,00	0,09	1,00	0,09	
03:01-04:00	0,67	0,13	0,67	0,12	
04:01-05:00	0,75	0,30	0,75	0,30	
05:01-06:00	0,80	0,45	0,80	0,45	
06:01-07:00	1,00	0,40	1,00	0,40	
07:01-08:00	0,50	0,33	0,50	0,33	
08:01-09:00	0,67	0,29	0,67	0,28	
09:01-10:00	1,00	0,35	1,00	0,35	
10:01-11:00	0,75	0,43	0,75	0,43	
11:01-12:00	0,54	0,59	0,53	0,59	
12:01-13:00	0,65	0,62	0,65	0,61	
13:01-14:00	0,55	0,77	0,54	0,77	
14:01-15:00	0,47	0,89	0,46	0,89	
15:01-16:00	0,51	0,84	0,50	0,84	
16:01-17:00	0,41	0,67	0,41	0,67	
17:01-18:00	0,21	0,94	0,21	0,93	
18:01-19:00	0,37	0,95	0,37	0,95	
19:01-20:00	0,73	0,52	0,73	0,52	
20:01-21:00	0,13	0,79	0,13	0,79	
21:01-22:00	0,50	0,57	0,50	0,57	
22:01-23:00	0,75	0,38	0,75	0,37	
23:01-00:00	0,25	0,57	0,25	0,57	
Ortalama	0,62	0,52	0,62	0,52	

Çizelge 4.8 : METAR-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBR

Bursa Yenişehir Havalimanı (LTBR) - METAR-ATDnet					
Ay	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
Ocak	0,67	0,75	0,67	0,75	
Şubat	0,17	0,33	0,17	0,33	
Mart	0,19	0,91	0,19	0,91	
Nisan	0,64	0,54	0,63	0,53	
Mayıs	0,74	0,58	0,74	0,58	
Haziran	0,48	0,73	0,47	0,72	
Temmuz	0,69	0,45	0,68	0,44	
Ağustos	0,73	0,49	0,73	0,48	
Eylül	0,41	0,93	0,41	0,93	
Ekim	0,46	0,51	0,46	0,51	
Kasım	0,25	0,75	0,25	0,75	
Aralık	0,17	0,67	0,17	0,67	
Ortalama	0,47	0,64	0,46	0,63	

Çizelge 4.9 : METAR-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBR

Bursa Yenişehir Havalimanı (LTBR) - METAR-ATDnet					
Yıl	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
2008	0,59	0,79	0,59	0,79	
2009	0,39	0,96	0,38	0,96	
2010	0,39	0,70	0,39	0,69	
2011	0,57	0,50	0,57	0,50	
2012	0,83	0,40	0,83	0,39	
2013	0,86	0,43	0,86	0,42	
2014	0,49	0,71	0,49	0,70	
Ortalama	0,59	0,64	0,59	0,64	

LTBU için Çizelge 4.10’da saatlik-toplam analiz, daha sonra Çizelge 4.11’de aylık-saatlik toplam analiz ve son olarak Çizelge 4.12’de yıllık-saatlik toplam analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca ortalama değerler; saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında çok iyi bir ilişki olmadığını gösterirken; 25 km yarı çapı dahilinde saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında iyi bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.10 : METAR-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBU

Tekirdağ Çorlu Havalimanı (LTBU) - METAR-ATDnet					
Saat (UTC)	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
00:01-01:00	0,26	0,66	0,26	0,65	
01:01-02:00	0,14	0,51	0,14	0,51	
02:01-03:00	0,32	0,54	0,32	0,53	
03:01-04:00	0,25	0,71	0,25	0,71	
04:01-05:00	0,21	0,63	0,21	0,62	
05:01-06:00	0,27	0,60	0,26	0,60	
06:01-07:00	0,21	0,66	0,21	0,65	
07:01-08:00	0,21	0,93	0,21	0,93	
08:01-09:00	0,38	0,87	0,38	0,87	
09:01-10:00	0,45	0,89	0,45	0,88	
10:01-11:00	0,56	0,84	0,56	0,83	
11:01-12:00	0,48	1,00	0,47	1,00	
12:01-13:00	0,44	1,00	0,43	1,00	
13:01-14:00	0,33	0,98	0,32	0,98	
14:01-15:00	0,35	0,90	0,35	0,90	
15:01-16:00	0,48	0,96	0,48	0,96	
16:01-17:00	0,23	0,85	0,23	0,85	
17:01-18:00	0,23	0,66	0,22	0,66	
18:01-19:00	0,16	0,50	0,16	0,50	
19:01-20:00	0,19	0,42	0,18	0,41	
20:01-21:00	0,09	0,51	0,09	0,51	
21:01-22:00	0,15	0,53	0,15	0,52	
22:01-23:00	0,11	0,40	0,11	0,40	
23:01-00:00	0,17	0,50	0,16	0,50	
Ortalama	0,28	0,71	0,27	0,71	

Çizelge 4.11 : METAR-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBU

Tekirdağ Çorlu Havalimanı (LTBU) - METAR-ATDnet					
Ay	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
Ocak	0,30	0,83	0,30	0,83	
Şubat	0,16	0,41	0,16	0,40	
Mart	0,21	0,88	0,21	0,87	
Nisan	0,35	0,96	0,35	0,96	
Mayıs	0,40	0,95	0,39	0,95	
Haziran	0,42	0,95	0,41	0,95	
Temmuz	0,43	0,96	0,43	0,96	
Ağustos	0,40	0,87	0,40	0,87	
Eylül	0,27	0,62	0,26	0,61	
Ekim	0,15	0,57	0,15	0,56	
Kasım	0,18	0,44	0,17	0,44	
Aralık	0,18	0,61	0,18	0,60	
Ortalama	0,29	0,75	0,28	0,75	

Çizelge 4.12 : METAR-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBU

Tekirdağ Çorlu Havalimanı (LTBU) - METAR-ATDnet					
Yıl	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
2008	0,35	0,92	0,35	0,92	
2009	0,26	0,62	0,26	0,61	
2010	0,30	0,71	0,30	0,70	
2011	0,29	0,86	0,29	0,85	
2012	0,28	0,77	0,27	0,77	
2013	0,24	0,61	0,23	0,61	
2014	0,42	0,96	0,42	0,96	
Ortalama	0,31	0,78	0,30	0,78	

LTBF için Çizelge 4.13’de saatlik-toplam analiz, daha sonra Çizelge 4.14’de aylık-saatlik toplam analiz ve son olarak Çizelge 4.15’de yıllık-saatlik toplam analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca ortalama değerler; saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında iyi bir ilişki olduğunu gösterirken; 25 km yarı çapı dahilinde saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam verileri arasında çok iyi bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.13 : METAR-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBF

Bahkesir Havalimanı (LTBF) - METAR-ATDnet					
Saat (UTC)	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
00:01-01:00	0,60	0,13	0,60	0,12	
01:01-02:00	0,80	0,17	0,80	0,17	
02:01-03:00	0,78	0,29	0,78	0,29	
03:01-04:00	0,71	0,21	0,71	0,21	
04:01-05:00	0,60	0,19	0,60	0,19	
05:01-06:00	0,44	0,25	0,44	0,25	
06:01-07:00	0,56	0,22	0,55	0,22	
07:01-08:00	0,64	0,23	0,64	0,23	
08:01-09:00	0,87	0,35	0,87	0,35	
09:01-10:00	0,48	0,25	0,47	0,25	
10:01-11:00	0,52	0,27	0,51	0,26	
11:01-12:00	0,61	0,23	0,60	0,23	
12:01-13:00	0,77	0,26	0,77	0,25	
13:01-14:00	0,68	0,33	0,67	0,32	
14:01-15:00	0,67	0,26	0,66	0,26	
15:01-16:00	0,39	0,13	0,39	0,13	
16:01-17:00	0,92	0,24	0,92	0,24	
17:01-18:00	0,82	0,29	0,82	0,29	
18:01-19:00	0,80	0,31	0,80	0,31	
19:01-20:00	0,78	0,38	0,78	0,37	
20:01-21:00	0,63	0,24	0,62	0,24	
21:01-22:00	0,83	0,46	0,83	0,46	
22:01-23:00	1,00	0,23	1,00	0,23	
23:01-00:00	0,57	0,39	0,57	0,39	
Ortalama	0,69	0,26	0,68	0,26	

Çizelge 4.14 : METAR-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBF

Bahkesir Havalimanı (LTBF) - METAR-ATDnet					
Ay	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
Ocak	0,59	0,20	0,59	0,20	
Şubat	0,75	0,21	0,75	0,21	
Mart	0,56	0,17	0,55	0,17	
Nisan	0,59	0,25	0,59	0,25	
Mayıs	0,59	0,27	0,59	0,27	
Haziran	0,72	0,24	0,71	0,24	
Temmuz	0,31	0,11	0,31	0,11	
Ağustos	0,76	0,35	0,76	0,35	
Eylül	1,00	0,29	1,00	0,28	
Ekim	1,00	0,29	1,00	0,28	
Kasım	0,83	0,27	0,83	0,27	
Aralık	1,00	0,38	1,00	0,38	
Ortalama	0,73	0,25	0,72	0,25	

Çizelge 4.15 : METAR-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBF

Bahkesir Havalimanı (LTBF) - METAR-ATDnet					
Yıl	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
2008	0,91	0,25	0,91	0,25	
2009	0,89	0,29	0,89	0,29	
2010	0,61	0,21	0,60	0,21	
2011	0,43	0,18	0,43	0,18	
2012	0,85	0,33	0,85	0,33	
2013	0,69	0,22	0,68	0,22	
2014	0,67	0,28	0,67	0,28	
Ortalama	0,72	0,25	0,72	0,25	

LTBF için Çizelge 4.16’da saatlik-toplam analiz, daha sonra Çizelge 4.17’de aylık-saatlik toplam analiz ve son olarak Çizelge 4.18’de yıllık-saatlik toplam analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca ortalama değerler; saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında hemen hemen iyi bir ilişki olmadığını gösterirken; 25 km yarı çapı dahilinde saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam verileri arasında iyi bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.16 : METAR-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTbQ

Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı (LTbQ) - METAR-ATDnet				
Saat (UTC)	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
00:01-01:00	0,25	0,44	0,25	0,44
01:01-02:00	0,57	0,50	0,57	0,50
02:01-03:00	0,67	0,55	0,67	0,54
03:01-04:00	0,55	0,61	0,54	0,61
04:01-05:00	0,45	0,79	0,45	0,78
05:01-06:00	0,38	0,67	0,37	0,67
06:01-07:00	0,50	0,70	0,50	0,70
07:01-08:00	0,56	0,73	0,56	0,73
08:01-09:00	0,80	0,51	0,80	0,51
09:01-10:00	0,68	0,53	0,67	0,53
10:01-11:00	0,60	0,47	0,60	0,46
11:01-12:00	0,49	0,64	0,48	0,63
12:01-13:00	0,73	0,70	0,72	0,70
13:01-14:00	0,86	0,62	0,85	0,61
14:01-15:00	0,55	0,80	0,55	0,80
15:01-16:00	0,75	0,86	0,75	0,85
16:01-17:00	0,56	0,70	0,56	0,69
17:01-18:00	0,22	0,73	0,22	0,73
18:01-19:00	0,21	0,79	0,21	0,78
19:01-20:00	0,20	0,80	0,20	0,80
20:01-21:00	0,26	0,74	0,26	0,74
21:01-22:00	0,30	0,80	0,30	0,80
22:01-23:00	0,38	0,62	0,37	0,61
23:01-00:00	0,18	0,91	0,18	0,91
Ortalama	0,49	0,67	0,49	0,67

Çizelge 4.17 : METAR-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTbQ

Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı (LTbQ) - METAR-ATDnet				
Ay	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
Ocak	0,33	0,11	0,33	0,11
Şubat	1,00	0,22	1,00	0,22
Mart	0,43	0,74	0,43	0,74
Nisan	0,44	0,78	0,44	0,77
Mayıs	0,56	0,73	0,55	0,72
Haziran	0,61	0,68	0,61	0,67
Temmuz	0,61	0,74	0,60	0,73
Ağustos	0,62	0,91	0,61	0,91
Eylül	0,46	0,87	0,46	0,86
Ekim	0,32	0,61	0,31	0,61
Kasım	0,38	0,57	0,37	0,57
Aralık	0,25	0,89	0,25	0,89
Ortalama	0,50	0,65	0,50	0,65

Çizelge 4.18 : METAR-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTbQ

Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı (LTbQ) - METAR-ATDnet				
Yıl	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
2008	0,67	0,61	0,67	0,61
2009	0,47	0,75	0,47	0,75
2010	0,53	0,69	0,52	0,69
2011	0,45	0,94	0,45	0,94
2012	0,65	0,71	0,65	0,71
2013	0,58	0,58	0,58	0,58
2014	0,51	0,82	0,50	0,81
Ortalama	0,55	0,73	0,55	0,73

LTbQ için Çizelge 4.19’da saatlik-toplam analiz, daha sonra Çizelge 4.20’de aylık-saatlik toplam analiz ve son olarak Çizelge 4.21’de yıllık-saatlik toplam analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca ortalama değerler; saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında çok iyi bir ilişki olduğunu gösterirken; 25 km yarı çapı dahilinde saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam verileri arasında hemen hemen iyi bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.19 : METAR-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBG

Bahkesir Bandırma Havalimanı (LTBG) - METAR-ATDnet					
Saat (UTC)	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
00:01-01:00	0,57	0,30	0,57	0,30	
01:01-02:00	0,38	0,36	0,37	0,36	
02:01-03:00	0,44	0,56	0,44	0,56	
03:01-04:00	1,00	0,27	1,00	0,27	
04:01-05:00	0,91	0,36	0,91	0,35	
05:01-06:00	1,00	0,45	1,00	0,45	
06:01-07:00	0,64	0,28	0,64	0,28	
07:01-08:00	0,53	0,22	0,53	0,21	
08:01-09:00	0,67	0,25	0,67	0,25	
09:01-10:00	0,83	0,48	0,82	0,47	
10:01-11:00	0,94	0,36	0,94	0,36	
11:01-12:00	0,79	0,43	0,78	0,43	
12:01-13:00	0,77	0,38	0,76	0,37	
13:01-14:00	0,80	0,29	0,80	0,29	
14:01-15:00	0,75	0,36	0,75	0,36	
15:01-16:00	0,94	0,43	0,94	0,43	
16:01-17:00	0,74	0,56	0,74	0,56	
17:01-18:00	0,92	0,45	0,92	0,45	
18:01-19:00	0,55	0,59	0,55	0,58	
19:01-20:00	0,64	0,38	0,64	0,37	
20:01-21:00	0,50	0,50	0,50	0,50	
21:01-22:00	0,57	0,26	0,57	0,26	
22:01-23:00	0,90	0,41	0,90	0,41	
23:01-00:00	0,57	0,26	0,57	0,26	
Ortalama	0,72	0,38	0,72	0,38	

Çizelge 4.20 : METAR-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBG

Bahkesir Bandırma Havalimanı (LTBG) - METAR-ATDnet					
Ay	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
Ocak	0,67	0,23	0,67	0,23	
Şubat	0,50	0,38	0,50	0,38	
Mart	1,00	0,29	1,00	0,29	
Nisan	0,87	0,31	0,87	0,31	
Mayıs	0,89	0,34	0,89	0,33	
Haziran	0,89	0,43	0,89	0,42	
Temmuz	0,83	0,29	0,83	0,29	
Ağustos	0,72	0,28	0,72	0,28	
Eylül	0,93	0,48	0,93	0,47	
Ekim	0,98	0,40	0,98	0,40	
Kasım	0,75	0,48	0,75	0,48	
Aralık	0,94	0,39	0,94	0,39	
Ortalama	0,83	0,36	0,83	0,36	

Çizelge 4.21 : METAR-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBG

Bahkesir Bandırma Havalimanı (LTBG) - METAR-ATDnet					
Yıl	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km	
2008	0,92	0,32	0,92	0,32	
2009	0,83	0,41	0,83	0,41	
2010	0,76	0,26	0,76	0,25	
2011	0,85	0,48	0,85	0,48	
2012	0,97	0,45	0,97	0,45	
2013	1,00	0,41	1,00	0,41	
2014	0,58	0,39	0,58	0,38	
Ortalama	0,84	0,39	0,84	0,39	

LTBX için Çizelge 4.22’de saatlik-toplam analiz, daha sonra Çizelge 4.23’de aylık-saatlik toplam analiz ve son olarak Çizelge 4.24’de yıllık-saatlik toplam analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca ortalama değerler; saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında çok kötü bir ilişki olduğunu gösterirken; 25 km yarı çapı dahilinde saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam verileri arasında da çok kötü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.22 : METAR-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBX

Saat (UTC)	İstanbul Samandıra Havaüssü (Havalimanı) (LTBX) - METAR-ATDnet			
	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
00:01-01:00				
01:01-02:00				
02:01-03:00				
03:01-04:00				
04:01-05:00	0,67	0,11	0,67	0,11
05:01-06:00	0,57	0,20	0,57	0,20
06:01-07:00	0,50	0,15	0,50	0,15
07:01-08:00	0,67	0,26	0,67	0,26
08:01-09:00	0,36	0,11	0,36	0,11
09:01-10:00	0,15	0,05	0,15	0,05
10:01-11:00	0,23	0,10	0,23	0,10
11:01-12:00	0,29	0,13	0,29	0,13
12:01-13:00	0,38	0,14	0,37	0,14
13:01-14:00	0,25	0,08	0,25	0,08
14:01-15:00	0,06	0,03	0,06	0,03
15:01-16:00				
16:01-17:00				
17:01-18:00				
18:01-19:00				
19:01-20:00				
20:01-21:00				
21:01-22:00				
22:01-23:00				
23:01-00:00				
Ortalama	0,38	0,12	0,37	0,12

Çizelge 4.23 : METAR-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBX

Ay	İstanbul Samandıra Havaüssü (Havalimanı) (LTBX) - METAR-ATDnet			
	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
Ocak	0,00	0,00	0,00	0,00
Şubat	0,00	0,00	0,00	0,00
Mart	0,10	0,04	0,10	0,04
Nisan	0,20	0,03	0,20	0,03
Mayıs	0,15	0,06	0,15	0,06
Haziran	0,24	0,10	0,23	0,09
Temmuz	0,36	0,12	0,36	0,12
Ağustos	0,13	0,04	0,12	0,04
Eylül	0,10	0,02	0,10	0,02
Ekim	0,27	0,05	0,27	0,05
Kasım	0,50	0,04	0,50	0,04
Aralık	0,00	0,00	0,00	0,00
Ortalama	0,17	0,04	0,17	0,04

Çizelge 4.24 : METAR-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBX

Yıl	İstanbul Samandıra Havaüssü (Havalimanı) (LTBX) - METAR-ATDnet			
	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
2008	0,32	0,10	0,32	0,10
2009	0,14	0,04	0,14	0,04
2010	0,18	0,06	0,18	0,06
2011	0,20	0,05	0,20	0,05
2012	0,11	0,03	0,11	0,03
2013	0,45	0,12	0,45	0,12
2014	0,15	0,06	0,15	0,06
Ortalama	0,22	0,07	0,22	0,06

LTFD için Çizelge 4.25’de saatlik-toplam analiz, daha sonra Çizelge 4.26’da aylık-saatlik toplam analiz ve son olarak Çizelge 4.27’de yıllık-saatlik toplam analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca ortalama değerler; saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında iyi bir ilişki olduğunu gösterirken; 25 km yarı çapı dahilinde saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam verileri arasında iyi bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.25 : METAR-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTFD

Balıkesir Kocaseyit Havalimanı (LTFD) - METAR-ATDnet				
Saat (UTC)	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
00:01-01:00	0,24	0,08	0,23	0,08
01:01-02:00	0,19	0,06	0,19	0,06
02:01-03:00	0,27	0,10	0,27	0,10
03:01-04:00	0,29	0,09	0,28	0,09
04:01-05:00	0,26	0,12	0,26	0,12
05:01-06:00	0,35	0,18	0,35	0,18
06:01-07:00	0,44	0,17	0,44	0,16
07:01-08:00	0,67	0,21	0,67	0,21
08:01-09:00	0,94	0,26	0,94	0,25
09:01-10:00	0,81	0,36	0,80	0,35
10:01-11:00	0,64	0,24	0,63	0,23
11:01-12:00	0,72	0,24	0,72	0,23
12:01-13:00	0,97	0,34	0,97	0,34
13:01-14:00	0,96	0,27	0,96	0,27
14:01-15:00	0,52	0,23	0,51	0,22
15:01-16:00	0,92	0,31	0,92	0,30
16:01-17:00	0,83	0,41	0,83	0,41
17:01-18:00	0,53	0,55	0,53	0,54
18:01-19:00	0,54	0,63	0,54	0,63
19:01-20:00	0,78	0,50	0,78	0,50
20:01-21:00	0,77	0,23	0,77	0,22
21:01-22:00	0,23	0,11	0,23	0,10
22:01-23:00	0,22	0,08	0,22	0,07
23:01-00:00	0,29	0,09	0,29	0,09
Ortalama	0,56	0,24	0,56	0,24

Çizelge 4.26 : METAR-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTFD

Balıkesir Kocaseyit Havalimanı (LTFD) - METAR-ATDnet				
Ay	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
Ocak	0,62	0,18	0,62	0,18
Şubat	0,26	0,09	0,25	0,09
Mart	0,30	0,12	0,30	0,12
Nisan	0,69	0,24	0,69	0,24
Mayıs	0,64	0,29	0,64	0,28
Haziran	0,90	0,30	0,90	0,29
Temmuz	0,47	0,54	0,47	0,53
Ağustos	0,62	0,23	0,61	0,23
Eylül	0,77	0,41	0,77	0,40
Ekim	0,98	0,36	0,98	0,35
Kasım	0,79	0,29	0,79	0,29
Aralık	0,44	0,17	0,43	0,17
Ortalama	0,62	0,27	0,62	0,26

Çizelge 4.27 : METAR-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTFD

Balıkesir Kocaseyit Havalimanı (LTFD) - METAR-ATDnet				
Yıl	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
2008	0,28	0,11	0,28	0,11
2009	0,00	0,00	0,00	0,00
2010	0,36	0,10	0,36	0,10
2011	0,71	0,43	0,70	0,42
2012	0,66	0,30	0,65	0,30
2013	0,83	0,41	0,82	0,40
2014	0,84	0,42	0,83	0,41
Ortalama	0,52	0,25	0,52	0,25

LTBP için Çizelge 4.28’de saatlik-toplam analiz, daha sonra Çizelge 4.29’da aylık-saatlik toplam analiz ve son olarak Çizelge 4.30’da yıllık-saatlik toplam analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca ortalama değerler; saatlik-toplam için iki veri arasında iyi bir ilişki olduğunu, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında iyi bir ilişki olmadığını gösterirken; 25 km dahilinde saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam verileri arasında çok kötü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.28 : METAR-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBP

Saat (UTC)	Yalova Havaüssü (Taşköprü Havalimanı) (LTBP) - METAR-ATDnet			
	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
00:01-01:00				
01:01-02:00				
02:01-03:00				
03:01-04:00				
04:01-05:00	0,60	0,23	0,60	0,23
05:01-06:00	0,57	0,37	0,57	0,37
06:01-07:00	0,75	0,32	0,75	0,31
07:01-08:00	0,50	0,11	0,50	0,11
08:01-09:00	0,83	0,18	0,83	0,18
09:01-10:00	0,57	0,13	0,57	0,12
10:01-11:00	1,00	0,21	1,00	0,21
11:01-12:00	0,81	0,28	0,81	0,27
12:01-13:00	0,59	0,24	0,59	0,23
13:01-14:00	0,22	0,09	0,22	0,09
14:01-15:00				
15:01-16:00				
16:01-17:00				
17:01-18:00				
18:01-19:00				
19:01-20:00				
20:01-21:00				
21:01-22:00				
22:01-23:00				
23:01-00:00				
Ortalama	0,64	0,21	0,64	0,21

Çizelge 4.29 : METAR-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBP

Ay	Yalova Havaüssü (Taşköprü Havalimanı) (LTBP) - METAR-ATDnet			
	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
Ocak	0,00	0,00	0,00	0,00
Şubat	0,50	0,17	0,50	0,17
Mart	0,43	0,15	0,43	0,15
Nisan	0,15	0,07	0,15	0,07
Mayıs	0,26	0,07	0,26	0,07
Haziran	0,46	0,14	0,45	0,14
Temmuz	0,44	0,16	0,44	0,16
Ağustos	0,27	0,07	0,27	0,07
Eylül	0,17	0,06	0,17	0,06
Ekim	0,19	0,06	0,19	0,06
Kasım	0,10	0,05	0,10	0,05
Aralık	0,00	0,00	0,00	0,00
Ortalama	0,25	0,08	0,25	0,08

Çizelge 4.30 : METAR-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBP

Yıl	Yalova Havaüssü (Taşköprü Havalimanı) (LTBP) - METAR-ATDnet			
	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5 km	ETS_25 km
2008	0,28	0,11	0,28	0,11
2009	0,30	0,07	0,30	0,07
2010	0,35	0,09	0,35	0,09
2011	0,47	0,16	0,47	0,16
2012	0,29	0,11	0,29	0,11
2013	0,45	0,13	0,45	0,13
2014	0,17	0,06	0,17	0,06
Ortalama	0,33	0,11	0,33	0,10

LTBP için Çizelge 4.31’de saatlik-toplam analiz, daha sonra Çizelge 4.32’de aylık-saatlik toplam analiz ve son olarak Çizelge 4.33’de yıllık-saatlik toplam analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca ortalama değerler; saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam için iki veri arasında iyi bir ilişki olduğunu gösterirken; 25 km yarı çapı dahilinde saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam verileri arasında iyi bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.31 : METAR-ATDnet verileri saatlik-toplam karşılaştırması, LTBH

Çanakkale Havalimanı (LTBH) - METAR-ATDnet				
Saat (UTC)	TS_12,5 km	TS_25 km	ETS_12,5 km	ETS_25 km
00:01-01:00	0,33	0,14	0,33	0,14
01:01-02:00	0,29	0,14	0,29	0,13
02:01-03:00	0,58	0,26	0,58	0,25
03:01-04:00	0,67	0,23	0,67	0,23
04:01-05:00	0,67	0,26	0,67	0,25
05:01-06:00	0,70	0,20	0,70	0,20
06:01-07:00	0,94	0,42	0,94	0,42
07:01-08:00	0,86	0,42	0,86	0,41
08:01-09:00	0,60	0,26	0,60	0,26
09:01-10:00	0,67	0,19	0,67	0,19
10:01-11:00	0,74	0,27	0,74	0,26
11:01-12:00	0,69	0,26	0,69	0,25
12:01-13:00	0,67	0,26	0,66	0,26
13:01-14:00	0,43	0,23	0,43	0,23
14:01-15:00	0,27	0,10	0,27	0,10
15:01-16:00	0,24	0,09	0,23	0,09
16:01-17:00	0,38	0,19	0,37	0,19
17:01-18:00	0,07	0,03	0,07	0,03
18:01-19:00	0,61	0,30	0,61	0,29
19:01-20:00	0,95	0,48	0,95	0,47
20:01-21:00	0,95	0,40	0,95	0,40
21:01-22:00	0,88	0,29	0,88	0,29
22:01-23:00	0,33	0,15	0,33	0,14
23:01-00:00	0,33	0,15	0,33	0,14
Ortalama	0,58	0,24	0,58	0,23

Çizelge 4.32 : METAR-ATDnet verileri aylık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBH

Çanakkale Havalimanı (LTBH) - METAR-ATDnet				
Ay	TS_12,5 km	TS_25 km	ETS_12,5 km	ETS_25 km
Ocak	0,59	0,22	0,59	0,22
Şubat	0,78	0,32	0,78	0,32
Mart	0,39	0,16	0,39	0,16
Nisan	0,51	0,23	0,51	0,23
Mayıs	0,58	0,19	0,58	0,18
Haziran	0,56	0,23	0,56	0,23
Temmuz	0,16	0,07	0,16	0,07
Ağustos	0,55	0,28	0,55	0,27
Eylül	0,87	0,30	0,87	0,30
Ekim	0,75	0,34	0,75	0,34
Kasım	0,43	0,15	0,43	0,14
Aralık	0,62	0,29	0,62	0,29
Ortalama	0,57	0,23	0,57	0,23

Çizelge 4.33 : METAR-ATDnet verileri yıllık-saatlik toplam karşılaştırması, LTBH

Çanakkale Havalimanı (LTBH) - METAR-ATDnet				
Yıl	TS_12,5 km	TS_25 km	ETS_12,5 km	ETS_25 km
2008	0,64	0,28	0,64	0,28
2009	0,36	0,14	0,36	0,13
2010	0,31	0,11	0,31	0,11
2011	0,87	0,44	0,87	0,44
2012	0,84	0,34	0,84	0,33
2013	0,48	0,21	0,47	0,21
2014	0,63	0,27	0,63	0,27
Ortalama	0,59	0,26	0,59	0,25

Son olarak tüm istasyonlar için tek bir tablo üzerinde saatlik-ortalama, aylık-saatlik ortalama ve yıllık-saatlik ortalama değerlerinin, TS ve ETS metotları için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde yapılan analizleri Şekil 4.34’de gösterilmiştir. 12,5 km yarı çapı dahilinde analiz edilen TS ve ETS metotları için tüm periyot boyunca tüm istasyonların ortalama değerleri; saatlik-toplam için iki veri arasında iyi bir ilişki olduğunu, aylık-saatlik toplam için hemen hemen kötü bir ilişki olduğunu ve yıllık-saatlik toplam için hemen hemen iyi bir ilişki olduğunu gösterirken; 25 km yarı çapı

dahilinde saatlik-toplam, aylık-saatlik toplam ve yıllık-saatlik toplam verileri arasında hemen hemen iyi bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.34 : METAR-ATDnet verilerinin tüm istasyonlar için karşılaştırması

Saatlik Ortalama				
Havalimanları	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5km	ETS_25km
LTBG	0,72	0,38	0,72	0,38
LTBF	0,69	0,26	0,68	0,26
LTBH	0,58	0,24	0,58	0,23
LTFD	0,56	0,24	0,56	0,24
LTBA	0,40	0,69	0,40	0,69
LTBQ	0,49	0,67	0,49	0,67
LTBX	0,38	0,12	0,37	0,12
LTFJ	0,31	0,74	0,31	0,74
LTBU	0,28	0,71	0,27	0,71
LTBP	0,64	0,21	0,64	0,21
LTBR	0,62	0,52	0,62	0,52
Ortalama	0,51	0,44	0,51	0,43
Aylık Ortalama				
	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5km	ETS_25km
LTBG	0,83	0,36	0,83	0,36
LTBF	0,73	0,25	0,72	0,25
LTBH	0,57	0,23	0,57	0,23
LTFD	0,62	0,27	0,62	0,26
LTBA	0,30	0,77	0,30	0,77
LTBQ	0,50	0,65	0,50	0,65
LTBX	0,17	0,04	0,17	0,04
LTFJ	0,27	0,74	0,27	0,74
LTBU	0,29	0,75	0,28	0,75
LTBP	0,25	0,08	0,25	0,08
LTBR	0,47	0,64	0,46	0,63
Ortalama	0,45	0,44	0,45	0,43
Yıllık Ortalama				
	TS_12.5 km	TS_25 km	ETS_12.5km	ETS_25km
LTBG	0,84	0,39	0,84	0,39
LTBF	0,72	0,25	0,72	0,25
LTBH	0,59	0,26	0,59	0,25
LTFD	0,52	0,25	0,52	0,25
LTBA	0,34	0,78	0,34	0,78
LTBQ	0,55	0,73	0,55	0,73
LTBX	0,22	0,07	0,22	0,06
LTFJ	0,30	0,78	0,30	0,78
LTBU	0,31	0,78	0,30	0,78
LTBP	0,33	0,11	0,33	0,10
LTBR	0,59	0,64	0,59	0,64
Ortalama	0,48	0,46	0,48	0,45

4.4 Yıldırım Gözlemlerinin Denize Olan Mesafe ile İlişkisi

Çalışmada belirlenen hipotez doğrultusunda denize yakın bölgelerde görülen yıldırım-şimşek olayları ile iç kesimlerde görülen yıldırım-şimşek olayları arasındaki ilişkinin analizi bu bölümde yapılmıştır. Dünya literatüründe yer alan bilgiler doğrultusunda denize yakın havalimanlarında görülen yıldırım-şimşek sayılarının diğer iç kesimlerdeki havalimanlarına göre 10 kat civarında daha fazla görülmesi beklenmektedir. Çizelge 4.35’de çalışmada seçilen 11 adet havalimanı ve bu meydanların denize olan uzaklıkları hakkında bilgiler verilmiş olup, bu doğrultuda 12,5 km ve 25 km yarı çapları dahilinde 7-yıllık periyotta ne kadar yıldırım-şimşek hadisesi meydana geldiği ortalama ve toplam cinsinden elde edilmiştir. Benzer şekilde yıldırım-şimşek çakma sayıları kullanılarak yine 2 ayrı eşik mesafe değeri dahilinde ortalama ve toplamda kaç adet yıldırım-şimşek çakması meydana geldiği periyot boyunca analiz edilmiştir. Yıldırım-şimşek çakma sayılarına göre toplam ve ortalama en yüksek değer iki eşik mesafesi için denize uzaklık bakımından 5. sırada bulunan LTFD istasyonunda gözlenmiştir. Benzer şekilde yıldırım-şimşek gözlem sayılarına göre de en yüksek değer bu istasyona aittir. En düşük yıldırım-şimşek çakma değeri ve yıldırım-şimşek gözlem değeri ise yine her iki eşik mesafesi için denie uzaklık bakımından 2. Sırada bulunan LTBA istasyonunda gözlenmiştir. İstasyonların denize uzaklıkları dikkate alınarak yapılan bu incelemeye göre denize yakın bölgelerdeki istasyonlarda daha çok yıldırım-şimşek gözlenmediği sonucuna varılmıştır. Bunun aksi de yani denize uzak mesafelerde daha çok yıldırım-şimşek gözlenir ifadesi de doğru değildir. Sonuç olarak denize olan mesafe ile yıldırım-şimşek çakma sayıları ve yıldırım-şimşek gözlem sayıları arasında seçilen 11 havalimanı için 7-yıllık periyot dahilinde herhangi bir ilişki saptanmamıştır.

Çizelge 4.35 : Denize uzaklıklarına göre istasyonlar için yıldırım-şimşek gözlem analizi

2008-2014 Periyodu Saatlik Yıldırım Çakma Sayısı

Havalimanları	Denize Uzaklık (km)	Ortalama 12.5 km	Ortalama 25 km	Toplam 12.5 km	Toplam 25 km
LTBQ	1,40	0,04	0,18	4288	22274
LTBA	1,80	0,01	0,1	1667	12565
LTBH	2,00	0,03	0,21	3933	25562
LTBG	4,00	0,02	0,16	2742	20101
LTFD	5,10	0,04	0,23	4886	27899
LTfJ	5,30	0,02	0,13	2851	16182
LTBX	11,00	0,02	0,13	2960	15738
LTBP	12,00	0,02	0,12	2220	15188
LTBU	14,10	0,04	0,18	4463	22324
LTBR	14-40	0,03	0,16	3026	19633
LTBF	86,00	0,02	0,12	2606	15138

2008-2014 Periyodu Saatlik Yıldırım Gözlem Sayısı

Havalimanları	Denize Uzaklık (km)	Ortalama 12.5 km	Ortalama 25 km	Toplam 12.5 km	Toplam 25 km
LTBQ	1,40	0,005	0,014	334	836
LTBA	1,80	0,003	0,010	205	623
LTBH	2,00	0,008	0,019	463	1139
LTBG	4,00	0,005	0,013	296	808
LTFD	5,10	0,008	0,023	492	1391
LTfJ	5,30	0,004	0,012	264	721
LTBX	11,00	0,004	0,012	226	732
LTBP	12,00	0,004	0,011	219	680
LTBU	14,10	0,006	0,014	341	876
LTBR	14-40	0,005	0,014	294	847
LTBF	86,00	0,005	0,015	328	902



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye'nin Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan 11 adet havalimanında (4'ü uluslararası, 7'si ulusal-askeri) meydana gelen yıldırım-şimşek hadiseleri incelenmiştir. Çalışmada insan gözlemine dayalı gözlem verileri ile aletli gözlemler sonucunda elde edilen veriler ayrı ayrı incelenmiş, daha sonra birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Havalimanı personeli tarafından rapor edilen METAR ve SPECI raporları 2001-2015 yılları arasını kapsayan 15 yıllık periyot boyunca saatlik olarak, Öztopal'ın Türkiye üzerindeki yıldırım ve şimşek (lightning) klimatolojisinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmadan temin edilen ATDnet verileri ise 2008-2014 yılları arasını kapsayan 7 yıllık periyot boyunca yine saatlik olarak öncelikle kendi içlerinde incelenmiş, daha sonra 2008-2014 yılları arası için çeşitli istatistiki yöntemler yardımıyla birbirleri ile karşılaştırması yapılmıştır (Öztopal, 2016). Yapılan analizler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Bu çalışmada, Türkiye'nin Marmara Bölgesi sınırları içerisinde yer alan 11 adet havalimanında (4'ü uluslararası, 7'si ulusal-askeri) meydana gelen yıldırım-şimşek hadiseleri incelenmiştir. Çalışmada insan gözlemine dayalı gözlem verileri ile aletli gözlemler sonucunda elde edilen veriler ayrı ayrı incelenmiş, daha sonra birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Havalimanı personeli tarafından rapor edilen METAR ve SPECI raporları 2001-2015 yılları arasını kapsayan 15 yıllık periyot boyunca saatlik olarak, ATDnet verileri ise 2008-2014 yılları arasını kapsayan 7 yıllık periyot boyunca yine saatlik olarak öncelikle kendi içlerinde incelenmiş, daha sonra 2008-2014 yılları arası için çeşitli istatistiki yöntemler yardımıyla birbirleri ile karşılaştırması yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- METAR ve SPECI raporları kullanılarak istasyonların tamamı için elde edilen ilk sonuçlara bakıldığında yıldırım-şimşek hadiseleri en çok 12:00-13:00 UTC arasında meydana gelmiştir. Yıldırım-şimşek gözlemlerindeki artış trendi 05:00 UTC'de başlamış, 13:00 UTC'de zirve yaptıktan sonra hafif bir azalışla durağan seyretmiş ve son olarak 19:00 UTC'den itibaren azalış

trendine girmiştir. Yıldırım-şimşek hadiseleri en az 04:00-05:00 UTC arasında meydana gelmiştir.

- METAR ve SPECI raporlarından hareketle aynı şekilde aylık analizlere bakıldığında en çok yıldırım-şimşek hadisesinin Haziran ayında meydana geldiği görülmüştür. Bu ayı sırasıyla Eylül, Mayıs, Ağustos ve Ekim ayları takip etmektedir. Aynı şekilde en düşük sayıda yıldırım-şimşek hadisesi Ocak ayında meydana gelmiştir. Bu ayı sırasıyla Şubat, Aralık ve Mart ayları takip etmektedir.
- METAR ve SPECI raporlarından hareketle aynı şekilde mevsimlik analizlere bakıldığında en çok yıldırım-şimşek hadisesi 3359 toplam rasat sayısı ile Yaz mevsiminde, daha sonra sırasıyla 2594 ile Sonbahar, 1880 ile İlkbahar ve 775 ile Kış mevsiminde meydana gelmiştir.
- METAR ve SPECI raporlarından hareketle aynı şekilde yıllık analizlere bakıldığında en çok yıldırım-şimşek hadisesinin 2014 yılında, en az yıldırım-şimşek hadisesinin de 2003 yılında meydana geldiği görülmüştür. 2001-2008 yılları arasında düşük ivmeli artan ve azalan trende sahip yıldırım-şimşek gözlemleri, 2008 yılından itibaren yüksek ivmeli bir şekilde birer yıl aralıklı olarak artış trendine girmiştir. Burada dikkat çeken nokta 2010 yılında yüksek sayıda gözlenen yıldırım-şimşek hadiselerinin ardından bir yıl aralıklarla düşük-yüksek sayıda yıldırım-şimşek hadiselerinin gözlenmiş olmasıdır. 2010, 2012 ve 2014 yıllarında ortalama 80 civarı yıldırım-şimşek gözlenirken, 2011, 2013 ve 2015 yıllarında ortalama 50 civarı yıldırım-şimşek hadisesi gözlenmiştir.
- Yıldırım ve şimşegin meydana geldiği durumlarda gözlenen Oraj hadiselerinden hareketle METAR ve SPECI raporları kullanılarak oraj çeşitlerine göre yapılan sınıflandırmada en çok oraj hadisesinin yağmur ile birlikte meydana geldiği (TSRA)(%72), daha sonra tek başına meydana geldiği (TS)(%22) görülmektedir. Bunların haricinde çok düşük oranlarda oraj hadisesi meydana civarında (VCTS), kar ile birlikte (TSSN), pus ile birlikte (TSBR), yağmur ve dolu ile birlikte (TSGRRA), sağanak yağmurla birlikte (TSSHRA), karla karışık yağmurla birlikte (TSSNRA), meydana civarında sağanak şeklinde (VCSHTS), dolu ile birlikte (TSGR), toz pusu ile

birlikte (TSHZ) ve meydana civarında sağanak yağmurla birlikte (VCTSSHRA) meydana gelmiştir.

- METAR ve SPECI raporlarından hareketle yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği sıcaklıklara bakıldığında en çok yıldırım-şimşek hadisesinin 21 °C meydana geldiği görülürken, en az yıldırım-şimşek hadisesinin 0°C'nin altındaki sıcaklıklarda ve 35°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda meydana geldiği görülmektedir. En düşük sıcaklık olarak -5°C'de yıldırım-şimşek meydana gelirken, en yüksek sıcaklık olarak da 35°C'de yıldırım-şimşek meydana gelmiştir. Yıldırım-şimşek hadiselerinde düşük sıcaklıklardaki artış trendi yaklaşık olarak 5°C ile başlamakta, 11°C-14°C sıcaklıkları arasında yatay bir seyir izlemekte, 14°C-21°C aralığında kuvvetli bir ivmeyle artış göstermekte ve son olarak 21°C'den itibaren 35°C'ye kadar düşüş trendi içerisine girmektedir.
- ATDnet verileri kullanılarak istasyonların tamamı için 12,5 km ve 25 km yarı çapı dahilinde elde edilen ilk sonuçlara bakıldığında yıldırım-şimşek hadiseleri en çok 12:00-13:00 UTC arasında meydana gelmiştir. Yıldırım-şimşek gözlemlerindeki artış trendi 05:00 UTC'de başlamış, 13:00 UTC'de zirve yaptıktan sonra azalış trendine girmiştir. Hemen hemen normal bir dağılım seyri izlemektedir. Yıldırım-şimşek hadiseleri 12,5 km yarı çapı için en az 23:00-00:00 UTC arasında, 25 km yarı çapı için 04:00-05:00 UTC arasında meydana gelmiştir.
- ATDnet verilerinden hareketle aynı şekilde aylık analizlere bakıldığında en çok yıldırım-şimşek hadisesinin Haziran ayında meydana geldiği görülmüştür. Bu ayı 12,5 km yarı çapı için sırasıyla Mayıs, Eylül, Nisan ve Ekim ayları takip ederken, 25 km yarı çapı için Mayıs, Eylül, Ekim ve Nisan ayları takip etmiştir. En az sayıda yıldırım-şimşek hadisesi 12,5 km yarı çapı için Ocak ayında, 25 km yarı çapı için Şubat ayında meydana gelmiştir. Bu ayı 12,5 km yarı çapı için sırasıyla Şubat, Kasım ve Mart ayları takip ederken, 25 km yarı çapı için Ocak, Kasım ve Aralık ayları takip etmiştir.
- ATDnet verilerinden hareketle aynı şekilde mevsimlik analizlere bakıldığında 12,5 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 1294 toplam rasat sayısı ile Yaz mevsiminde, daha sonra sırasıyla 955 ile İlkbahar, 791 ile

Sonbahar ve 422 ile Kış mevsiminde meydana gelmiştir. 25 km yarı çapı için en çok yıldırım-şimşek hadisesi 3790 toplam rasat sayısı ile Yaz mevsiminde, daha sonra sırasıyla 2550 ile İlkbahar, 2367 ile Sonbahar ve 1248 ile Kış mevsiminde meydana gelmiştir.

- ATDnet verilerinden hareketle aynı şekilde yıllık analizlere bakıldığında en çok yıldırım-şimşek hadisesinin 2014 yılında, en az yıldırım-şimşek hadisesinin de 2011 yılında meydana geldiği görülmüştür.
- METAR - ATDnet (12,5 km yarı çapı) ve METAR - ATDnet (25 km yarı çapı) verilerinin karşılaştırmasına baktığımızda, tüm istasyonlar için ortalama değer bazında iki veri türü arasında saatlik-ortalama analizlerde, 12,5 km yarı çapı dahilinde ATDnet ve METAR verileri arasındaki ilişki TS ve ETS metotlarının her ikisi için de 0,51 değerini almaktadır. Benzer karşılaştırma 25 km yarı çapı dahilinde ATDnet ve METAR verileri arasındaki ilişki için TS ve ETS metotları 0,44 değerini almaktadır. Buradan çıkarılacak sonuç ortalama ATDnet verilerinin 12,5 km yarı çapı dahilinde meydana gelen yıldırım-şimşek gözlemleri ile METAR gözlemleri arasında daha iyi bir ilişki olduğudur. Bu da insan duyuları ile yıldırım-şimşek gözlemlerinin tespitinde bu eşik değerden itibaren bir azalış olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda saatlik-ortalama analizde istasyon bazında 12,5 km yarı çapı için en uyumlu iki veri gözlemi TS ve ETS metotları için LTBG (0,72), LTBH (0,69) ve LTBP (0,64) istasyonlarında yapılırken, 25 km yarı çapı için en uyumlu iki veri gözlemi LTFJ (0,74), LTBU (0,71) ve LTBA (0,69) istasyonlarında yapılmıştır. Yine en uyumsuz iki veri gözlemi 12,5 km yarı çapı için TS ve ETS metotu değerleri dahilinde LTBU (0,28) ve LTFJ (0,31) istasyonlarında yapılırken, 25 km yarı çapı için TS ve ETS metotu değerleri dahilinde LTBX (0,12) ve LTBP (0,21) istasyonlarında yapılmıştır.
- METAR - ATDnet (12,5 km yarı çapı) ve METAR - ATDnet (25 km yarı çapı) verilerinin tüm istasyonlar için ortalama değer bazında iki veri türü arasında aylık-saatlik ortalama analizlerde, 12,5 km yarı çapı dahilinde ATDnet ve METAR verileri arasındaki ilişki TS ve ETS metotlarının her ikisi için de 0,45 değerini almaktadır. Benzer karşılaştırma 25 km yarı çapı dahilinde ATDnet ve METAR verileri arasındaki ilişki için TS metotunda 0,44 değeri, ETS metotunda 0,43 değerini almaktadır. Buradan çıkarılacak

sonuç ortalamada ATDnet verilerinin 12,5 km yarı çapı dahilinde meydana gelen yıldırım-şimşek gözlemleri ile METAR gözlemleri arasında biraz daha iyi bir ilişki olduğudur. Aynı zamanda aylık-saatlik ortalama analizde istasyon bazında 12,5 km yarı çapı için en uyumlu iki veri gözlemi TS ve ETS metotları için LTBG (0,83), LTBF (0,73) ve LTFD (0,62) istasyonlarında yapılırken, 25 km yarı çapı için en uyumlu iki veri gözlemi LTBA (0,77), LTBU (0,75) ve LTFJ (0,74) istasyonlarında yapılmıştır. Yine en uyumsuz iki veri gözlemi 12,5 km yarı çapı için TS ve ETS metodu değerleri dahilinde LTBX (0,17) ve LTBP (0,25) istasyonlarında yapılırken, 25 km yarı çapı için TS ve ETS metodu değerleri dahilinde LTBX (0,04) ve LTBP (0,08) istasyonlarında yapılmıştır.

- METAR - ATDnet (12,5 km yarı çapı) ve METAR - ATDnet (25 km yarı çapı) verilerinin tüm istasyonlar için ortalama değer bazında iki veri türü arasında yıllık-saatlik ortalama analizlerde, 12,5 km yarı çapı dahilinde ATDnet ve METAR verileri arasındaki ilişki TS ve ETS metotlarının her ikisi için de 0,48 değerini almaktadır. Benzer karşılaştırma 25 km yarı çapı dahilinde ATDnet ve METAR verileri arasındaki ilişki için TS metotunda 0,46 değeri, ETS metotunda 0,45 değerini almaktadır. Buradan çıkarılacak sonuç ortalamada ATDnet verilerinin 12,5 km yarı çapı dahilinde meydana gelen yıldırım-şimşek gözlemleri ile METAR gözlemleri arasında biraz daha iyi bir ilişki olduğudur. Aynı zamanda yıllık-saatlik ortalama analizde istasyon bazında 12,5 km yarı çapı için en uyumlu iki veri gözlemi TS ve ETS metotları için LTBG (0,84), LTBF (0,72), LTBR (0,59) ve LTBH (0,59) istasyonlarında yapılırken, 25 km yarı çapı için en uyumlu iki veri gözlemi LTBA (0,78), LTBU (0,78) ve LTFJ (0,78) istasyonlarında yapılmıştır. Yine en uyumsuz iki veri gözlemi 12,5 km yarı çapı için TS ve ETS metodu değerleri dahilinde LTBX (0,22) ve LTFJ (0,30) istasyonlarında yapılırken, 25 km yarı çapı için TS ve ETS metodu değerleri dahilinde LTBX (0,07) ve LTBP (0,11) istasyonlarında yapılmıştır.
- Seçilen havalimanlarında denize uzaklıklarına göre meydana gelen yıldırım-şimşek hadiselerinin karşılaştırıldığı son analizde, yıldırım-şimşek çakma sayıları ve yıldırım-şimşek gözlem sayıları olmak üzere 2 tür analiz yapılmıştır. 12,5 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verileri sonucunda

en yüksek ortalama yıldırım-şimşek çakma sayısı tüm periyot için denize en yakın olan istasyondan itibaren sırasıyla birinci (LTBQ), beşinci (LTFD) ve dokuzuncu (LTBU) sırada yer alan istasyonlarda gözlenmiştir. 25 km yarı çapı için de sırasıyla beşinci (LTFD), üçüncü (LTBH), birinci (LTBA) ve dokuzuncu (LTBU) sırada yer alan istasyonlarda gözlenmiştir. Toplam yıldırım-şimşek çakma sayılarında da benzer sıralama görülmektedir.

- Yıldırım-şimşek gözlem sayılarına göre yapılan analizlerde 12,5 km yarı çapı dahilinde incelenen ATDnet verileri sonucunda en yüksek ortalama yıldırım-şimşek gözlem sayısı tüm periyot için denize en yakın olan istasyondan itibaren sırasıyla beşinci (LTFD), üçüncü (LTBH) ve dokuzuncu (LTBU) sırada yer alan istasyonlarda gözlenmiştir. 25 km yarı çapı için de sırasıyla beşinci (LTFD), üçüncü (LTBH) ve onbirinci (LTBF) sırada yer alan istasyonlarda gözlenmiştir. Toplam yıldırım-şimşek gözlem sayılarında da benzer sıralama görülmektedir.
- Günlük bazda yıldırım-şimşek hadisesinin meydana geldiği durumlarla ilgili ATDnet 12,5 km yarı çapı için yapılan analizlerin sonucunda (EK-A) Haziran ayı 6 havalimanında, Mayıs ayı 6 havalimanında, Nisan ve Ekim ayları ise 1'er havalimanında yıldırım-şimşek hadisesinin en çok meydana geldiği aylar olmuştur.

Sonuç olarak bakıldığında, METAR-ATDnet verileri karşılaştırmasında havalimanları bazında büyük farklılıklar görülebilmektedir. Ayrıca 12,5 km yarı çapı ve 25 km yarı çapı dahilinde elde edilen ATDnet verilerinin METAR verileri ile karşılaştırmasında bazı istasyonlarda 12,5 km yarı çapı dahilinde gözlenen yıldırım-şimşek hadiseleri ile METAR rasatları daha yüksek uyuma sahipken, bazı istasyonlar da 25 km yarı çapı dahilinde gözlenen yıldırım-şimşek hadiseleri ile METAR rasatları arasında daha yüksek uyum gözlenmiştir.

Hem aletli gözleme dayalı yıldırım-şimşek verisinde hem de METAR rasatlarından elde edilen yıldırım-şimşek verilerinde saatlik, aylık ve yıllık bazda toplamalarda her ne kadar benzer sonuçlar elde edilemesede, ortalama bazında özellikle benzer trendler göze çarpmaktadır.

METAR rasatları incelenerek yapılan analizlerde sıcaklık açısından yıldırım-şimşek için en uygun koşulların ilk baharın sonu, yazın başı ve son baharın sonu olduğu

gözlenmektedir. Ayrıca yıldırım-şimşek hadiselerinin büyük bir çoğunluğu yağmur ile birlikte meydana gelmektedir.

İstasyonların denize uzaklıklarına göre meydana gelen yıldırım-şimşek hadiselerinin karşılaştırmasında ise literatürde mevcut olan denize yakın alanlarda 10 kata kadar daha fazla yıldırım-şimşek hadisesinin gözlenmesi hipotezi, bu çalışmada seçilen periyot ve istasyonlar bazında bekleneni karşılamamıştır. Fakat bunun tam tersi bir durum yani denizden uzaklaştıkça daha fazla yıldırım-şimşek hadisesinin görüldüğü gibi ters bir hipotez de bulunmamıştır.

Tüm bu analizler dahilinde çalışmadan çıkarılacak sonuç, havacılık sektörü açısından özellikle kaza-kırım olayları düşünüldüğünde çok önemli bir meteorolojik hadise olan yıldırım-şimşek gözlemlerinin, METAR-SPECI rasatları ile tespitinin gerçek gözlemleri çok yansıtmadığıdır. Bu doğrultuda yapılması gereken yıldırım-şimşek gözlemlerinin eski usül insan gözlemine dayalı bu sistemden çıkartılarak aletli gözlemler yardımıyla tespitinin yapılmasıdır. Bu doğrultuda satın alınacak hizmet ve aletlere yapılan yatırımlar, özellikle yoğun hava trafiğinin olduğu uluslararası havalimanları için oldukça gerekli olup, kaza-kırım ve divert gibi havacılığa en büyük maddi zarar veren olaylar düşünüldüğünde orta ve uzun vadede kayıptan çok kazanç olarak geri dönecektir.



KAYNAKLAR

- Agnihotri, G., Venugopal, R. ve Hatwar, H. R.** (2012). Climatology of Thunderstorms and Squalls over Bangalore. *Mausam*, **64**, doi: 551.594.21 : 551.515.4
- Akinyemi, M.L., Boyo, A. O., Emetere, M. E., Usikalu, M. R. ve Olawole, F. O.** (2014). Lightning a Fundamental of Atmospheric Electricity, *IERI Procedia*, **9**, 47-52, doi: 10.1016/j.ieri.2014.09.039
- ASN.** (2016). Aviation Safety Network. *Air Safety Reports*. Erişim: 8 şubat 2016, <http://aviation-safety.net/database/country/>
- Broc, A., Delannoy, A., Montreuil, E., Lalande, P. ve Laroche, P.** (2005). Lightning Strike to Helicopters During Winter Thunderstorms over North Sea, *Aeroscape Science and Technology*, **9**, 686-691, doi:10.1016/j.ast.2005.07.001
- Bürgesser, R. E., Nicora, M. G. ve Avila, E. E.** (2012). Characterization of the Lightning Activity of Relampago del Catatumbo, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, doi:10.1016/j.jastp.2012.01.013 (Article in Press).
- CAWCR.** (2016). Collaboration for Australian Weather and Climate Research, Challenge to Develop and Demonstrate the Best New User-Oriented Forecast Verification Metric. Erişim: 20 Nisan 2016, <http://www.cawcr.gov.au/projects/verification/>
- Christian, H. J., Blakeslee, R. J., Boccippio, D. J., Boeck, W. L., Buechler, D. E., Driscoll, K. T., Goodman, S. J., Hall, J. M., Koshak, W. J., Mach, D. M. Ve Stewart M. F.** (2003). Global Frequency and Distribution of Lightning as Observed From Space by the Optical Transient Detector, *Journal of Geophysical Research*, **108**, 4005, doi:10.1029/2002JD002347
- Cohen, I. B.** (1990). Benjamin Franklin's Science, *Harvard University Press*, Cambridge, MA. Erişim: 20 Nisan 2016.
- Collier, A. B., Hughes, A. R. W., Lichtenberger ve Steinbach, P.** (2006). Seasonal and Diurnal Variation of Lightning Activity over Southern Africa and Correlation with European Whistler Observation. *Annales Geophysicae*, **24**, 592-542, doi:10.5194/angeo-24-529-2006.
- Cuhan, Y.** (2014). Sivil Havacılık Tarihi. Uçma Arzusu ve Havacılık Tarihi. Erişim:

18 Eylül 2014,
https://www.academia.edu/8492081/Sivil_Havac%C4%B1l%C4%B1k_Tarihi

- Czernecki, B., Taszarek, M., Kolendowicz, L. ve Konarski, L.** (2015). Relationship Between Human Observations of Thunderstorms and PERUN Lightning Detection Network in Poland, *Atmospheric Research*, **15**, doi: 10.1016/j.atmosres.2015.08.003 (Accepted Manuscript).
- Dwyer, J. R. ve Uman, M. A.** (2014). The Physics of Lightning, *Physics Report*, **534**, 147-241, <http://dx.doi.org/10.1016/j.physrep.2013.09.004>
- Ertaş, S. K.** (2009). DHMİ Genel Müdürlüğü, Seyrüsefer Dairesi Başkanlığı, Hava Trafik Müdürlüğü, Meteoroloji Ders Notları, *Meteoroloji Eğitim Notları*, Haziran, 2004.
- FGA.** (2016). Future Generation Aviation. Türkiye'deki Havaalanları. Erişim: 18 Nisan 2016, <http://www.tr.auto-gyro.com/sayfa/ucus-hazirligi/turkiye-havaalanlari.html>
- Google Earth.** (2016). Türkiye Haritası. Erişim: 20 Nisan 2016.
- Kaltenböck, R., Diendorfer, G. ve Dotzek, N.** (2009). Evaluation of Thunderstorm Indices from ECMWF Analyses, Lightning Data and Severe Storm Reports, *Atmospheric Research*, **93**, 381-396, doi:10.1016/j.atmosres.2008.11.005
- Matsangouras, I. T., Nastos, P. T. ve Kapsomenakis, J.** (2015). Cloud to Ground Lightning Activity over Greece: Spatio-Temporal Analysis and Impacts, *Atmospheric Research*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.08.004> (Article in Press).
- Meted.** (2016). Comet-Meted, Atmospheric Stability. Erişim: 15 Nisan 2016, http://www.meted.ucar.edu/fire/s290/unit6/print_4.htm
- MGM.** (2016). Şimşek ve Yıldırım. Erişim: 19 Nisan 2016, <http://www.mgm.gov.tr/genel/sss.aspx?s=simsekyildirim>
- NASA.** (2014). Myths and Legends of Flight. Erişim: 19 Nisan 2016, <https://www.grc.nasa.gov/www/k12/UEET/StudentSite/historyofflight.html>
- NKFU.** (2013). Havacılık Tarihi ve Gelişimi. Erişim: 19 Nisan 2016, <http://www.nkfu.com/havacilik-tarihi-ve-gelisimi/>
- Öztopal, A.** (2016). Türkiye Üzerindeki Yıldırım ve Şimşek (Lightning) Klimatolojisinin Belirlenmesi, *Fen ve Mühendislik Dergisi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.

- Peacock, C.** (2015). ICAO (International Civil Aviation Organization), The Postal History of ICAO, Aviation History: The Desire to Fly in the Mythology. Erişim: 17 Nisan 2016, http://www.icao.int/secretariat/PostalHistory/aviation_history_the_mythology.htm
- Price, C., Yair, Y., Mugnai, A., Lagouvardos, K., Llasat, M. C., Michaelides, S., Dayan, U., Dietrich, S., Galanti, E., Garrote, L., Harats, N., Katsanos, D., Kohn, M., Kotroni, V., Botija, M. L., Lynn, B., Mediero, L., Morin, E., Nicolaides, K., Rozalis, S., Savvidou, K. ve Ziv, B.** (2011). The FLASH Project: Using Lightning Data to Better Understand and Predict Flash Floods, *Environmental Science and Policy*, **14**, 898-911, doi:10.1016/j.envsci.2011.03.004
- Qiu, S., Jiang, Z., Shi, L., Niu, Z. ve Zhang, P.** (2015). Characteristics of negative lightning leaders to ground observed by TVLS, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, doi:10.1016/j.jastp.2015.07.008 (Accepted Manuscript).
- Rash, E.** (2016). When Lightning Strikes: Aircraft design incorporate systems to protect against direct and indirect damage. *Flight Safety Foundation*, Erişim: 18 Nisan 2016, <http://flightsafety.org/aerosafety-world-magazine/june-2010/when-lightning-strikes>
- SHGM.** (2016). Sivil Havacılık Genel M¼d¼rl¼ę¼ Tarihçesi. Erişim: 19 Nisan 2016, https://tr.wikipedia.org/wiki/Havac%C4%B1l%C4%B1k_tarihi Alıntı tarihi: 19.04.2016
- Tanrıöver, ř. T., Kahraman, A., Kadioğlu, M. Ve Schultz, D. M.** (2015). Lightning Fatalities and Injuries in Turkey, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, **15**, 1881-1888, doi: 10.5194/nhess-15-1881-2015.
- Telesca, L., Bernardi, M. ve Rovelli, C.** (2008). Time-scaling Analysis of Lightning in Italy. *Communication in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, **13**, 1384-1396, doi:10.1016/j.cnsns.2007.02.001
- UK Met Office.** (2016). Lightning. Erişim: 21 Nisan 2016, <http://www.metoffice.gov.uk/learning/learn-about-the-weather/thunder-and-lightning/lightning>
- Wikipedi.** (2007). Havacılık Tarihi. Erişim: 19 Nisan 2016, https://tr.wikipedia.org/wiki/Havac%C4%B1l%C4%B1k_tarihi
- Wang, F., Zhang, Y., Liu, H., Yao, W. ve Meng, Q.** (2016). Characteristics of Cloud to Ground Lightning Strikes in the Stratiform Regions of Mesoscale Convective Systems. *Atmospheric Research*, doi: 10.1016/j.atmosres.2016.03.021 (Accepted Manuscript).

Williams, E. ve Stanfill, S. (2002). The Physical Origin of the Land-Ocean Contrast in Lightning Activity, *C. R. Physique*, **3**, 1277-1292, doi:10.1016/S1631-0705(02)01407-X.

Yavuz, V., Temiz, C., Özdemir, E.T., Deniz, A. (2015). “Avrupa Bölgesi için Kaza-Kırım Raporlarının İncelenmesi”, *European Journal of Science and Technology*, 2(5), 155-160.



EKLER

Ek A: Havalimanlarına ait günlük bazda yıldırım-şimşek gözlemlerinin aylık-yıllık incelemesi



Çizelge A.1 : ATDnet verilerinden elde edilen günlük bazda yıldırım-şimşek gözlem sayılarının aylık-yıllık karşılaştırması, LTBA.

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	0	0	2	1	0	0	2	0	2	1	1	0
2009	0	0	1	2	0	1	2	2	4	2	0	2
2010	1	1	0	0	0	8	1	2	3	2	1	1
2011	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0
2012	0	0	2	3	7	0	1	2	3	2	3	0
2013	1	0	1	1	2	5	0	0	0	0	1	1
2014	0	0	1	0	4	2	6	4	2	0	0	0
Toplam	2	1	7	7	13	19	12	10	16	7	6	4

Çizelge A.2 : ATDnet verilerinden elde edilen günlük bazda yıldırım-şimşek gözlem sayılarının aylık-yıllık karşılaştırması, LTFJ.

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	1	1	1	0	3	1	3	0	4	0	0	0
2009	0	0	2	2	0	5	2	3	4	2	0	4
2010	0	3	0	2	3	8	3	2	3	1	0	1
2011	0	0	1	0	0	5	0	1	1	1	0	0
2012	0	0	1	4	6	0	4	2	4	2	1	0
2013	0	0	1	1	2	5	1	1	1	0	1	0
2014	1	0	0	3	10	2	8	5	3	1	0	0
Toplam	2	4	6	12	24	26	21	14	20	7	2	5

Çizelge A.3 : ATDnet verilerinden elde edilen günlük bazda yıldırım-şimşek gözlem sayılarının aylık-yıllık karşılaştırması, LTBR.

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	0	0	1	3	4	5	0	1	2	0	0	0
2009	0	0	0	2	4	4	3	1	2	3	0	0
2010	0	2	0	3	4	7	1	1	2	2	0	0
2011	0	0	0	1	7	3	0	0	2	0	0	0
2012	1	0	1	4	14	0	1	2	2	1	1	0
2013	0	0	1	1	5	5	2	2	0	0	0	0
2014	0	0	0	4	7	5	7	5	3	0	1	0
Toplam	1	2	3	18	45	29	14	12	13	6	2	0

Çizelge A.4 : ATDnet verilerinden elde edilen günlük bazda yıldırım-şimşek gözlem sayılarının aylık-yıllık karşılaştırması, LTBU.

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	0	0	2	2	5	4	2	2	2	1	0	0
2009	0	2	1	6	2	6	5	1	3	3	0	1
2010	2	1	0	0	2	7	4	1	2	0	3	1
2011	0	0	1	2	2	5	1	1	1	1	0	0
2012	0	0	2	4	9	1	1	2	3	5	3	0
2013	0	0	1	0	4	6	0	0	3	1	1	0
2014	1	0	1	1	7	4	7	8	3	0	1	1
Toplam	3	3	8	15	31	33	20	15	17	11	8	3

Çizelge A.5 : ATDnet verilerinden elde edilen günlük bazda yıldırım-şimşek gözlem sayılarının aylık-yıllık karşılaştırması, LTBF.

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	0	0	3	3	0	2	0	2	2	0	0	0
2009	0	1	2	4	2	3	3	1	1	3	1	4
2010	1	4	1	2	1	6	0	3	2	5	3	2
2011	1	0	1	2	3	6	0	0	2	1	0	0
2012	1	0	1	3	8	0	0	1	1	5	2	1
2013	3	1	5	1	5	5	1	0	1	0	1	0
2014	3	0	1	9	6	2	4	4	3	2	1	2
Toplam	9	6	14	24	25	24	8	11	12	16	8	9

Çizelge A.6 : ATDnet verilerinden elde edilen günlük bazda yıldırım-şimşek gözlem sayılarının aylık-yıllık karşılaştırması, LTBQ.

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	0	0	0	2	6	4	3	0	2	0	0	0
2009	0	0	1	3	4	5	4	4	1	2	0	0
2010	0	3	1	2	3	9	4	1	1	1	0	0
2011	0	0	0	1	3	5	2	0	2	0	0	0
2012	0	1	1	5	11	0	4	4	3	3	1	0
2013	0	0	1	1	5	4	1	2	0	1	1	0
2014	2	0	0	3	6	4	12	4	4	0	0	1
Toplam	2	4	4	17	38	31	30	15	13	7	2	1

Çizelge A.7 : ATDnet verilerinden elde edilen günlük bazda yıldırım-şimşek gözlem sayılarının aylık-yıllık karşılaştırması, LTBG.

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	0	0	4	2	0	1	0	1	2	1	0	0
2009	0	1	0	2	0	4	2	0	2	3	1	4
2010	2	1	1	2	2	5	1	3	2	5	1	3
2011	0	0	1	2	1	3	0	0	2	2	0	0
2012	0	0	1	4	5	0	0	1	4	5	3	0
2013	2	1	2	1	3	4	1	0	0	1	2	0
2014	1	0	1	6	4	2	5	6	3	2	1	0
Toplam	5	3	10	19	15	19	9	11	15	19	8	7

Çizelge A.8 : ATDnet verilerinden elde edilen günlük bazda yıldırım-şimşek gözlem sayılarının aylık-yıllık karşılaştırması, LTBX.

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	0	0	1	0	1	3	2	0	4	0	0	0
2009	0	0	3	1	0	4	2	3	3	1	0	3
2010	2	2	0	0	3	9	2	2	2	1	0	1
2011	0	0	0	0	0	5	0	0	1	1	0	0
2012	0	0	1	3	6	0	2	2	1	4	2	0
2013	0	0	2	0	2	4	2	0	0	0	1	0
2014	0	0	0	2	10	2	6	5	2	0	0	0
Toplam	2	2	7	6	22	27	16	12	13	7	3	4

Çizelge A.9 : ATDnet verilerinden elde edilen günlük bazda yıldırım-şimşek gözlem sayılarının aylık-yıllık karşılaştırması, LTFD.

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	0	0	4	1	1	3	0	3	2	2	0	2
2009	2	4	5	4	1	3	0	1	0	1	4	6
2010	4	8	2	2	7	4	1	1	2	6	4	4
2011	0	0	2	2	7	4	0	0	1	1	0	2
2012	1	1	2	6	7	0	0	1	4	6	6	1
2013	6	7	6	2	5	5	1	0	1	1	4	1
2014	2	1	2	9	7	2	4	2	1	2	2	1
Toplam	15	21	23	26	35	21	6	8	11	19	20	17

Çizelge A.10 : ATDnet verilerinden elde edilen günlük bazda yıldırım-şimşek gözlem sayılarının aylık-yıllık karşılaştırması, LTBP.

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	0	0	2	0	1	3	1	1	3	1	0	0
2009	0	0	0	2	1	3	4	1	2	1	0	2
2010	0	2	2	2	1	3	1	0	3	1	2	0
2011	0	0	0	1	2	5	0	0	1	2	0	0
2012	0	0	1	4	5	1	2	1	2	4	2	0
2013	0	0	1	1	3	2	1	2	0	0	1	0
2014	0	0	0	2	6	2	8	4	3	1	2	0
Toplam	0	2	6	12	19	19	17	9	14	10	7	2

Çizelge A.11 : ATDnet verilerinden elde edilen günlük bazda yıldırım-şimşek gözlem sayılarının aylık-yıllık karşılaştırması, LTBH.

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2008	0	0	5	1	0	2	0	2	3	1	0	2
2009	0	1	4	3	3	4	2	1	0	1	2	7
2010	5	4	2	1	3	5	2	1	1	6	5	1
2011	1	0	1	2	0	5	0	0	1	2	0	4
2012	1	1	0	2	9	0	0	1	3	4	6	2
2013	7	5	5	3	4	3	1	0	1	2	2	0
2014	1	1	2	12	8	3	6	5	0	2	4	2
Toplam	15	12	19	24	27	22	11	10	9	18	19	18



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Veli YAVUZ
Doğum Tarihi ve Yeri : 01/12/1991 Beykoz
E-posta : yavuzv@itu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2014, İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü.
- **Yükseklisans** : 2016, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Atmosfer Bilimleri Programı.

ESERLER

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

1. Özdemir, E. T., Deniz, A., Sezen, İ., Menteş, Ş. S., & **Yavuz, V.** (2016). Fog Analysis at Istanbul Ataturk International Airport. *Weather Journal*. (Makale kabul edildi, basım aşamasında).
2. Özdemir, E. T., Deniz, A., Sezen, İ., Aslan, Z., & **Yavuz, V.** (2016). Investigation of Thunderstorms over Ataturk International Airport (LTBA), Istanbul. *Mausam Journal*. (Makale kabul edildi, basım aşamasında).
3. **Yavuz, V.**, Deniz, A., Cavus, P.C., Doğan, N., & Abkayır, İ. (2016). Investigation of Wind Characteristics for Bergama in Terms of Wind Energy. *IJIRSET Journal*, 5(12), 129-137, May 2016.
4. Cavus, P.C., Deniz, A., Doğan, N., Abkayır, İ. & **Yavuz, V.** (2016). Comparison of Three Station's PM10 Data for Istanbul, Turkey. *IJIRSET Journal*, 5(12), 138-150, May 2016.

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

1. **Yavuz, V.**, Temiz, C., Özdemir, E. T., & Deniz, A. (2015). Avrupa Bölgesi için Kaza-Kırım Raporlarının İncelenmesi. *EJOSAT: European Journal of Science and Technology, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(5).

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında (Proceedings) Basılan Bildiriler:

1. **Yavuz, V.**, Deniz, A., Çavus, P.C., Doğan, N., & Akbayır, İ. (2016). The Importance of Blocking Events in Air Pollution in Turkey. 1st International Conference on Engineering Technology and Applied Sciences, 1497-1501. (Tam metin bildiri)
2. Çavus, P.C., Deniz, A., Doğan, N., Akbayır, İ., & **Yavuz, V.**, (2016). Afyon İli için Zamansal Hava Kirliliği Analizi. 1st International Conference on Engineering Technology and Applied Sciences, 1529-1532. (Tam metin bildiri)
3. Akbayır, İ., **Yavuz, V.**, Deniz, A., Çavus, P.C., & Doğan, N. (2016). Karar Ağacı Modeli Kullanılarak İstanbul Atatürk Havalimanı için Sis Tahmini. 1st International Conference on Engineering Technology and Applied Sciences, 1517-1521. (Tam metin bildiri)
4. Akbayır, İ., **Yavuz, V.**, Deniz, A., Çavus, P.C., & Doğan, N. (2016). Trabzon Havalimanı için Veri Madenciliği Yöntemleri Kullanılarak Sis Analizi ve Öngörüsü. 1st International Conference on Engineering Technology and Applied Sciences, 1512-1516. (Tam metin bildiri)
5. Doğan, N., Akbayır, İ., **Yavuz, V.**, Deniz, A., & Çavus, P.C., (2016). FOGSI İndeksi ile Sis Olasılığı Hesaplama Yöntemi ve Kriterleri. 1st International Conference on Engineering Technology and Applied Sciences, 1509-1511. (Tam metin bildiri)
6. Doğan, N., Akbayır, İ., **Yavuz, V.**, Deniz, A., & Çavus, P.C., (2016). İstanbul Yenibosna için Mevsimlik Kirlilik Analizi. 1st International Conference on Engineering Technology and Applied Sciences, 1505-1508. (Tam metin bildiri)
7. Çavus, P.C., **Yavuz, V.**, Özen C., Temiz C., & Deniz A. (2015). Temporal and Spatial Analysis of Hail in Turkey. MESAEP-18th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, 98-98. (Özet bildiri)
8. Temiz C., **Yavuz, V.**, & Deniz A. (2015). Computational Fluid Dynamics Approach to Wind Energy Calculation and Assessment of Wind Resource of Aegean Region in Turkey. MESAEP-18th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, 261-261. (Özet bildiri)

9. Temiz C., **Yavuz, V.**, Özdemir E.T., & Deniz A. (2015). Comparison With Linear and Non-Linear Models in Long-Term Wind Energy Production. MESAEP-18th International Symposiumon Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, 262-262. (Özetbildiri)
10. Temiz C., Özdemir E.T., **Yavuz, V.**, Durukan M., Uluyazı M., & Deniz A. (2015). 15 Temmuz 2013 Tarihinde Ankara Esenboğa Havalimanı'nda Yaşanan Boran Olayının İncelenmesi. 7th Atmospheric Sciences Symposium, 1, 465-474. (Tam metin bildiri)
11. **Yavuz, V.**, Temiz C., Özdemir E.T., & Deniz A. (2015). Avrupa Bölgesi için Kaza-Kırım Raporlarının İncelenmesi. 7th Atmospheric Sciences Symposium, 1, 434-441. (Tam metin bildiri)
12. **Yavuz, V.**, Çavuş, P.C., Özen C., & Deniz A. (2015). Türkiye'de Hortum Vakalarının Zamansal ve Mekansal Analizi. 7th Atmospheric Sciences Symposium, 1, 79-85. (Tam metin bildiri)
13. **Yavuz, V.**, Temiz C., Özdemir E.T., & Deniz A. (2015). CODA Raporlarının İncelenmesi. 7th Atmospheric Sciences Symposium, 1, 423-433. (Tam metin bildiri)
14. **Yavuz, V.**, Temiz C., Özdemir E.T., & Deniz A. (2015). Squall Line over Antalya. OSTIV-Organisation Scientifique et Technique Internationale du Vol `a Voile Meteorological Panel Meeting, 32-32. (Özet bildiri)
15. Çakın A., Ceyhan İ., **Yavuz, V.**, Özdemir E.T., Temiz C., & Deniz A. (2015). Investigation of the Effect of the Snowfall on the Flights in Turkey. OSTIV-Organisation Scientifique et Technique Internationale du Vol `a Voile Meteorological Panel Meeting, 20-20. (Özet bildiri)
16. Ceyhan İ., Çakın A., Temiz C., **Yavuz, V.**, Koçak K., & Kahya C. (2014). Analysis of the Wind Persistence in Southwest Anatolia in Terms of Paragliding. XXXII OSTIV Congress, 43-43. (Özet bildiri)