

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

2009-2018 AKDENİZ BÖLGESİ KARARSIZLIK İNDEKS ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müzeyyen İdil AKTUĞ

Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Atmosfer Bilimleri Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ceyhan KAHYA

ARALIK 2019

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

2009-2018 AKDENİZ BÖLGESİ KARARSIZLIK İNDEKS ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Müzeyyen İdil AKTUĞ
(511131029)**

Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Atmosfer Bilimleri Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ceyhan KAHYA

ARALIK 2019

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 511131029 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Müzeyyen İdil AKTUĞ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “2009-2018 AKDENİZ BÖLGESİ KARARSIZLIK İNDEKS ANALİZİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Dr. Öğr. Üyesi Ceyhan KAHYA**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Mikdat KADIOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof.Dr. Zafer ASLAN
İstanbul Aydın Üniversitesi

Teslim Tarihi : 14 Kasım 2019
Savunma Tarihi : 20 Aralık 2019





Aileme,



ÖNSÖZ

Türkiye’de Akdeniz bölgesi için 2009-2018 yıllarını kapsayan kararsızlık indeks analizlerinin yapılarak son yıllarda artan ekstrem hava olaylarının araştırılması amaçlanmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan radyozonde verileri ve METAR kodları kullanılmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne ve ilgili kurumda bu verilerin sağlanmasına katkıda bulunan tüm çalışanlara teşekkür ederim.

Bu çalışmada ve lisansüstü eğitim hayatımda bana inancını kaybetmeyen Dr. Ceyhan Kahya hocama, her daim yanımda olan ailem Leyla, Faruk ve İlker Aktuğ 'a teşekkür ederim. Tez sürecimde yardımını esirgemeyen Ufuk Atlıhan’a teşekkür ederim.

Kasım 2019

Müzeyyen İdil Aktuğ
Astronom



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	3
1.2 Literatür Araştırması	3
2. VERİ YÖNTEM VE ANALİZ.....	9
2.1 Çalışma Alanının Topografik ve İklimsel Özellikleri.....	10
2.2 Kararsızlık İndeksleri	13
2.2.1 K indeksi ve mevsimsel analizi.....	14
2.2.1.1 Kış mevsimi	16
2.2.1.2 İlkbahar mevsimi.....	17
2.2.1.3 Yaz mevsimi.....	22
2.2.1.4 Sonbahar mevsimi.....	22
2.2.2 Toplam Topamlar indeksi ve mevsimsel analizi.....	28
2.2.2.1 Kış mevsimi.....	29
2.2.2.2 İlkbahar mevsimi.....	30
2.2.2.3 Yaz mevsimi.....	33
2.2.2.4 Sonbahar mevsimi.....	34
2.2.3 SWEAT indeksi ve mevsimsel analizi.....	39
2.2.3.1 Kış mevsimi.....	40
2.2.3.2 İlkbahar mevsimi.....	43
2.2.3.3 Yaz mevsimi.....	43
2.2.3.4 Sonbahar mevsimi.....	44
2.2.4 Boyden indeksi ve mevsimsel analizi	49
2.2.4.1 Kış mevsimi.....	49
2.2.4.2 İlkbahar mevsimi.....	50
2.2.4.3 Yaz mevsimi.....	50
2.2.4.4 Sonbahar mevsimi.....	51
2.2.5 Nem indeksi ve mevsimsel analizi.....	56
2.2.5.1 Kış mevsimi.....	56
2.2.5.2 İlkbahar mevsimi.....	57
2.2.5.3 Yaz mevsimi.....	58
2.2.5.4 Sonbahar mevsimi.....	59

2.3 Metar Kodları	64
2.3.1 İndeks sonuçlarının istatistiksel yöntemlerle tahmin karşılaştırması	65
2.4 İndeksler Arasındaki Korelasyon Analizi.....	70
3.SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	73
KAYNAKLAR.....	77
EKLER	81
ÖZGEÇMİŞ	94



KISALTMALAR

MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
D.M.İ	: Devlet Meteoroloji İstasyonu
GPS	: Global Konumlandırma Sistemi
LORAN-C	: Uzun Menzilli Gezinme (Long Range Navigation)
HADCM	: Hadley İklim Modeli (Hadley Climate Model)
RCP	: Bölgesel İklim Projeksiyonları (Regional Climate Projections)
IPCC	: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (The Intergovernmental Panel on Climate Change)
AWOS	: Otomatik Ölçüm İstasyon Sistemi (Automated Weather Observing System)
UTC	: Uluslararası Greenwich Zaman Birimi
METAR	: Havacılık Amaçlı Rutin Hava Raporu
SPECI	: Havacılık Amaçlı Seçilmiş Özel Hava Raporu
PW	: Yağışa Geçebilir Su (Precipitable Water)
CAPE	: Konvektif Mevcut Potansiyel Enerji (Convective Available Potential Energy)
CAPE_v	: Konvektif Mevcut Potansiyel Enerji- Gerçek Sıcaklık (Convective Available Potential Energy using Virtual Temperature)
CIN-CINE	: Konvektif İnhibisyon Enerjisi (The Convective Inhibition Energy)
SWISS	: İsviçre'deki Fırtınalar için Rüzgar Hız Değişimi İndeksi (Shear Index for thunderstorms in Switzerland)
KI	: K İndeksi
VT	: Düşey Toplamlar İndeksi (Vertical Total Totals Index)
CT	: Çapraz Toplamlar İndeksi (Cross Total Totals Index)
TT	: Toplam Toplamlar İndeksi (Total Totals Index)
SWEAT	: Kuvvetli Hava Tehlikesi İndeksi (Severe Weather Threat Index)
BI	: Boyden İndeksi
HI	: Nem İndeksi (Humidity Index)
LI	: Lifted Index
LCL	: Lifted Condensation Level
LFC	: Level of Free Convection

EL	: Equilibrium Level (Denge Seviyesi)
DY	: Doğruluk Yüzdesi Yöntemi (Percent Correct)
TEİ	: Tespit Etme İhtimali
YİO	: Yanlış İkaz Oranı (False Alarm Rate)
POD	: Tespit Etme İhtimali (Probability of Detection)
FAR	: Yanlış Alarm Oranı (False Alarm Ratio)
CSI	: Kritik Oran İndeksi (Critical Score Index)
TSS	: Gerçek Başarı İstatistiği (True Skill Statistic)
S- HSS	: Heidke Başarı Oranı (Heidke Skill Score)
NSS	: Normalleştirilmiş Başarı Oranı (Normalized Skill Score)
PC	: Percent Correct
RAMS	: Bölgesel Atmosfer Modelleme Sistemi (Regional Atmospheric Modeling System)
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
EEMR	: Mısır ve Doğu Akdeniz Bölgesi (Egypt and the Eastern Mediterranean Region)
EEM	: Mısır ve Doğu Akdeniz İndeksi (Egypt and Eastern Mediterranean Index)

SEMBOLLER

T	: Sıcaklık
Td	: Çiy noktası sıcaklığı
T₈₅₀	: 850 mb Basınç seviyesi sıcaklığı
Td₈₅₀	: 850 mb Basınç seviyesi çiy noktası sıcaklığı
T₇₀₀	: 700 mb Basınç seviyesi sıcaklığı
Td₇₀₀	: 700 mb Basınç seviyesi çiy noktası sıcaklığı
T₅₀₀	: 500 mb Basınç seviyesi sıcaklığı
Td₅₀₀	: 500 mb Basınç seviyesi çiy noktası sıcaklığı
F₅₀₀	: 500 mb Basınç seviyesi rüzgarın şiddeti
F₈₅₀	: 850 mb Basınç seviyesi rüzgarın şiddeti
H₇₀₀	: 700 mb Basınç seviyesindeki kalınlık
H₁₀₀₀	: 1000 mb Basınç seviyesindeki kalınlık
°C	: Santigrat derece
W_{max}	: Yükselici hava akımının maksimum değeri
H_{wmax}	: Yükselici hava akımı maksimum değerinin yüksekliği
H₀	: 0°C İzoterm yüksekliği
Z_{El}	: Denge seviyesi yüksekliği



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : K indeks kritik değerleri.....	15
Çizelge 2.2 : K indeks kritik değerleri ve oraj şiddet karşılaştırması.....	15
Çizelge 2.3 : Total totals indeksi için kritik değerler.....	28
Çizelge 2.4 : SWEAT indeks kritik değerleri.....	39
Çizelge 2.5 : Nem indeks kritik değerleri.....	55
Çizelge 2.6 : Halihazır hava durumu (w'w').....	64
Çizelge 2.7 : 2x2 İhtimal tablosu.....	66
Çizelge 2.8 : İndekslerin kritik değerleri.....	66
Çizelge 2.9 : Isparta için K indeksi sonuçları.....	67
Çizelge 2.10 : Isparta için K indeksi başarı değerleri.....	67
Çizelge 2.11 : Isparta için Toplam Toplamlar indeksi sonuçları.....	67
Çizelge 2.12 : Isparta için Toplam Toplamlar indeksi başarı değerleri.....	67
Çizelge 2.13 : Isparta için SWEAT indeksi sonuçları.....	67
Çizelge 2.14 : Isparta için SWEAT indeksi başarı değerleri.....	67
Çizelge 2.15 : Isparta için Nem indeksi sonuçları.....	68
Çizelge 2.16 : Isparta için Nem indeksi başarı değerleri.....	68
Çizelge 2.17 : Adana için K indeksi sonuçları.....	68
Çizelge 2.18 : Adana için K indeksi başarı değerleri.....	68
Çizelge 2.19 : Adana için Toplam Toplamlar indeksi sonuçları.....	68
Çizelge 2.20 : Adana için Toplam Toplamlar indeksi başarı değerleri.....	68
Çizelge 2.21 : Adana için SWEAT indeksi sonuçları.....	69
Çizelge 2.22 : Adana için SWEAT indeksi başarı değerleri.....	69
Çizelge 2.23 : Adana için Boyden indeksi sonuçları.....	69
Çizelge 2.24 : Adana için Boyden indeksi başarı değerleri.....	69
Çizelge 2.25 : Adana için Nem indeksi sonuçları.....	69
Çizelge 2.26 : Adana için Nem indeksi başarı değerleri.....	69
Çizelge 2.27 : Spearman sıra korelasyon katsayısı değer tablosu.....	70
Çizelge 2.28 : Isparta ili için mevsimsel Spearman sıra korelasyon katsayısı değerleri.....	71
Çizelge 2.29 : Isparta ili için mevsimsel Spearman sıra korelasyon katsayısı değerleri.....	71



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : 2100 yılına kadar beklenen sıcaklık değişimi.....	2
Şekil 2.1 : Akdeniz bölgesi coğrafi haritası.....	10
Şekil 2.2 : İstasyon ve Havalimanlarının konumları.....	13
Şekil 2.3 : K indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri	18
Şekil 2.4 : K indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yılları için kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	19
Şekil 2.5 : K indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yılları için ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	20
Şekil 2.6 : K indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yılları için ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	21
Şekil 2.7 : K indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yılları için yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	24
Şekil 2.8 : K indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	25
Şekil 2.9 : K indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	26
Şekil 2.10 : K indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	27
Şekil 2.11 : Toplam Topamlar indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	31
Şekil 2.12 : Toplam Topamlar indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	32
Şekil 2.13 : Toplam Topamlar indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	35
Şekil 2.14 : Toplam Topamlar indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	36

Şekil 2.15 : Toplam Toplamlar indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	37
Şekil 2.16 : Toplam Toplamlar indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	38
Şekil 2.17 : SWEAT indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2012, (d) 2013, (e) 2015, (f) 2017 ve (g) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	41
Şekil 2.18 : SWEAT indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2015, (f) 2016, (g) 2017 ve (h) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	42
Şekil 2.19 : SWEAT indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	45
Şekil 2.20 : SWEAT indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	46
Şekil 2.21 : SWEAT indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	47
Şekil 2.22 : SWEAT indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016 ve (i) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	48
Şekil 2.23 : Boyden indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	52
Şekil 2.24 : Boyden indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	53
Şekil 2.25 : Boyden indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	54
Şekil 2.26 : Boyden indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	55
Şekil 2.27 : Nem indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	60
Şekil 2.28 : Nem indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	61
Şekil 2.29 : Nem indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	62
Şekil 2.30 : Nem indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	63

Şekil A.1 : Toplam Toplamlar indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	82
Şekil A.2 : Toplam Toplamlar indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	83
Şekil A.3 : SWEAT indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2014, (f) 2016, (g) 2017 ve (h) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	84
Şekil A.4 : SWEAT indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2014, (f) 2016, (g) 2017 ve (h) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	85
Şekil A.5 : Nem indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	86
Şekil A.6 : Nem indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	87
Şekil A.7 : Nem indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	88
Şekil A.8 : Nem indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.....	89
Şekil B.1 : Isparta ili için (a) KI- TT, (c) HI- TT ve (e) HI- KI, Adana ili için (b) KI- TT, (d) HI- TT ve (f) HI- KI olmak üzere kış mevsimi Spearman korelasyon yöntemi ile lineer denklemi çözümü.....	90
Şekil B.2 : Isparta ili için (a) KI- TT, (c) HI- TT ve (e) HI- KI, Adana ili için (b) KI- TT, (d) HI- TT ve (f) HI- KI olmak üzere ilkbahar mevsimi Spearman korelasyon yöntemi ile lineer denklemi çözümü.....	91
Şekil B.3 : Isparta ili için (a) KI- TT, (c) HI- TT ve (e) HI- KI, Adana ili için (b) KI- TT, (d) HI- TT ve (f) HI- KI olmak üzere yaz mevsimi Spearman korelasyon yöntemi ile lineer denklemi çözümü.....	92
Şekil B.4 : Isparta ili için (a) KI- TT, (c) HI- TT ve (e) HI- KI, Adana ili için (b) KI- TT, (d) HI- TT ve (f) HI- KI olmak üzere sonbahar mevsimi Spearman korelasyon yöntemi ile lineer denklemi çözümü.....	93



2009-2018 AKDENİZ BÖLGESİ KARARSIZLIK İNDEKS ANALİZİ

ÖZET

Havacılık sektöründe meteorolojik olayların önemi büyüktür. Ekstrem meteorolojik olayların sürekli gözlemlenmesi ve tahmin edilmesi sektör ve insani açıdan hayati öneme sahiptir. Son yıllarda artan ekstrem meteorolojik olayların değişim sürecinde bu aşamada önem kazanmaktadır. Uluslararası panellerde ve raporlarda çıkan sonuçlara göre 21.yy.'ın sonuna doğru Türkiye'de yıllık sıcaklıkların günümüze kıyasla 3.1-5.2 °C arasında artacağını öngörülmektedir. HADCM iklim değişikliği projeksiyonlarına göre ise Türkiye'de sıcaklıkların 1.5 °C artacağı, en fazla sıcaklık artışının 4.1 °C ile Akdeniz ve Ege bölgelerinde yaşanacağı beklenmektedir. Sıcaklıklardaki değişime bağlı olarak birbirleriyle bağlantılı olan meteorolojik parametrelerin değişimine etki edecek ve daha önce çok sık karşılaşmadığımız ekstrem olayların gözlenmesi ve ölçülmemiş meteorolojik değerlere ulaşılması beklenmektedir.

En fazla sıcaklık artışının beklendiği Akdeniz bölgesi, kuzeyde yüksek dağlık alanlara ve güneyde denize kıyısına sahiptir. Akdeniz'in hem kuzey hem de doğu sınırları boyunca temel topografik özellikler görülür. Hava akışını kıyı vadileri ve adalar arasındaki boşluklar, farklı doğrultulara sahip dağların sebep olduğu çıkıntılı köşeler ve engellemelerle oluşan topografik özellikler kanalize eder. Akdeniz bölgesinin mevsimsel hava paternleri, büyük ölçüde çevresindeki kara kütlelerinde görülen musonal karakterle kontrol edilmektedir. Akdeniz bölgesi kış mevsiminde alçak basınç alanıdır ve bunu iç deniz olmasına borçludur. Bu sebeple de kış döneminde güneyindeki tropical ve kuzeyindeki polar hava kütlelerinin karşılaşma sahasıdır. Kuzeyden gelen soğuk hava kütleleri denizden gelen sıcak-nemli hava kütleleri ile karşılaştığında yağış oluşturmalarının yanı sıra fırtınalarada neden olmaktadır.

Ekstrem meteorolojik olayların gözlenmesi ve ölçülmemiş meteorolojik değerlere ulaşılması, şiddetli hava olaylarının oluşması, sıklığı ve faaliyette kalma zamanı bazı atmosferik koşullar ve parametrelerin fonksiyonudur. Ayrıca bu koşulların ve parametrelerin şiddetinde fonksiyonudur. Bu koşulların içerisinde olmazsa olmaz denebilecek koşul ise troposferin kararsızlık koşuludur. Kararsızlık koşulunda, yükseltilmiş bir hava parseli onu çevreleyen havadan daha sıcak, daha az yoğun ve serbestçe yükselmeye eğilimli olacaktır. Kararsızlık şartları altında hava, ılık havanın yükselmesi ile bulutların gelişmesine neden olur ve konvektif fırtınaların yanı sıra yağışları da mümkün kılar. Kararsızlık indeksleri, atmosferik kararsızlığın ölçülmesine olanak sağlar ve fırtınaların gelişimi, olasılıkları ve yoğunlukları için tahmin unsuru olarak kullanılmaktadır. İndeksler atmosferin şiddetli hava veya fırtına aktivitesi geliştirme yeteneğini ölçmektedir. Genel olarak fırtına, oraj veya yağış şekli hakkında fikir yürütülmesi kararsızlık indekslerinin kritik değerlerinin ele alınmasıyla mümkün olmaktadır ve bu kritik değerler indeksin geliştirildiği bölgelerin coğrafik ve meteorolojik şartlarının göz önüne alınmasıyla elde edilmektedir.

Ekstrem meteorolojik olaylar arasında orajlar, can kaybı ve ekonomik zararlara neden olan olaylar olarak ön plana çıkmaktadır. Orajlar yıllarca cephesel yapılar ya da hava

kütleleri olarak nitelendirilmiştir ancak aslında aşağı seviye ısınmasına ve nemliliğe dayanan konvektif bir oluşumun sonucudur. Genel bir bakış açısıyla orajların oluşabilmesi için, kararsızlık, yükselici akım bölgeleri, atmosferin orta ve alt tabakasında nemlilik, üst seviyelerde sıcak ve kuru hava şartlarının sağlanması beklenmektedir. 1940'ların sonundan beri meteorologlar oraj riskini, oraj/fırtına indeksleri ve düşey sıcaklık, nem ve rüzgar profillerinden elde edilen parametreler yardımıyla ölçmeye çalışmışlardır. Bir indeksin belirli bir konum için yararlı bir oraj tahmincisi haline gelmesi için, istatistiksel özellikleri ve bu özelliklerin fırtına oluşumuyla ilişkisi, o özel konum için belirlenmelidir.

Meteorolojik ekstrem olaylardan biri olan orajların 2009-2018 yılları arasında Akdeniz bölgesindeki değişimlerini yukarı seviye atmosfer gözlemleri yardımıyla hesaplanan farklı parametrelere sahip kararsızlık indeksleri kullanılarak yapılan analizler ile yıllık mevsimsel farklılıkları değerlendirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan indekslerin METAR kodları kullanılarak Akdeniz bölgesinde kararsızlık tahmin etmedeki başarısı ölçülmüştür. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) alınan radyozonde verileri yardımıyla hesaplanan kararsızlık indeks değerleri ile Wyoming Üniversitesi'nden alınan kararsızlık indeks değerleri arasındaki korelasyonun hesaplanması ve Isparta ve Adana illeri için mevsimsel olarak K, Toplam Toplamlar ve Nem indeksleri arasındaki korelasyon hesaplanarak ilişkinin incelenmesi ve analiz edilmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Akdeniz bölgesinde radyozonde istasyonlarına sahip iki il olan Isparta ve Adana için MGM'den alınan 2009-2018 yıllarına ait 00 ve 12 UTC olarak 10 yıllık periyodu kapsayan 178720 adet radyozonde verisi içerisinde bu çalışmada kullanılmıştır. Bu verilerle K, SWEAT, Toplam Toplamlar, Boyden ve Nem indeksleri hesaplanmıştır. Isparta ili için 7104 adet K indeksi, Toplam Toplamlar indeksi ve Nem indeksi, 7106 adet SWEAT indeksi hesaplanarak çalışma analiz edilmiştir. Adana ili için 6984 adet K indeksi ve Toplam Toplamlar indeksi, 6999 adet SWEAT indeksi, 6834 adet Boyden indeksi ve 6979 adet Nem indeksi hesaplanarak çalışma analiz edilmiştir. Hesaplanan indeks değerlerinin 10 yıllık periyotta her bir indeks için mevsimsel değişimi detaylı olarak incelenmiştir ve yorumlanmıştır. Wyoming Üniversitesi'nden alınan K-Toplam Toplamlar- SWEAT indeks değerleri ile MGM'den alınan radyozonde verileri ile hesaplanan indeks değerleri için korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

MGM'den alınan 337510 adet METAR kodu çalışmada saat aralığı ve kod bilgileri ayrıştırılarak kullanılmıştır. Kullanılan METAR kodlarında radyozonde verilerine en yakın saat tercih edilmiştir. Hesaplanan K, SWEAT, Toplam Toplamlar, Boyden ve Nem indeksleri ile METAR kodları karşılaştırılarak indekslerin başarı yüzdeleri çıkartılmıştır. 2009-2018 yıllarına ait METAR kodları ile hesaplanan indeks değerleri karşılaştırılarak gözlenen ve tahmin edilen meteorolojik olayların arasındaki başarı yüzdeleri çıkartılmıştır. Böylelikle Doğruluk Yüzdesi, Tespit Etme İhtimali ve Yanlış İkaz yöntemleri kullanılarak Akdeniz bölgesinde Isparta ve Adana için kararsızlığı tahmin etmekte en başarılı indeks araştırılmıştır.

SPSS analiz programı ile K- TT, Nem- TT ve Nem- K indeks ilişkileri Spearman sıra korelasyon yöntemi ile incelenmiştir.

Akdeniz bölgesi Türkiye için ekonomik ve sosyokültürel açıdan önemlidir. Ekstrem meteorolojik olaylar hem yaşamı hem ticareti hem de turizmi etkilemektedir. Bu bölge için yapılan çalışmaların artırılması ve önlemlerin alınması gerekmektedir.

2009-2018 MEDITERREAN REGION STABILITY INDEX ANALYSIS

SUMMARY

Meteorology and meteorological events are one of the most crucial events in aviation. Continuous monitoring and forecasting of extreme meteorological events is important for the sector and human. Increasing extreme meteorological events in recent years has gained importance in the process of change. Towards the end of Turkey's 21st century Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 4th Assessment Report the foundation that accepts high emissions scenarios (A2) model simulations foresees increased between 3.1-5.2 °C compared to the present annual temperature. Due to this increase in temperatures, it is expected that the extreme events that we have not encountered before will be observed and unmeasured meteorological values will be effected by the change in the other meteorological parameters which are related with each other.

The Mediterranean region, where the maximum temperature increase is expected, has high mountainous areas in the north and the sea coast in the south. There are basic topographic particulars along both the northern and eastern borders of the Mediterranean Sea. Air flow is channeled by gaps between coastal valleys and islands, topographic features formed by protruding corners and obstructions caused by mountains in different directions. The seasonal air patterns of the Mediterranean region are largely controlled by the monsoon character of the surrounding land mass. The Mediterranean region is a low pressure area in winter and owes it to inland sea. For this reason, it is the meeting point of the tropical south and polar air masses in the north during the winter period. When the cold air masses coming from the north meet the hot-humid air masses coming from the sea, they cause rainfall as well as storms.

Observation of extreme meteorological events and reaching unmeasured meteorological values, occurrence of severe weather events, frequency and time of activity are functions of some atmospheric conditions and parameters. It is also a function of the severity of these conditions and parameters. The indispensable condition in these conditions is the instability condition of the troposphere. Instability in the circumstances raised a parcel of air from the air surrounding it warmer, less dense and will tend to rise freely. Under conditions of instability, air causes the formation of clouds with the rise of warm air and makes rainfall possible as well as convective storms. Instability indices allow the measurement of atmospheric instability and are used as a predictor for the development, probability and intensity of storms. The indices measure the ability of the atmosphere to develop severe weather or storm activity. Generally, it is possible to make an idea about the storm, rainfall or precipitation form by considering the critical values of the instability indices and these critical values are obtained by considering the geographical and meteorological conditions of the regions where the index is developed.

The thunderstorms between extreme meteorological events stand out among the events that cause loss of life and economic harm. Thunderstorms have been described as frontal structures or air masses for years, but in fact they are the result of a convective formation based on lower heating and humidity. From a general point of view, it is expected that instability, rising current zones, humidity in the middle and lower layers of the atmosphere, and hot and dry weather conditions at the upper levels are needed for thunderstorms to form. Since the end of the 1940s, meteorologists have tried to measure the risk of thunderstorms with the parameters obtained from thunderstorm/storm indices and vertical temperature, humidity and wind profiles. In order for an index to become a useful forecaster for a particular location, its statistical properties and their relationship to the formation of the thunderstorm must be determined for that particular location.

This study was conducted to investigate the effects of global climate change by evaluating annual seasonal differences by analyzing the instability indices with different parameters with the help of upperair atmospheric observations of thunderstorms, one of the meteorological extreme events. K, Total Totals, SWEAT, Boyden and Humidity indices were calculated from the data obtained from MGM for Isparta and Adana, two provinces with radiosonde stations in the Mediterranean region. In order to look at seasonal changes, they were grouped and analyzed in the graphs.

According to the winter season values calculated for the K index, the severity of the thunderstorm increased for Isparta over a 10-year period, but the number of occurrences decreased. What we notice in the 10-year period is that there is a significant decrease in the number of days exceeding > 20 of critical values in the years following 2015. No stable increase or decrease was observed for Adana during the 10-year period. Similar to the K index values calculated for Isparta, there is a decrease in the number of days exceeding > 20 critical values in Adana in the years following 2015. In the spring season, K index values for Isparta did not increase or decrease in the 10-year period, while for Adana there was an irregular increase and decrease in the 10-year period. For Isparta and Adana, May has higher instability index values and more days as the number of days. In the summer season, there is no stable increase or decrease in the K index values calculated for Isparta in the 10-year period, while the K index values calculated for Adana decrease in the number of days exceeding > 20 critical values. In the autumn season, short-term decreases and increases are observed in the K index values calculated for Isparta in the 10-year period, whereas for Adana, high index values increase although there is no regular increase or decrease in the index values in the 10-year period. This increase tells us that there is an increase in storm severity. When the Total Totals index is grouped and analyzed seasonally for a period of 10 years, it is interpreted as the short-term increase-decrease in the number of days exceeding the critical value in Isparta winter season, the increase in severity and decrease in the number of days in the spring season, the short-term increase and decrease in the number of days and the increase in severity in the summer season, autumn decrease in the number of days and increase in severity, decrease in the number of days exceeding the critical value for winter in Adana, decrease in the number of days and decrease in severity in spring, the short-term increase-decrease in the number of days exceeding the critical value and decrease in intensity in Adana summer season, decrease in the number of days and increase in severity in autumn. When the SWEAT index is grouped and analyzed seasonally for a period of 10 years, it is interpreted as the increase in the number of days exceeding the critical value in Isparta winter season,

the increase in the number of days in the spring season, the increase in the number of days in the summer season, autumn increase in the number of days and increase in severity, decrease in the number of days exceeding the critical value for winter in Adana, decrease in the number of days in spring, the increase in the number of days exceeding the critical value and increase in intensity in Adana summer season, decrease in the number of days in autumn. When the values calculated for the Boyden index are analyzed seasonally, it is seen that there is an increase in the winter season, an increase in the spring season, a decrease in the summer season and a decrease in the autumn season. Boyden index for Isparta is not calculated because it does not meet the requirements. When the values of the winter and spring seasons calculated for the Humidity index are analyzed, it is seen that the instability precipitation decreases for the 10-year period for Isparta and Adana. When the Humidity index values calculated for Isparta in summer and autumn seasons are analyzed, it is seen that instability precipitation increases in 10 years period. When the Humidity index values calculated for Adana are analyzed, it is seen that the instability precipitation decreases in 10 years period.

In this study, METAR codes obtained from MGM were compared with the calculated index values and the success rates between the observed and predicted meteorological events were calculated. The success of the five indices with METAR codes were examined in three different ways by using the percentage of accuracy, probability of detection and false warning rate. The Probability of Detection method determines the best predictive index for the future thunderstorm, whereas the Accuracy Percentage method determines the most successful index in general. The False Warning Rate method, on the other hand, detects situations where the index predicts that a storm will occur in the future, but in reality no rain occurs. As a result, for Isparta and Adana, Humidity index is the index that gives the highest value in Probability of Detection and Percentage of Accuracy methods.

Also correlation was calculated for instability index values calculated from radiosonde data obtained from MGM and K, SWEAT and Total Totals instability index values obtained from Wyoming University. K index is 99.71% for Isparta and 99.37% for Adana, Total Totals index is 99.52% for Isparta and 92.70% for Adana, SWEAT index is 91.72% for Isparta and 88.69% for Adana correlation was calculated. The K index values have the largest correlation between the calculated index values and the values obtained from the University of Wyoming.

The Mediterranean region is an important economic and sociocultural aspects for Turkey. Extreme meteorological events affect both life, trade and tourism. The studies for this region should be increased and precautions should be taken.



1. GİRİŞ

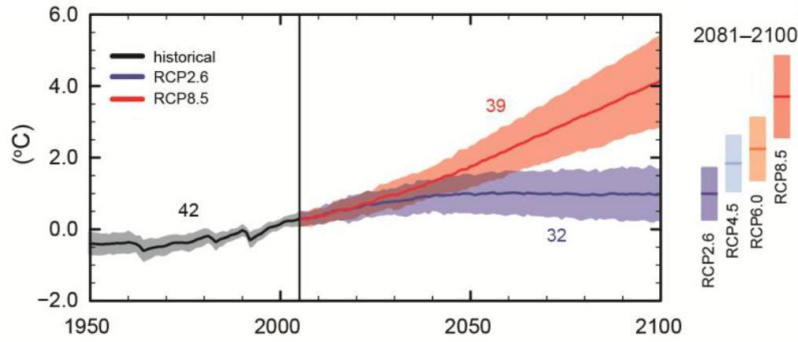
Havacılık olmak üzere ekonomik ve sosyal açıdan önemli bir yere sahip olan meteorolojik olayların küresel iklim değişikliğinin etkileriyle 21. yy'da görülme sıklığı ve/veya şiddetinde değişim beklenmektedir. Havacılık sektörü için ekstrem meteorolojik olayların tahmin edilmesi ve onlara karşı önlem alınması havacılığa etki eden kötü sonuçları en aza indirmeye yöneliktir. Önem arz eden meteorolojik hadiselerin takibi, analizi ve tahmini gün geçtikçe daha hızlı gelişmekte olan dünya havacılık sektöründe büyük yer tutmaktadır. Meteorolojik ekstrem olaylardan biri olan orajlar havacılık sektöründe önemli meteorolojik hadiselerden biridir. Yukarı seviye atmosfer gözlemleri yardımıyla farklı parametrelere sahip kararsızlık indeksleri kullanılarak elde edilen değerler ile Akdeniz bölgesi için yıllık mevsimsel farklılıkların analiz edilerek orajların sıklığı ve şiddetinin değerlendirilmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

21.yy.'ın sonuna doğru Türkiye'de, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 4. Değerlendirme Raporunu temel kabul eden yüksek emisyon senaryolu (A2) model simülasyonları yıllık sıcaklıkların günümüze kıyasla 3.1- 5.2 °C arasında artacağını öngörmektedir. Özellikle kıyı bölgeleri olan Ege, Marmara ve Karadeniz bölgeleri olmak üzere bu artma düşük öngörülmektedir. Türkiye'nin güneydoğu yarısında ise (Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde) yüksek artışın daha çok görüleceği öngörülmektedir. Model simülasyonlarına göre ülkenin genelinde yağışlar azalacaktır. Ülkenin güney bölgelerinde özellikle Akdeniz bölgesi ile Ege bölgesinin güney kısımlarında %30'lara varan seviyelerde yağış azalımı beklenmektedir (Şen, 2013).

IPCC 2013 yılında yayımlanan 5. değerlendirme raporunda, küresel ortalama yüzey sıcaklığı artışının insan kaynaklı olduğu, gelişen model simülasyonlarının sonucuna göre önümüzdeki yüzyıl boyunca toplamda 1.5 °C sıcaklık artışı olacağı öngörülmektedir. Önümüzdeki yüzyıl içerisinde yeryüzünün ortalama sıcaklığının (Şekil 1.1) RCP senaryolarına göre 1- 5.8 °C arasında yükseleceği beklenmektedir (IPCC, 2013). Sıcaklıklarda bu oranda artmaya bağlı olarak, birbirleriyle bağlantılı

olan diğ er meteorolojik parametrelerinde değişmesine etki ederek ve daha önce karşılaşmadığımız ekstrem olayların gözlenmesi ve ölçülmemiş meteorolojik değerlere ulaşılması beklenmektedir.

Gelecekte iklim değişikliği sebebiyle sıcaklık, yağış ve rüzgar gibi doğa olaylarının şiddetinde ani artma veya azalmalar ile bu olaylardaki kayıt değerlerinde ekstremlerle karşılaşılması beklenmektedir (Kuntasal, 2016). Birçok kurum tarafından takip edilen iklim senaryoları gelecek için küresel ve bölgesel boyutta sonuçları ve etkileri için değerlendirilmektedir. İ lim değişikliği ve etkileri için hazırlanan raporlarda daha çok sıcaklık ve yağış parametrelerinin direkt veya dolaylı yoldan etkilediği, tüm bileşenler üzerindeki değişimi ve olası sonuçlarını değerlendirmektedir.



şekil 1.1 2100 yılına kadar beklenen sıcaklık değişimi (IPCC, 2013).

Orajlar (boran), Dünyanın herhangi bir yerinde herhangi bir anda yaklaşık 2000 tane meydana gelen, aynı zamanda da can kaybı ve ekonomik zararlara neden olan meteorolojik olaylar arasında ön plana çıkmaktadır (Seargent,1991). Boranlar nedeniyle, dünyamız üzerinde saniyede yaklaşık 30-100 aralığında ve günde ortalama 8-9 milyon civarında yıldırım ve şimşek (lightning) oluşmaktadır. Bu durum havacılık sektörünün gök gürültülü yağışlı ve yağışsız fırtınalardan her zaman etkilenme ihtimalinin olabileceğini ortaya koymaktadır. Orajlar yıllarca cephesel yapılar ya da hava kütleleri olarak nitelendirilmiştir. Orajlar aşağı seviye ısınmasına ve nemliliğine dayanan konvektif bir oluşumun sonucudur. Genel bir bakış açısıyla orajların oluşabilmesi için, kararsızlık, yükselici akım bölgeleri, atmosferin orta ve alt tabakasında nemlilik, üst seviyelerde sıcak ve kuru hava şartlarının sağlanması beklenmektedir (Kahya, 2000).

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışma Türkiye’de bulunan iki adet radyozonde istasyonunun 2009-2018 yılları arasındaki günlük yukarı seviye gözlemlerine ve METAR kodlarına dayanmaktadır. Radyozonde verileri Isparta Meteoroloji Müdürlüğü ve Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü sahasında ölçülmüştür. METAR kodları ise Isparta Süleyman Demirel Havalimanı ve Adana Şakirpaşa Havalimanına aittir. Çalışmanın amacı, MGM’den alınan radyozonde verileri üzerinden hesaplanarak fırtına ve orajlar için kararsızlık indekslerinin Türkiye’de Akdeniz bölgesine olan uygunlukları ve mevsimsel olarak son 10 yıl içerisindeki değişimlerini analiz etmektir. Hesaplanan kararsızlık indeks değerleri Wyoming’ten alınan kararsızlık değerleri ile karşılaştırılarak doğruluk karşılaştırılması, METAR kodları ile beklenen ve gözlemlenen meteorolojik olayların kıyaslanması ve uygunluklarının test edilmesi amaçlanmıştır. Literatürde Türkiye’de havalimanları için meteorolojik parametrelerin analizleri ilgili daha önce yapılan araştırmalardan İstanbul (Deniz, 2014), İzmir (Avşar, 2015), Trabzon ve Erzurum (Uysal, 2019) üzerine yapılmıştır. Daha önceki çalışmalarda Isparta Süleyman Demirel Havalimanı ve Adana Şakirpaşa Havalimanı incelenmemiş olup bu çalışma ile literatürdeki bu boşluğun doldurulması hedeflenmektedir.

Bölüm 2.1’de, öncelikle tezde ele alınan çalışma alanının topografyası ve iklimsel özellikleri genel hatları ile anlatılmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

Dünyada ve Türkiye’de oraj ve fırtına konusu ile ilgili bir çok çalışma yapılmıştır. Dünya üzerinde pek çok araştırmacı farklı bölgeler için benzer araştırmalar yapmıştır. Bu çalışmada çeşitli ülkelerde yapılan araştırmalar, uygulamalar ve yayınlanan makaleler incelenmiştir. 1940’ların sonundan beri meteorologlar oraj riskini, oraj/fırtına indeksleri ve dikey sıcaklık, nem ve rüzgar profillerinden elde edilen parametreler yardımıyla ölçmeye çalıştılar. Bir indeksin belirli bir konum için yararlı bir oraj tahmincisi haline gelmesi için, istatistiksel özellikleri ve bu özelliklerin fırtına oluşumuyla ilişkisi, o özel konum için belirlenmelidir. Bu, kuzeydoğu Colorado (Schultz, 1989), Kıbrıs (Jacovides ve Yonetani, 1990) ve İsviçre (Huntrieser ve diğerleri, 1997) için yapılmıştır (Haklander, 2003). Chalker (1949) sağanakların sadece kararsızlığa bağlı olmadığını aşağı troposferin bağıl neminde önemli

olduğunu göstermiştir. Çeşitli konvektif aktivitelere bağlı tornadoların meydana gelebileceği hava kütleleri tiplerini Fawbush ve Miller (1954) ve Beebe (1958) yaptıkları çalışmalar ile analiz etmişlerdir. Bu yaklaşımın devamlılığında kararsızlık indekslerinin türetilmesi gerektiği ortaya çıkmış ve ilk süreçte elde edilen indeksler içerisinde en dikkat çeken Showalter'ın (1953) olmuştur (Atkinson, 1981). Havanın yükselerek konvektif sistemleri oluşturabilmesi için "Bouyancy" (yukarı doğru uygulanan kaldırma kuvveti) kuvveti tarafından kaldırılması gerekmektedir. Bouyancy kuvvetinin bir ölçüsü olarak Lifted, Showalter, Toplam Toplamlar, K ve diğer benzeri kararsızlık indeksleri hesaplanmaktadır (Cotton, 1990).

İki okyanus arasındaki konumu ve özellikle Meksika Körfezi'nin etkisi nedeniyle Amerika orajlarının en sık görüldüğü yerlerden biridir. Meteoroloji alanında yapılan çalışmalarda orajlar ve oluşum mekanizmaları bu nedenle önem arz etmektedir. 15 yıllık veri tabanı gözden geçirilerek orajın daha fazla görüldüğü Mart-Eylül arasındaki ayları ele alan ve 69 radyosonde istasyonundan elde edilen veriler yardımıyla aşağı seviyenin termodinamik klimatolojisini inceleyen Hagemeyer (1991), çalışmada potansiyel sıcaklık, ıslak hazne potansiyel sıcaklığı, karışma oranı ve jeopotansiyel yüksekliğin yer seviyesi ve 750 mb'daki 12.00 UTC değerlerinin ortalamalarını kullanmıştır. Hagemeyer'in (1991) çalışmasının daha önce yapılan çalışmalardan farkı ise daha uzun bir zaman süreci olan 15 yıllık dönemde analiz yapılmış olmasıdır. Veri analizi ve bu analize bağlı olarak elde edilen yersel grafikler sonucunda yapılan değerlendirme ile aşağı troposferdeki belli başlı nemli merkezler ve kuru alanlar belirlenmiştir (Hagemeyer, 1991).

Huntrieser ve diğ. (1997) yaptıkları çalışmada İsviçre Alplerinin kuzeyini orajlı günler açısından beş yıllık (1985-1989) bir veri tabanı ile incelemiştir. Payerne'den alınan 00.00 UTC ve 12.00 UTC radyosonde verileri ile konveksiyonun başlamasını karakterize edebilmek için termodinamik ve kinematik değişkenler ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu değişkenlerin en uygun olanları, başarı puanlama, olasılık dağılımı ve ortalama sıcaklık sondajı gibi yöntemler kullanılarak değerlendirilmiştir. Günün orajlı olup olmayacağı 00.00 UTC'de Showalter indeksi, 12.00 UTC'de SWEAT indeksi kullanılarak karar verilmeye çalışılmıştır. Korunumlu veya dağılım gösteren orajlı bir günün belirlenmesinde ise düzeltilmiş CAPE en başarılı indeks olmuştur. Termodinamik ve kinematik değişkenlerin yeni indekslerin bir araya getirilerek özel

olarak İsviçre için geliştirilen oraj indeksleri kararlılık ve rüzgar kayması indekslerinin birleştirilmesiyle SWISS indeks olarak ifade edilmiştir (Huntrieser ve diğ., 1997).

Kararsızlık indekslerinin Hollanda'da oraj tahmini için kullanılması Van Delden ve Haklander tarafından araştırılmıştır. Van Delden ve arkadaşı 1993-2000 yılları için 32 tane oraj tahmini yapan kararsızlık indeksi incelemiştir. Her bir kararsızlık indeksinin başarı oranını açıklayabilmek için kararsızlık indekslerinin çıktısını De Bilt istasyonundan gözlenen 10280'den fazla radyozonde verileri ve Birleşik Krallığın Meteoroloji ofisinin 4015'den fazla şimşek gözlem verileri ile kıyaslanmıştır. İndekslerin başarı oranları Doğru Başarı İstatistiği(TSS), Heidke Başarı Değeri (HSS) ve Normalleştirilmiş Başarı Değeri (NSS) yöntemleri ile hesaplanmıştır (Haklander, 2003). Başarı oran hesaplarının sonucunda Hollanda için oraj tahmini için en iyi indeksin 100 mb altı için olan lifted indeksi olduğunu vurgulamıştır. Lifted indeksinin diğer versiyonlarında iyi sonuç verdiği ve hava nemini dikkate almada dahi boyden indeksinde iyi sonuç verdiği dikkat çekmiştir (Haklander, 2003).

Dünyada orajların en çok olduğu bölgelerden biri Vietnam'dır (Tien, 2008). Vietnam Asya'nın oraj bölgesinin merkezinde yer almaktadır. Vietnam'da tüm mevsimlerde oraj olasılığı yüksektir. Orajın en çok olduğu periyot nisan ayından eylül ayına kadar devam eden uzunca bir zaman dilimidir. 82 sinoptik rasat yapan meteorolojik istasyonlardan 2003 senesinin sinoptik verileri alınarak yapılan istatistik çalışmasında ülkede orajların saat 13 ile 19 arasında en çok gözlemlendiğini vurgulamıştır (Tien, 2008). Oraj oluşmasının mevsimsel ve zamansal periyodunun uzunluğundan dolayı bir çok uçak seferi iptal edilmektedir veya ertelenmektedir. Tien ve arkadaşları (2008) tarafından Noi Bai havalimanı için oraj tahmini için teknik geliştirilmiştir. Çalışmalarında oraj olasılığını tahmin etmekte kullanılan kararsızlık indekslerini hesaplamak için RAMS kullanılmıştır. Ham veri olarak Noi Bai havaalanının METAR ve SPECI gözlem verilerini kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 20 tane kararsızlık indeksinin içinden $CAPE_{max}$, SI_{max} , KI_{max} , Vt_{max} 'ın en iyi sonuç verdiği ve RAMS kullanılarak bu dört indeks için 48 saatlik oraj tahmini yapılabileceğini ve bu tahminin 36 saatlik periyoda kadar olan tahminin %80 ihtimal ile doğru olacağına varılmıştır (Tien, 2008).

Kuzeydoğu ABD için yapılan çalışmada, 1998-2007 yılları için Haziran ve Ağustos ayları arasında yapılan radyozonde verileri incelenmiştir. Showalter indeksi, Lifted indeks, K indeksi, SWEAT indeksi, Toplam Topamlar indeksi, CAPE, CIN ve denge

seviyesi basıncını analiz edilmiştir. Hesaplanan indeksler şiddetli fırtına raporları ile ihtimal tablolarından POD, FAR, CSI, TSS ve S ile test edilerek karşılaştırma yapılmıştır. En iyi sonucu veren indeks olarak LI ve ona en yakın olarak CAPE olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada Kuzeydoğu ABD’de, kuvvetli konveksiyon için genellikle çok kararlı olduğu düşünülen koşullarda, şiddetli fırtınaların sık sık meydana gelebileceği ispatlanmıştır (Gottlieb ve Wsocki, 2009).

8-12 Eylül 2009 tarih aralığında Marmara bölgesinde görülen şiddetli yağış için yapılan çalışmada meteorolojik ve klimatolojik analiz yapılmıştır. Sinoptik analiz, yağış analizi (AWOS), uydu ve radar görüntüleri analizi yapılmış ayrıca 6-11 Eylül tarihleri için kararsızlık indeksleri hesaplanmıştır. SWEAT, CAPE, K, PW ve TT indekslerinin içerisinde SWEAT, K ve TT indekslerinin sınır değerlerinde olduğu anlaşılmıştır. SWEAT indeks değerlerinin çok yüksek çıkması da yer ve yüksek seviye rüzgarlarının oldukça farklı yönlerden estiğinin bir göstergesidir (Kömüşcü ve ark., 2011). Akdeniz iklim kuşağında yer alan ülkemizde meteorolojik kaynaklı doğal afetlerin kıyı kesimler başta olmak üzere ülkenin büyük bölümünde özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında gerçekleşme ihtimali yıl boyunca mevcuttur. Bunun en önemli nedeni şiddetli yağışların oluşumuna zemin hazırlayan atmosferik kararsızlık koşullarıdır. Deniz ve kara yüzeyleri arasındaki farklı ısınmanın ve orografinin getirdiği yağış oluşumunu destekleyici yan etkilerde bulunmaktadır. Ayrıca tropik ve polar hava kütleleri ve jet eksenleri Türkiye’nin bulunduğu enlemler üzerinde daha fazla birbirine yaklaşarak meteorolojik olayların şiddetini arttırmaktadır (Kömüşcü ve ark., 2011).

15 Temmuz 2013’te Ankara Esenboğa havalimanı için yapılan çalışmada kısa süreli olarak görülen kuvvetli oraj için kararsızlık indeksleri ve METAR-SPECI verileri kullanılmıştır. Kararsızlık indekslerini hesaplarken orajın başlama saatine en yakın radyozonde veri saati seçilmiştir. Çalışmada CAPE, SWEAT, TT, K, Showalter ve yükseltme indeksleri hesaplanmıştır. Bu hesaba göre TTI, KI, Showalter indeksi ve yükseltme indeksleri oraj ihtimal oranını vermiştir (Özdemir, 2016). Bu indeksleri kullanmanın avantajı, hesaplamaları kolay olmalarından kaynaklanmaktadır.

Sırbistan-Belgrad bölgesi için 2001-2010 yıllarını kapsayan 10 yıllık periyotta bölge için kısa vadeli fırtına tahminlerinde radyozonde gözlemlerinden elde edilen farklı kararsızlık indekslerinin becerisini değerlendirmek ve en iyi tahmini yapan indeksi araştırma amacıyla çalışma yapılmıştır. Çalışmada bir istasyondan radyozonde verisi

ve 13 istasyonundan da SYNOP fırtına gözlem verisi kullanılmıştır. Çalışmada Nisan-Eylül ayları arası veriler analiz edilerek yorumlanmıştır. CAPE, TT, LI, KI, SI, BRN, BI, HI hesaplanmış ve CSI, FAR, POD, F, HSS, TSS ve NSS başarı test yöntemleri kullanılarak indekslerin Sırbistan için başarı oranları hesaplanmıştır. Buna göre Sırbistan-Belgrad için LI ve ikinci olarak SI en iyi tahmin yapan indekstir. İndeksler arası korelasyon katsayıları hesaplanarak kıyaslama yapılmış ve CAPE-CAPE_v en yüksek korelasyona sahiptir (Vujovi ve ark., 2015).

Bulgaristan'daki soğuk mevsim kasırgalarının temel özelliklerini tanımlamak için kış mevsiminde 2004-2016 yılları arasında gerçekleşen beş meteorolojik olay ile çalışma yapılmıştır. Beş farklı lokasyonda farklı zamanlarda gerçekleşen fırtınalar için K, Toplam Toplamlar, SWEAT, Lifted indeksleri ve W_{max} , H_{Wmax} , H_0 , Z_{El} parametreleri hesaplanmıştır. Seçilen termodinamik indekslerin ve rüzgar parametrelerinin analizi, bölge için yaz tipi şiddetli konvektif fırtınaların gelişimi için literatürde bulunanlarla karşılaştırılabilir değerler göstermiştir (Bocheva, 2017).

Hindistan- Gadanki için yapılan çalışmada bölgedeki atmosferik kararsızlığın klimatolojisini anlamak adına 2006-2017 için radyozonde verisi kullanılmıştır. Kararsızlık parametrelerinin günlük ve mevsimsel değişimini yüzey meteorolojik parametreleri ile ilişkileri incelenerek tartışılmıştır. Kararsızlığı ve meteorolojik parametreleri incelemek için dört yönlü bir yaklaşım kullanılmıştır (a) günlük değişim, (b) aylık ve mevsimsel değişim, (c) muson öncesi muson geçiş değişimi ve (d) uzun vadeli eğilimler. Bu analizde LCL, LFC, EL, CAPE ve CINE gibi parsel parametrelerini içeren LI, KI, TTI, VT ve CT gibi bazı geleneksel kararsızlık parametrelerini içeren 10 parametre seti kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda Gadanki bölgesinde LCL, LFC ve EL gibi parsel parametreleri ve KI ve CT gibi kararsızlık nem parametreleri, kararsızlıktan daha fazla bulut ve nem ile ilişkili olduğundan ve musondan muson sonuna kadar nispeten daha yüksek değerler gösterdiği ve bunun da muson öncesi musonlara göre daha fazla toplam yağışa neden olduğu görülmektedir. Kış mevsimlerinin yüksek CINE ile çok düşük kararsızlık ve nem yaşadıkları ve bu nedenle güçlü konveksiyon veya ilişkili yağışlar yaşanmadığı görülmüştür (Chakraborty, 2018).

Mısır ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde sağanak yağmurların mümkün olduğu alanları belirleyebilen iki indeks geliştirme amacıyla yapılan bu çalışma, her bir K indeksi değişkenine bir katsayı eklenerek yapılmıştır. Yeni iki indeks olarak EEM1 ve EEM1

den farkı 500 mb çiy noktası sıcaklığı olan EEM2 olarak adlandırılmıştır. Yeni indeks denklemlerini oluşturmak için Ocak (kış), Mart (ilkbahar) ve Kasım (sonbahar) aylarında yoğun yağışlı üç yağmurlu olay (1990-2014 periyodu içerisinde) için Avrupa Orta Menzilli Hava Tahminleri Merkezi'nden (ECMWF) altı saatlik veri seti kullanılmıştır. Öte yandan, bu tekniğin doğrulaması içinde altı farklı şiddetli yağış olayına uygulanmıştır. Geliştirilen iki indeksin kategori ölçeği K indeksi ile uyumlu olacak şekilde ayarlanmıştır. Sonuçlar K ve EEM indeksleri sırasıyla ≥ 20 olduğunda yağışların sadece EEMR üzerinde gerçekleştiğini göstermektedir. Çalışma sağınak yağışların yer ve zamana göre dağılımı incelendiğinde, 500 mb çiy noktası sıcaklığı dahil edilmesinden dolayı bu bölge için EEM2'nin EEM1 ve K indeksinden daha doğru olduğu sonucuna ulaşmaktadır (Morsy,2019).

Bölüm 2'de çalışmanın yapıldığı Akdeniz bölgesinin ve çalışma alanının bilgisi, topografik ve iklimsel özellikleri, çalışmada kullanılan kararsızlık indekslerinin bilgileri ve 2009-2018 yıllarının mevsimsel analizleri ve hesaplanan kararsızlık indekslerinin istatiksek analizinden bahsedilmiştir.

2. VERİ YÖNTEM VE ANALİZ

2009-2018 yılları için 10 yıllık periyotta incelenen bu çalışmada Isparta ve Adana radyozonde gözlemlerinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu yaklaşımın faydası, atmosferin doğrudan gözlemlerine dayanması ve gerçek koşulların iç yüzünü anlamamızı sağlamasıdır. Radyozondenin yükselişi sırasında basınç, sıcaklık ve bağıl nem farklı yüksekliklerde ölçülür. Bu veriler daha sonra çiy noktası sıcaklığının hesaplanmasında kullanılırken, rüzgar hızı ve yönü GPS veya LORAN-C yöntemi ile ölçülür. Avrupa'da, konvektif öncesi ortamı analiz eden bazı çalışmalarda da (Huntrieser ve ark.,1996; Haklander ve Van Delden, 2003; Kunz,2007), radyozonde den elde edilen verileri kullanılmıştır. 63198 adet veri içerisinde toplamda 14088 değişken analiz edilmiştir. Her bir yıl için mevsimsel olarak periyodik analiz edilerek karşılaştırma yapılmıştır.

Bir hava kütesinin kararlılığı, içerisindeki taneciklerin düşey hareketine çevresinin karşı koyması şeklinde tanımlanmaktadır (Aslan, 1981). Fırtına oluşumları için genel ön koşullar atmosferik kararsızlık, rüzgar değişimi, bağıl nem ve konveksiyonu başlatmak için enerji kaynağıdır. Çeşitli kararlılık indeksleri, atmosferik kararsızlığın ölçülmesine izin verir ve fırtınaların gelişimi, olasılıkları ve yoğunlukları için tahmin unsuru olarak kullanılabilir (Vujović ve ark., 2015). Kararsızlık indeksleri atmosferin şiddetli hava veya fırtına aktivitesi geliştirme yeteneğini ölçer (Haklander ve Van Delden, 2003).

Atmosferde kararlılık ve kararsızlık, genel siklonik kararsızlık ile yerel kararsızlık ve antisiklonal kararsızlık olarak iki başlık altında toplanmaktadır. Atmosferin sıcaklık değişimi ile yeryüzeyi arasındaki etkileşim ve yeryüzü sıcaklığı ile atmosferdeki tabakaların sıcaklık farklılıkları, atmosfer sirkülasyonunu değiştirebilmektedir. Bu değişimin bir sonucu olarakta fırtına, oraj gibi meteorolojik olaylar gözlenmektedir. Özellikle bahar aylarında yeryüzeyinin sıcaklığının artmasına bağlı olarak düşey sıcaklık gradyanında da bir artma görülmekte, dolayısıyla kararsızlık açısından bu aylar önem taşımaktadır.

Kararsızlık indekslerinin etkinliği bir çok çalışmada araştırılmıştır (Fuelberg ve Biggar, 1994; Huntrieser ve ark., 1996; Sanchez ve ark., 1998,2008; Haklander ve Van Delden, 2003; Manzato, 2003; De Rubertis, 2005; Marinaki ve ark., 2006; Kunz, 2007; Jayakrishnan ve Babu, 2014). Bu çalışmaların çoğu, fırtına oluşumu ile radyozonde gözlemlerinden elde edilen uygun konvektif parametreler arasında bir ilişki olduğunu belirtmiştir.

2.1 Çalışma Alanı Bilgisi, Topografik ve İklimsel Özellikleri

Doğu Akdeniz bölgesi, iklimini bilimsel olarak ilginç kılan ve geçmişte, günümüzde ve gelecekte değerli araştırmalara konu olan birçok özelliğe sahiptir. Bölge kuzeyde Avrupa, güneyde Afrika kıtaları ve doğuda Orta Doğu arasında geçiş bölgesinde yer almaktadır (Lolis et al., 2012). Şekil 2.1’de görüldüğü üzere Türkiye’nin Akdeniz’e bakan karasal Akdeniz bölgesi denize kıyısı ve kuzeyde yüksek dağlık alanlara sahiptir. Temel topografik özellikler Akdeniz’in hem kuzey hem de doğu sınırları boyunca görülür. Kuzeydoğuda, Türkiye’nin güneyinde bulunan Bey Dağları ve Toros Dağları hava akışı için ana bariyerler şeklinde davranırlar. Türkiye’nin güneyinde bu dağ zincirinde ana yarıklar vardır. Toros Dağları ve Bey Dağları arasındaki Antalya Körfezi ve Göksu Vadisi, Toros Dağları’nın içine yerleşmiştir (MOAM, 1962). Hava akışını kıyı vadileri ve adalar arasındaki boşluklar, farklı doğrultulara sahip dağların sebep olduğu çıkıntılı köşeler ve engellemelerle oluşan topografik özellikler kanaliz eder (Jansa, 1997).



Şekil 2.1 : Akdeniz bölgesi coğrafi haritası (Url-2).

Akdeniz bölgesinin mevsimsel hava paternleri, büyük ölçüde çevresindeki kara kütlelerinde görülen musonal karakterle kontrol edilmektedir. Kış mevsimi boyunca (Kasım-Şubat), kuzeyin Avrasya kara kütlesi bölge içindeki deniz yüzey sıcaklığına kıyasla daha soğuktur. Genellikle Akdeniz üzerinde bulunan yukarı seviye batılı rüzgarları ile kararsız hava ve kuvvetli rüzgarlarla siklonik aktivite, bu bölgede sık sık görülür (MOAM, 1962). Türkiye'nin kış mevsimi atmosfer sirkülasyonu mevsimsel Asya yükseğinden kuzeydoğuya, Azor yükseği sırtlarından batıya ve Akdeniz polar cephe siklonik aktivitesi ile ifade edilmektedir. Yağışa neden olan cephesel siklonik Akdeniz çökme bölgeleri Anadolu platosu çevresinde iki şekilde ilerlemektedir. İlki Türkiye'nin güneydoğusuna doğru olan doğu güneydoğulu, ikincisi ise Karadeniz'e doğru olan doğu kuzeydoğuludur. Özellikle Akdeniz ve Ege'nin dağlık kıyı alanları kışın en yüksek yağışı Akdeniz çökme bölgeleri sonucunda elde etmektedir. Akdeniz üzerindeki siklonlar güneydoğudan Akdeniz sahiline uzanan hakim rüzgarlara neden olmaktadır (Kahya, 2000).

Akdeniz bölgesi kış mevsiminde alçak basınç alanıdır ve bunu iç deniz olmasına borçludur. Bu sebeple kış döneminde güneyindeki tropikal ve kuzeyindeki polar hava kütlelerinin karşılaşma sahasıdır (Şahin, 2005; Aytaç ve Semenderoğlu, 2014). Akdeniz Bölgesine yaklaşan alçak basınç sistemlerinin önündeki kuvvetli basınç gradyanları 50 knota kadar çıkabilen 25-30 knotluk fırtınalara neden olur. Sonbahar-Kış- İlkbahar mevsim aylarında sıcak ve nemli hava kuzeye doğru ilerlerken güneye doğru inen soğuk ve kuru havayla karşılaşması sıkça görünmektedir. Kış mevsimin oldukça yağışlı geçmesinin sebebi de Akdeniz bölgesi içerisinde etkili olan bu hava kütleleri ve bunların oluşturduğu cephelerdir (Aytaç ve Semenderoğlu, 2014). Bölge üzerinde kuzeyden gelen soğuk hava kütleleri denizden gelen sıcak-nemli hava kütlelerinin yerini almaya çalıştığında şiddetli dolu yağışları gerçekleşebilmektedir. Farklı sıcaklık ve nem yüklü hava kütleleri karşılaştığında yağış oluşturmalarının yanı sıra, fırtına şeklinde yer değiştirmelere de yol açabildiği bilinmektedir. Fırtına, atmosferin yükseklikleri arasındaki sıcaklık farkından oluşan hızı yüksek olan rüzgarlardır. Çoğu zaman fırtına ile beraber şimşek ve gök gürültüsü görülür. İlkbahar aylarında kuzeyli rüzgarlar Toroslardan Türkiye'nin güney kıyısına doğru esmektedir (Martyn, 1992).

Akdeniz bölgesinde ilkbahar ve sonbahar geçiş mevsimleri olarak farklı uzunluktadırlar. İlkbahar mevsimi (Mart-Mayıs) nispeten daha uzundur. Sonbahar ise

yaklaşık olarak bir ay (Ekim) sürer ve aniden kış tipi havaya geçmesiyle karakterize edilir. Sonbaharda soğuk hava dalgaları, kuzeyin kara kütlelerinin soğumasıyla daha sık meydana gelir ve yüksek seviye batılı rüzgarları güneye doğru Akdeniz'in ılık suları üzerine hareket ettikçe siklonik aktivite artar (MOAM, 1962). Akdeniz'de bora ile ilgili olan hava şartları, ilk başta soğuk ve kuru olan havanın su üstündeki hareket alanının uzunluğuna bağlıdır. Konvektif bulutlar ve çeşitli sağnaklar soğuk havanın su üstündeki hareket alanının uzun olmasına ve nispeten ılık su yüzeyinden nem almasına bağlı olarak beklenebilir (MOAM, 1962).

Akdeniz kıyıları değişken topografyası nedeniyle Antalya, Mersin, İskenderun bölgelerine ayrılarak incelenebilir. İlkbahar ve yaz aylarında Antalya kıyılarında güney rüzgarlarla birlikte deniz meltemleri öğleyin, kuzeyli rüzgarlara sahip kara meltemleri ise gece yarısından sonra oluşmaya başlar. Kış ve sonbaharın genelinde bölgedeki hakim rüzgar yönü karayeldir, fakat bazen diğer kuzeyli yönlerden esen kuvvetli rüzgarlar da etkili olabilmektedir. Günbatısı ve lodostan esen rüzgarlar ise kışın sık sık marinaları etkiler. Mersin'de ilkbahar en rüzgarlı mevsimdir. Mart ve nisan aylarında yıldız-karayelden esen hakim rüzgarlar mayısta deniz meltemlerinin başlamasıyla kible-lodos yönüne döner. Yazın bölgede sık sık kuvvetli rüzgarlar gözlenir ve haziran-ağustos ayına kadar kible-lodos olan hakim rüzgar yönü eylül ayında karayele döner. Her ne kadar kışın hakim rüzgar yönü yıldız ve karayel ise de tam fırtına şiddetindeki rüzgarlar sık sık kible ve lodostan eser (MOAM, 1962). İskenderun'da mart ayının hakim rüzgar yönleri karayel ve keşişlemedir. Mayıs ayında deniz meltemlerinin başlaması ile karayel tek hakim rüzgar olarak ortaya çıkar. Yazın rüzgar genellikle batıdan eser. Eylül ayına doğru keşişlemeden yarıkkaya adı verilen kuvvetli bir rüzgar esmeye başlar. Kışın Kıbrıs ile Mersin arasına giren alçak basınç sistemleri nedeniyle yarıkkaya rüzgarı 64 knot ve üzerindeki hızlara ulaşabilir. Aynı zamanda kuzeyli rüzgarlarla çukurova üzerinden gelip İskenderun körfezine inen Anadolu platosunun soğuk havası 40-50 knot gibi tehlikeli rüzgarlara neden olabilmektedir.

Çalışmada hem radyozonde verisi hem de METAR verisi kullanılmaktadır. Çalışma alanı içerisinde beş adet havalimanı ve iki adet radyozonde istasyonu bulunmaktadır. Bu nedenle hem radyozonde istasyonu hem de havalimanı olan Isparta ve Adana illeri tercih edilmiştir. Radyozonde istasyonları Isparta Meteoroloji Bölge Müdürlüğü ve Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğünde ölçülmektedir. METAR kodları Isparta

Süleyman Demirel Havalimanı ve Adana Şakirpaşa Havalimanına aittir. İstasyonlar arasındaki mesafeler Isparta Meteoroloji Bölge Müdürlüğü ile Isparta Süleyman Demirel Havalimanı arası 19,55 km, Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü ile Adana Şakirpaşa Havalimanına arası 5,25 km'dir. Mavi renk olarak gösterilen konumlar Meteoroloji Bölge Müdürlüklerine, kırmızı renk olarak gösterilen konumlar havalimanlarına aittir.



Şekil 2.2 : İstasyon ve Havalimanlarının konumları (Url-3).

2.2 Kararsızlık İndeksleri

Şiddetli hava olaylarının oluşması, sıklığı ve faaliyette kalma zamanı bazı atmosferik koşullar ve parametrelerin fonksiyonudur. Ayrıca bu koşulların ve parametrelerin şiddetinde fonksiyonudur. Bu koşullara örnek vermek istersek en genel şekilde aşağı troposferde yeterli miktarda su buharının ve sıcaklığın bulunması, yükselici hareketin desteklenmesi veya hava parselini yükselten mekanizmanın bulunması diyebiliriz. Bu koşulların içerisinde olmazsa olmaz denebilecek koşul ise troposferin kararsızlık koşuludur (Peppler, 1988). Troposferin kararlılık durumu yukarı doğru hareketlendirilen hava parselinin yükselme durumu ile doğrudan bağlantılıdır. Buna bağlı olarak herhangi bir şiddetli hava olayının gelişiminde statik olarak atmosfer kararlılığı veya kararsızlığı önemli rol oynar. Atmosferik kararsızlık, atmosferin kararsız olduğu ve havanın mesafe ve zaman boyunca yüksek derecede değişkenliğe maruz kaldığı bir durumdur. Kararsız koşullarda, yükseltilmiş bir hava parseli onu çevreleyen havadan daha sıcak, daha az yoğun ve serbestçe yükselmeye eğilimli olacaktır.

Kararsızlık şartları altında, ılık havanın yükselmesi bulutların gelişmesine neden olur, konvektif fırtınaların yanı sıra yağışlar da mümkündür (Malinowska,2011). Kararsızlık indeksleri, sağanak ve orajları radyozonde gözlemlerini temp diyagramlarına işlenmesine gerek olmadan tahmin edebilmektedir (Kaya,1992). Genel olarak fırtına, oraj veya yağış şekli hakkında fikir yürütülmesi kararsızlık indekslerinin kritik değerlerinin ele alınmasıyla mümkün olmaktadır. İndeksin geliştirildiği bölgelerin coğrafik ve meteorolojik şartlarının göz önüne alınmasıyla kararsızlık indekslerinin kritik değerleri elde edilmektedir.

Atmosferik kararsızlık indekslerinin değerleri ile konvektif olayların oluşumu arasındaki ilişki, fırtınalar Sanchez ve diğ. (2009), Gubenko ve Rubinshtein (2015), dolu Palencia ve diğ. (2010), Hand ve Cappelutti (2011) ve kasırgalar Brooks ve diğ. (2003), Romero ve diğ. (2007) açısından incelenmiştir.

Akdeniz bölgesi, Isparta ve Adana illeri için 00 UTC ve 12 UTC radyozonde verileri ile kararsızlık indeksleri hesaplanarak mevsimsel olarak 2009-2018 yıllarını kapsayan 10 yıllık grafikler oluşturulmuştur. Kararsızlık indekslerinin mevsimsel analizi için yapılan çalışmada amaç Akdeniz bölgesinde ekstrem yağışlardaki durumu 10 yıllık mevsimsel periyotta kararsızlık indeksi yöntemiyle kritik değerlerini aşan gün sayısında artma veya azalma eğrisini gözlemlemektir. Aralık-Ocak-Şubat ayları kış mevsimini, Mart-Nisan-Mayıs ayları ilkbahar mevsimini, Haziran-Temmuz-Ağustos ayları yaz mevsimini ve Eylül-Ekim-Kasım ayları sonbahar mevsimini temsil etmektedir. Kış mevsimine bir önceki yılın Aralık ayı dahil edilerek grafik gruplandırılmıştır. Sadece 2009 yılı kış mevsiminde 2008 yılının Aralık ayı dahil edilmeden mevsimsel analiz yapılmıştır. Isparta için ise Boyden indeksi koşulları sağlanmadığından hesaplanmamıştır. K indeksi, SWEAT indeksi, Toplam Toplamlar indeksi ve Nem indeksi iki il içinde hesaplanmıştır. Hesaplanma için uygulama olarak Microsoft Office programı Excel kullanılmıştır. Grafikler her indekzin kendi tablosundaki kritik değer özelliklerine sahip günleri göstermek için kümelenmiştir.

2.2.1 K indeksi ve mevsimsel analizi

İndeks Kanada'nın güney ucundan ABD'nin doğusunun üçte ikilik kısmından toplanan radyozonde verileri kullanılarak geliştirilmiştir (Peppler, 1988).

K indeksi, sıcaklığın düşey değişimi, aşağı atmosferin sıcaklık içeriği ve nem tabakasının düşeydeki derinliğine bağlı olarak gök gürültülü fırtına potansiyelinin bir ölçüsüdür.

$$K = (T_{850} - T_{500}) + T_{d_{850}} - (T_{700} - T_{d_{700}}) \quad (2.1)$$

Denklem 2.1’de görüldüğü şekilde hesaplanmaktadır (George, 1960). Denklem 2.1’de, görüleceği üzere, 850 mb ve 500 mb basınç seviyeleri arasındaki sıcaklık (°C) farkı, düşey sıcaklık değişimini parametrize etmekte kullanılmaktadır. 850 mb basınç seviyesi çiy noktası sıcaklığı (°C), aşağı atmosferin nem içeriği hakkında bilgi vermektedir. Nemli tabakanın düşey nem dağılışının bir ölçüsü olarak 700 mb basınç seviyesi sipretini tek bir denklemde bir araya getirmektedir. Hava kütlesi orajları, sakin rüzgarın olduğu, belirgin bir cephe ile siklon etkinliği bulunmayan alanlarda görülen orajlar olarak tanımlanmaktadır. Çiy noktasının da kararsızlık indeksine ilave edilmesiyle, aşağı seviye neminin yukarı seviyelere düşey yönde uzanmasıyla bu parametre hava kütlesi orajlarının tespitinde K indeksine kolaylık sağlamaktadır (Peppler,1988). Bu indeks için kritik değerler ve şiddet karşılaştırması sırasıyla Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2 ‘de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1 : K indeks kritik değerleri (D.M.İ Hava Tahminleri Dairesi Başkanlığı, 2007).

K İndeks Kritik Değerleri	Oraj Olasılığı (%)
<= 20	<= 20
21-25	20-40
26-30	40-60
31-35	60-80
36-40	80-90
>=40	100

Çizelge 2.2 : K indeks kritik değerleri ve oraj şiddet karşılaştırması (D.M.İ Hava Tahminleri Dairesi Başkanlığı, 2007).

K İndeks Kritik Değerleri	Beklenen Oraj Şiddeti
<=30	Zayıf
30-40	Ortadan kuvvetliye
>=40	Çok kuvvetliye

Wyoming’ten alınan K indeks değerleri ile MGM’den alınan verilerle hesaplanan K indeks değerleri arasındaki korelasyon oranı, Isparta için %99,71 ve Adana için %99,37 ‘dur.

Çalışmanın devam eden kısımlarında Isparta ve Adana illeri için günlük radyozonde verileri ile K indeksi değerleri hesaplanmış ve grafikler K indeksinin kritik değer tablosu baz alınarak >20 olarak sınırlandırılmıştır.

2.2.1.1 Kış mevsimi

Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Aralık-Ocak-Şubat aylarının dahil olduğu kış mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile toplam 1710 adet K indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerleri K indeksinin kritik değer çizelgesi göz önüne alınarak grafiklerde verilmiştir. Isparta için >20 şartını sağlayan 587 adet K indeks değeri hesaplanmıştır. Şekil 2.3'te görüldüğü üzere Isparta ili için kış mevsiminde K indeks değerleri gün sayısında azalma olup, indeks değeri olarak daha büyük kritik değerlere yaklaşan günler yaşanmıştır. Kış mevsiminde Isparta için hesaplanan K indeks değerlerine göre 10 yıllık periyotta oraj şiddeti artmıştır ama kış mevsiminde oraj görülme sayısı azalmıştır. Isparta ili için hesaplanan K indeks değerleri incelendiğinde kış mevsiminin ilk ayı olan Aralık'ta >20 kritik değerini aşan gün sayısı kış mevsiminin diğer aylarına göre daha fazladır. 10 yıllık periyotta dikkatimizi çeken 2015 yılını takip eden yıllarda >20 kritik değerini aşan gün sayısında büyük oranda azalma görülmüş olmasıdır. Düşey sıcaklık farkının azalması veya aşağı atmosferin nem içeriğinin azalması etken olmuştur. 2018 yılını takip eden yıllarda bu azalmanın sürekliliği önemli olacaktır.

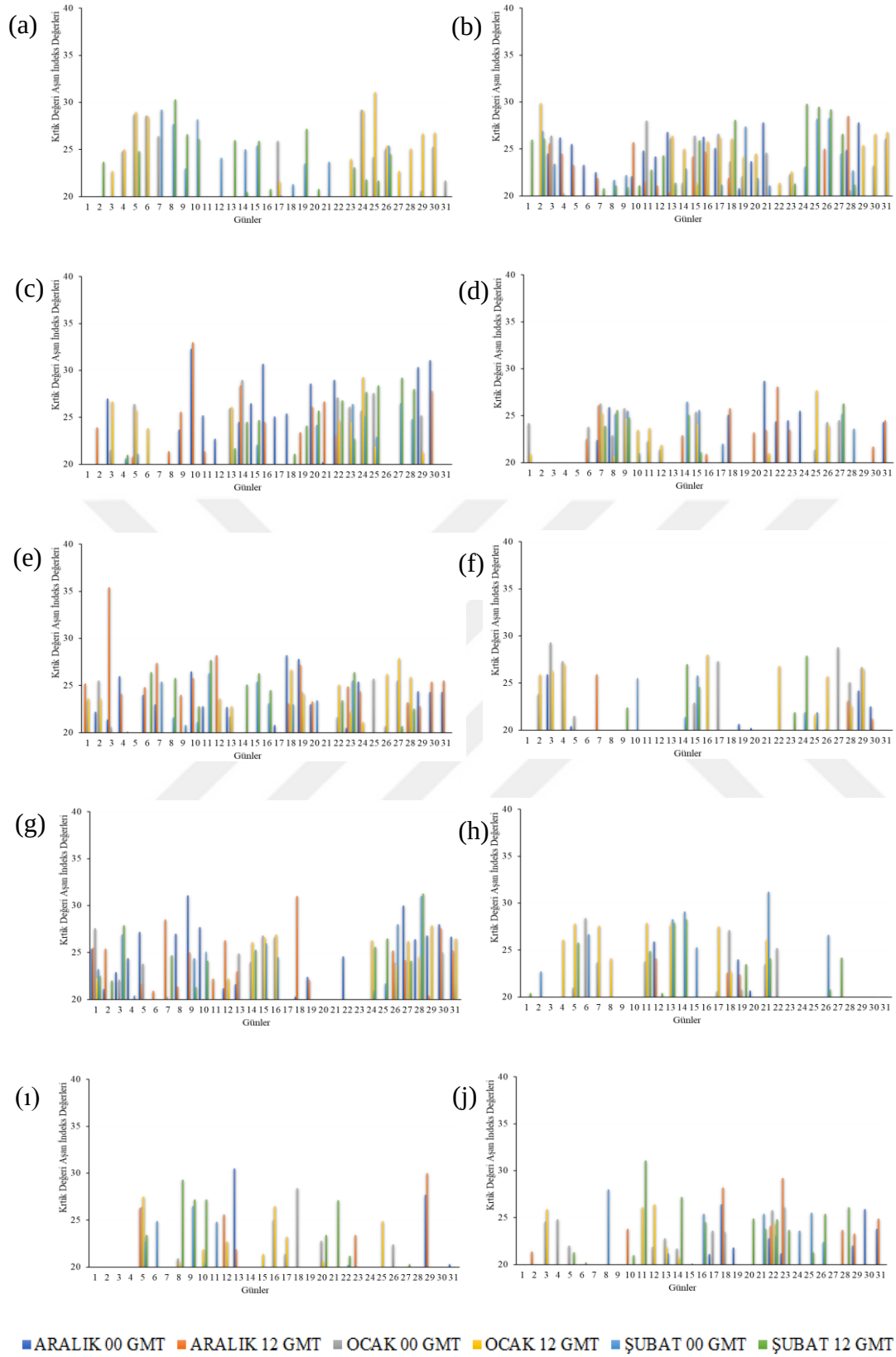
Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Aralık-Ocak-Şubat aylarının dahil olduğu kış mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile toplam 1666 adet K indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerleri K indeksinin kritik değer çizelgesi göz önüne alınarak grafiklerde verilmiştir. Adana için >20 şartını sağlayan 532 adet K indeks değeri hesaplanmıştır. Şekil 2.4'te görüldüğü üzere yıllar içerisinde kış mevsimini kapsayan aylar içerisinde düzgün bir şekilde artma veya azalma eğimi görülmemektedir. Ocak ayında daha fazla oraj görülme ihtimali hesaplanmıştır. Isparta ili için hesaplanan K indeksi değerlerine benzer şekilde Adana ili içinde 2015 yılını takip eden yıllarda >20 kritik değerini aşan gün sayısında azalma vardır. Adana iline ait 2017 yılı kış mevsimi grafiğinde 2016 yılının Aralık ayı radyozonde verisinde 22 gün için veri mevcut olmadığı için indeks hesaplanamamıştır.

2.2.1.2 İlkbahar mevsimi

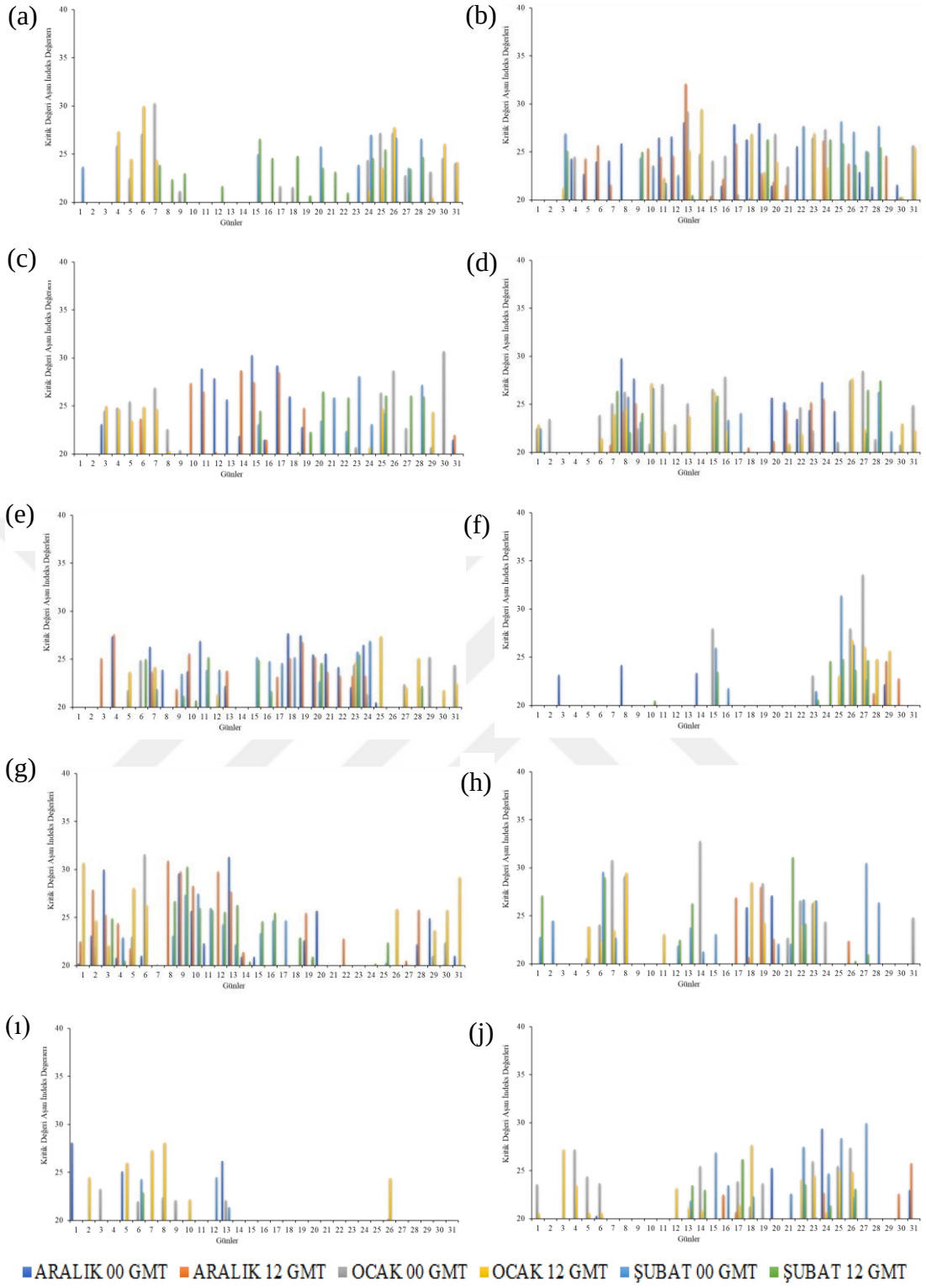
Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Mart-Nisan-Mayıs aylarının dahil olduğu ilkbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile toplam 1820 adet K indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerleri K indeksinin kritik değer çizelgesi göz önüne alınarak grafiklerde verilmiştir. Isparta için >20 şartını sağlayan 1047 adet K indeks değeri hesaplanmıştır. Şekil 2.5'te görüldüğü üzere 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde Mart, Nisan ve Mayıs aylarında >20 kritik değeri aşan gün sayısında artma veya azalma yönelimi gözlenmemiştir. Mayıs ayı ilkbahar mevsiminin diğer aylarına göre daha yüksek kritik değerlere ve daha fazla kritik değeri aşan gün sayısına sahiptir. Özellikle 2015 yılı Mayıs ayında yüksek kritik değerler hesaplanmıştır.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Mart-Nisan-Mayıs aylarının dahil olduğu ilkbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile toplam 1745 adet K indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerleri K indeksinin kritik değer çizelgesi göz önüne alınarak grafiklerde verilmiştir. Adana için >20 şartını sağlayan 871 adet K indeks değeri hesaplanmıştır. 2011 yılı Mart ayında 13 gün, 2018 yılı Nisan ayında 23 gün ve Mayıs ayında 10 gün veri mevcut olmadığı için hesaplanamamıştır. Şekil 2.6'da grafikler incelendiğinde Mayıs ayının diğer ilkbahar aylarına göre daha fazla >20 kritik değerini aşan gün sayısına sahip olduğu görülmektedir. Mart ve Nisan aylarında >20 değerini aşan gün sayısında düzensiz bir artma ve azalma görülmektedir.

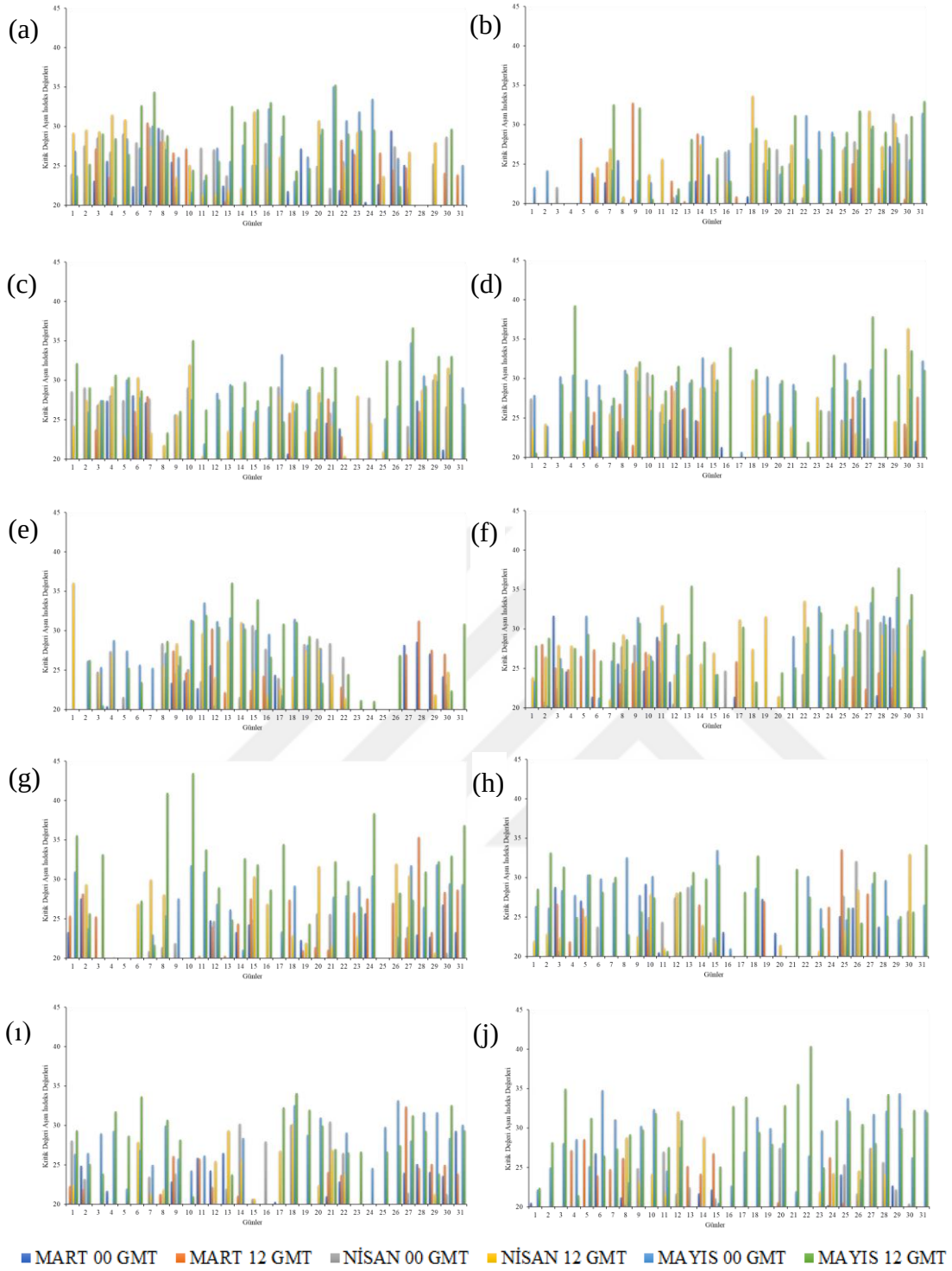
Isparta ve Adana illeri için Mayıs ayları diğer ilkbahar aylarına göre K indeksi bakımından yüksek kararsızlık değerlerine ve gün sayısı olarakta daha fazla güne dağılmıştır. Mart ve Nisan ayına oranla Mayıs ayındaki bu farklılığının sebebi olarak 850 mb ve 500 mb basınç seviyeleri arasındaki sıcaklık farkının bu dönemde artması, 850 mb basınç seviyesi çiy noktası sıcaklığının artışına bakarak aşağı atmosferin nem içeriğinin artması olarak söyleyebiliriz. Akdeniz bölgesi Mayıs ayında güneyden gelen sıcak ve nemli havanın etkisinde kalmaktadır.



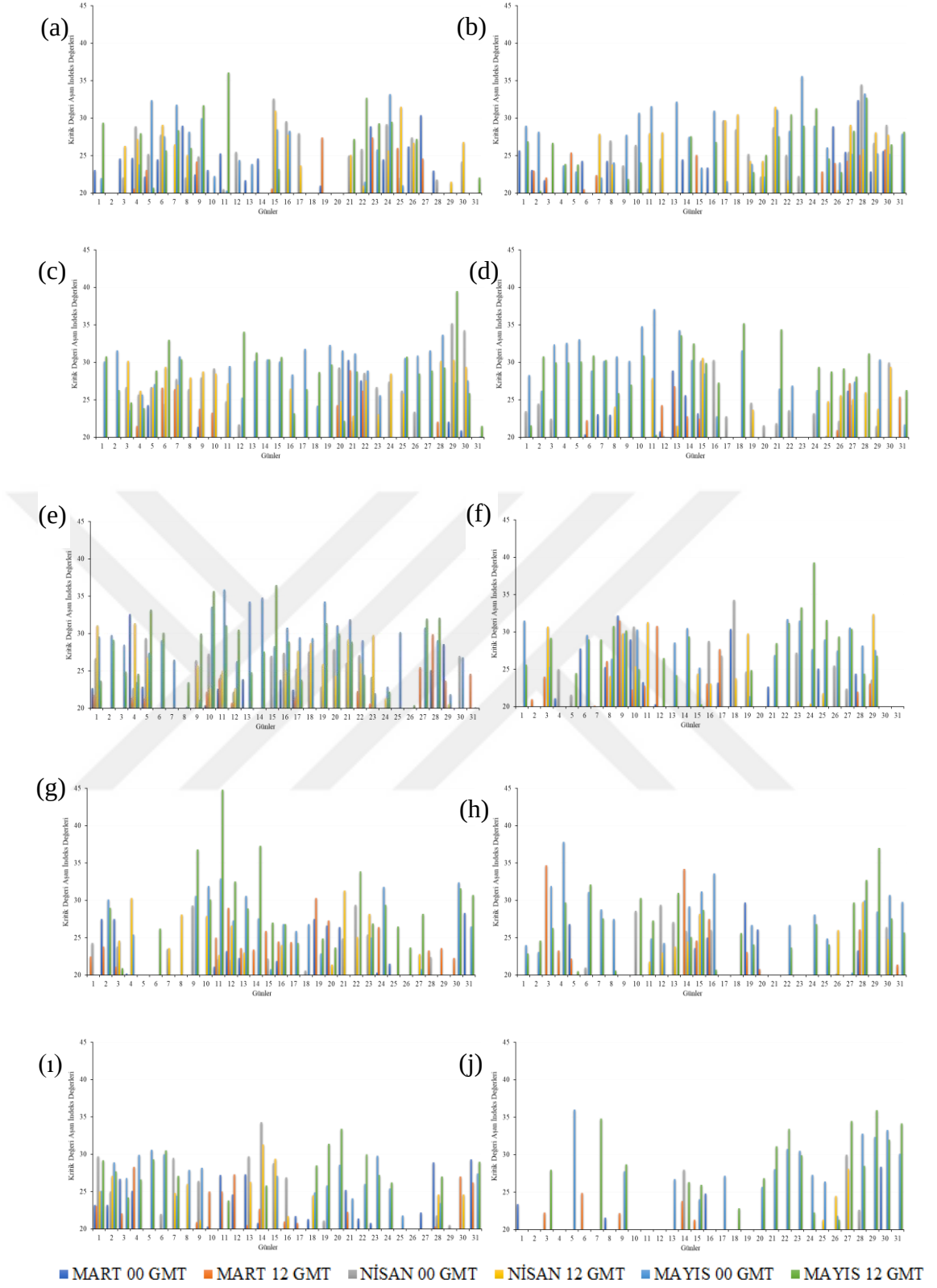
Şekil 2.3 : K indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.4 : K indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.5 : K indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.6 : K indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.

2.2.1.3 Yaz mevsimi

Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Haziran-Temmuz-Ağustos aylarının dahil olduğu yaz mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile toplam 1836 adet K indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerleri K indeksinin kritik değer çizelgesi göz önüne alınarak grafiklerde verilmiştir. Isparta için >20 şartını sağlayan 1438 adet, $20 < \dots < 30$ şartını sağlayan 695 adet ve >30 şartını sağlayan 711 adet K indeks değeri hesaplanmıştır. Şekil 2.7'de Isparta ilimizde 10 yıllık periyotta düzgün bir artma veya azalma eğrisi görülmemektedir. Ancak Ağustos ayında yıllar içerisinde K indeksi >20 kritik değerini aşan gün sayısında artma görülmektedir. Bu artışın iklimsel bir değişiklik ile bağlantısının daha uzun süreli bir çalışma perspektifinde detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Haziran-Temmuz-Ağustos aylarının dahil olduğu yaz mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile toplam 1807 adet K indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerleri K indeksinin kritik değer çizelgesi göz önüne alınarak grafiklerde verilmiştir. Adana için >20 şartını sağlayan 1065 adet, $20 < \dots < 30$ şartını sağlayan 676 adet ve >30 şartını sağlayan 381 adet K indeks değeri hesaplanmıştır. Şekil 2.8'de mevsimsel dağılıma hesaplanan K indeks değerlerinde >20 kritik değerini aşan gün sayısında azalma görülmektedir.

Isparta ve Adana illerimizde yaz mevsimi sıcaklığın yüksek olduğu ayları kapsamaktadır. Yüksek sıcaklık değerlerinin devamlılığından kaynaklı olarak yüzeyden üst seviyelere çıkan hava parselleri ve bunu besleyen nem mekanizması mevcuttur. Bu nedenlerle yaz mevsimi aylarında hem yüksek kritik değerler hem de yüksek sayıda >20 kritik değerini aşan gün sayısı vardır. Isparta ve Adana illeri için yıllar bazında olan değişimin sebeplerinden biri 850 mb basınç seviyesinin sıcaklığının ve çiy noktası sıcaklığının 700 mb ve 500 mb basınç seviyesi sıcaklığından daha yüksek olmasıdır. Gündüz hızlı bir şekilde ısınan yer seviyesindeki havanın düşey yönde gelişimi daha hızlı olmakta ve bu da fırtına gelişimine katkı sağlamaktadır.

2.2.1.4 Sonbahar mevsimi

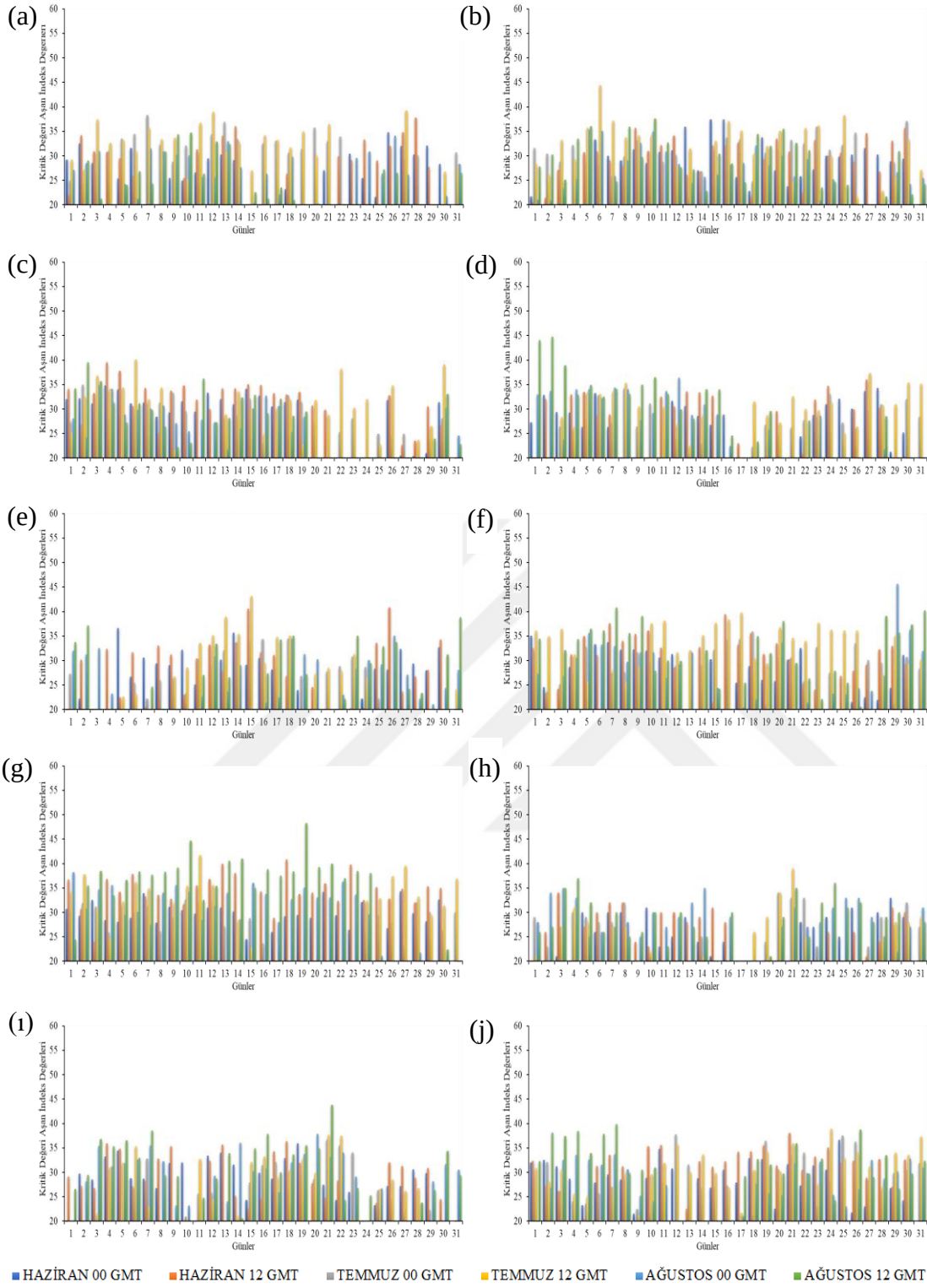
Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Eylül-Ekim-Kasım aylarının dahil olduğu sonbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile toplam 1738 adet K indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerleri K indeksinin kritik değer çizelgesi göz önüne alınarak grafiklerde verilmiştir. Isparta için >20 şartını sağlayan

880 adet, $20 < \dots < 30$ şartını sağlayan 590 adet ve > 30 şartını sağlayan 288 adet K indeks değeri hesaplanmıştır.

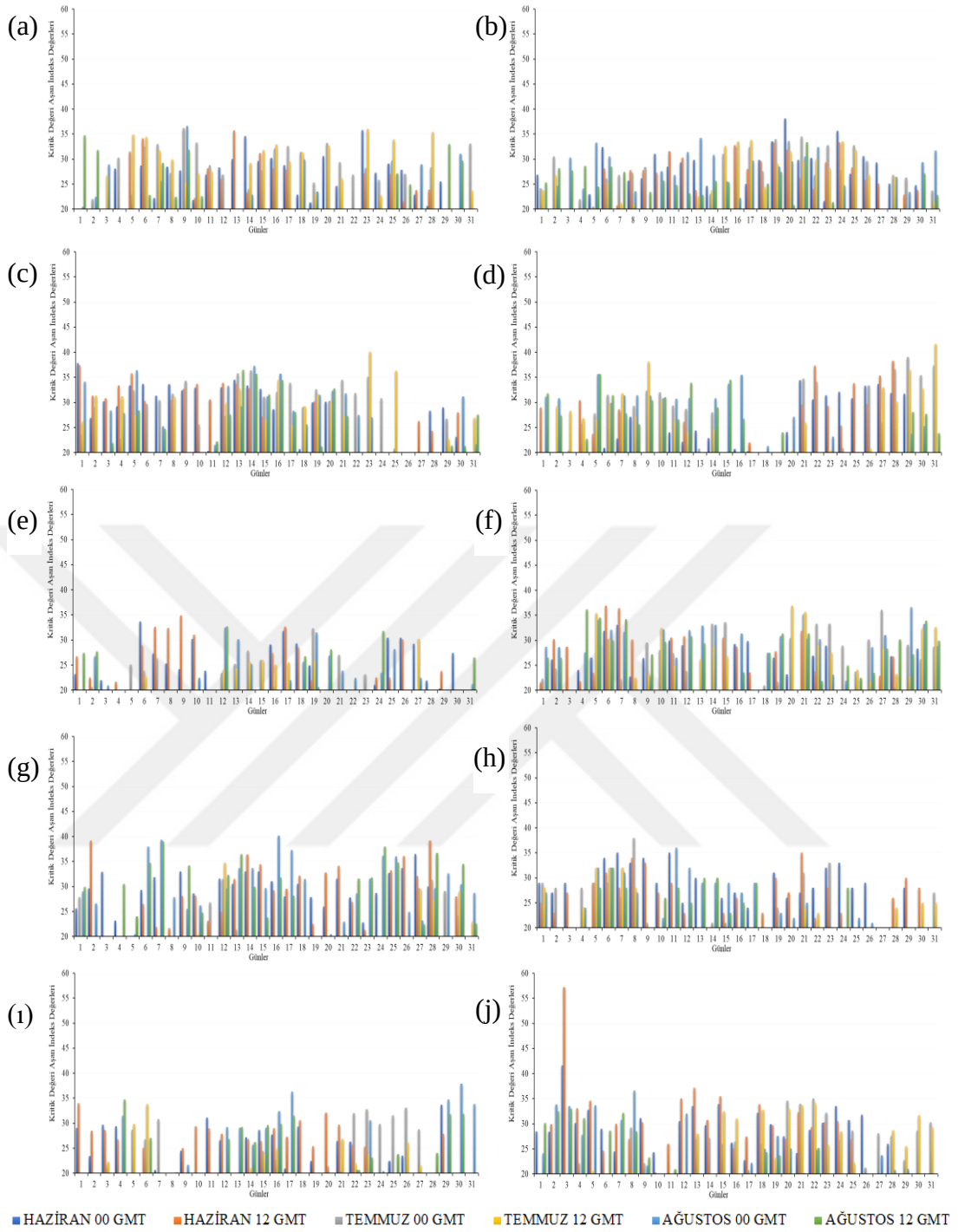
2009-2018 yıllarını kapsayacak şekilde 10 yıllık periyotta mevsimsel olarak değişim için şekil 2.9 dikkatle incelendiğinde görüldüğü üzere 2009'dan 2018'e kadar gelen süreçte iklim değişikliğine bağlı olarak bahsedebileceğimiz doğru orantılı bir artma veya azalma eğrisi görülmemektedir. Yılların kısa dönemli periyotlarla azalma ve artma döngüsünde olduğu görülmektedir.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Eylül-Ekim-Kasım aylarının dahil olduğu sonbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile toplam 1766 adet K indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerleri K indeksinin kritik değer izelgesi göz önüne alınarak grafiklerde verilmiştir. Isparta için > 20 şartını sağlayan 790 adet, $20 < \dots < 30$ şartını sağlayan 522 adet ve > 30 şartını sağlayan 236 adet K indeks değeri hesaplanmıştır. şekil 2.10'a bakıldığında 10 yıllık periyotta indeks değerlerinde düzenli artma veya azalma trendi görülmemesine rağmen 10 yıllık periyotta yüksek indeks değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu artma bize fırtına şiddetlerinde de artma olduğunu söylemektedir.

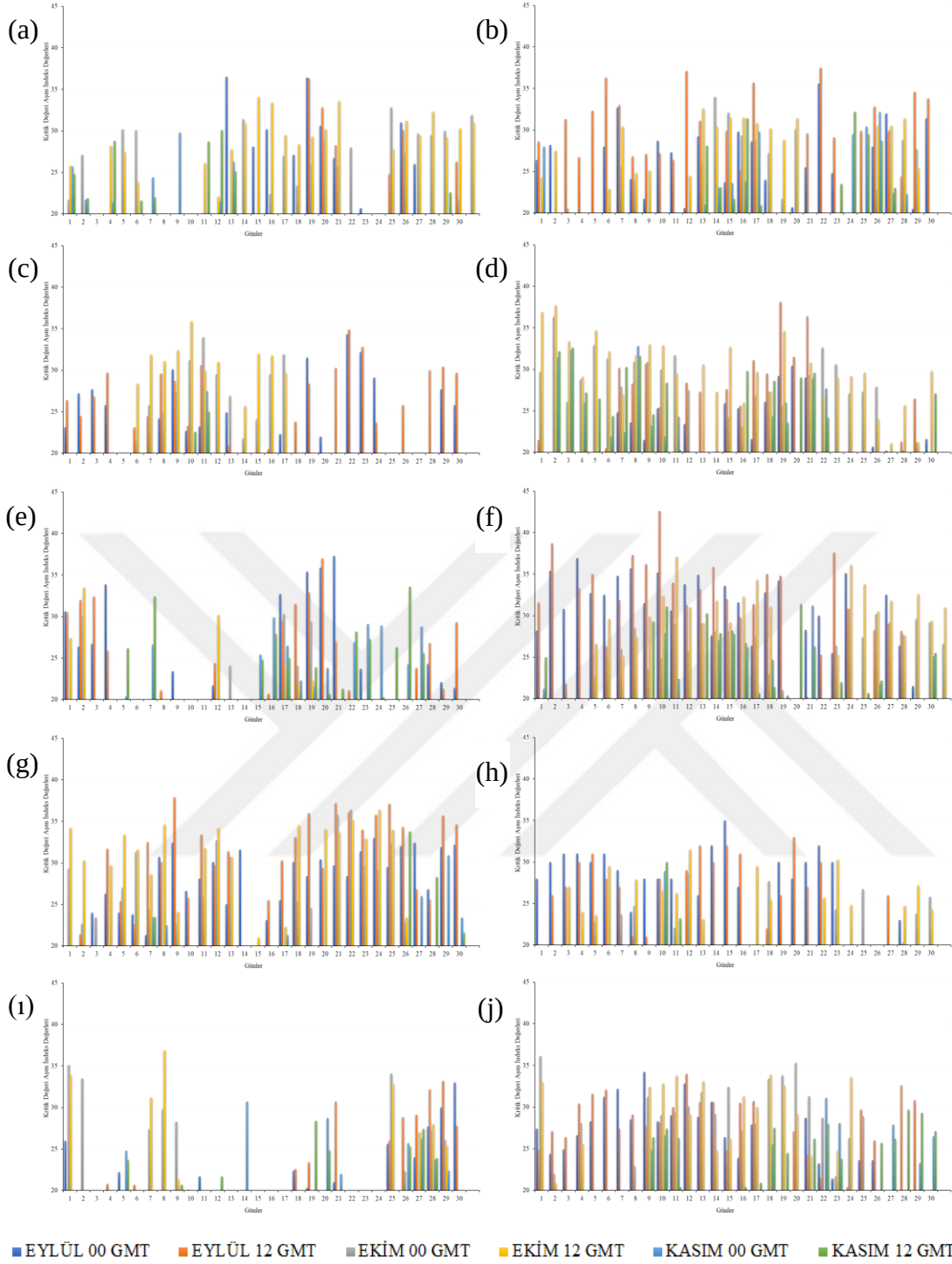
Isparta ve Adana illeri için yıllar bazında olan değişimin sebeplerinden biri 850mb basınç seviyesinin sıcaklığının ve çiy noktası sıcaklığının 700mb ve 500 mb basınç seviyesi sıcaklığından yüksek olmasıdır. Yazın ısınan yer seviyesi sonbaharın gelmesi ile beraber st seviyelerde soğuyan havanın altında kalması ile düşey yönde gelişime katkı sağlamaktadır. Aşağı seviye sıcaklık ve nem içeriği fırtına oluşumunda önemli parametrelerdir.



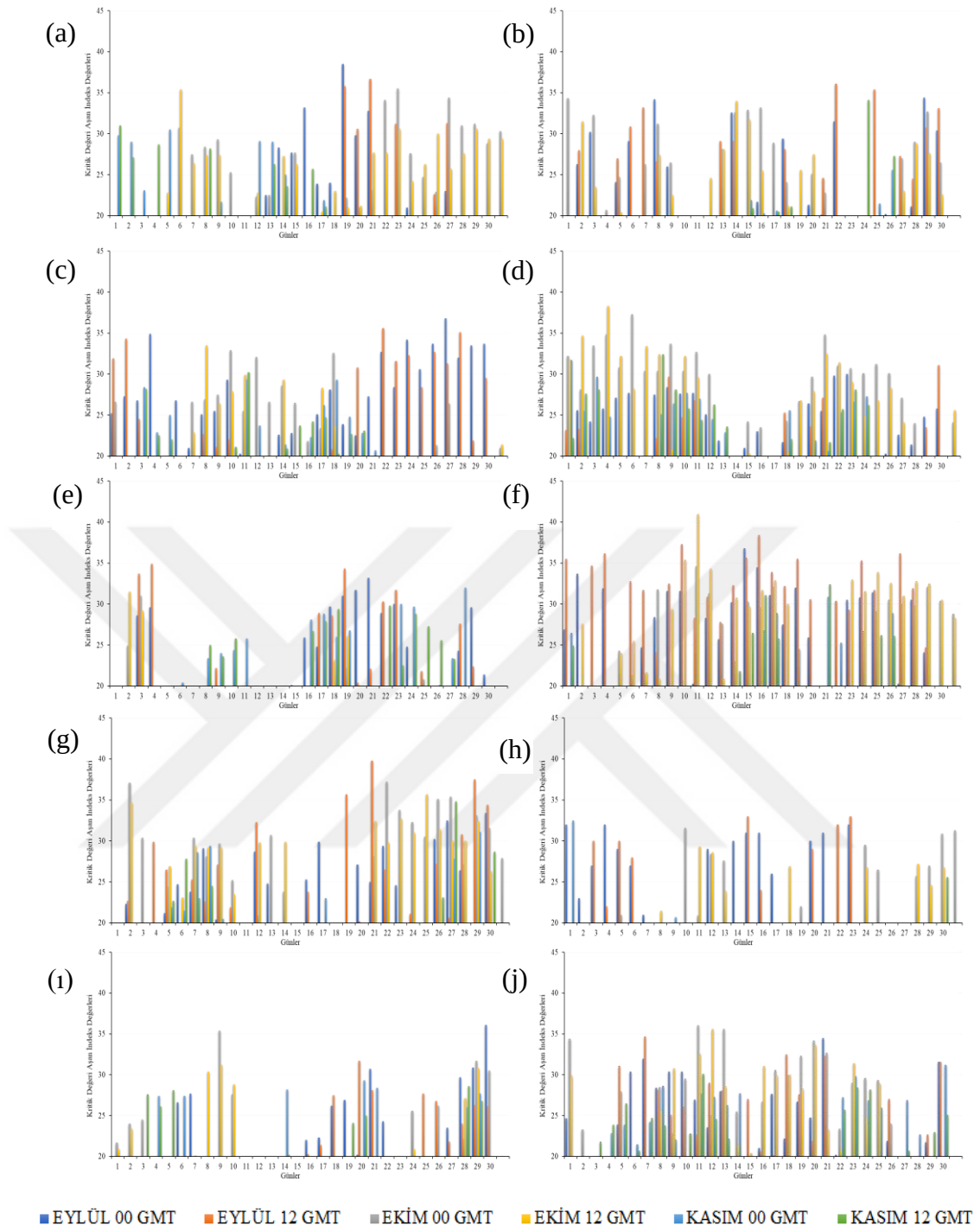
Şekil 2.7 : K indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.8 : K indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.9 : K indeksi için Isparta; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.10 : K indeksi için Adana; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.

2.2.2 Toplam Toplamlar indeksi ve mevsimsel analizi

Düşey toplamlar (VT) indeksi 850 mb seviyesi ile 500 mb seviyesi arasındaki sıcaklık (°C) farkını dikkate alarak denklem 2.2’de, çapraz toplamlar (CT) indeksi 850 mb seviyesinin çiy noktası sıcaklığı (°C) ile 500 mb seviyesi sıcaklığının (°C) farkını dikkate alarak denklem 2.3’te hesaplanmaktadır. Toplam Toplamlar indeksi ise düşey toplamlar ve çapraz toplamlar indekslerinin aritmetik olarak toplamıdır. Denklem 2.4’te görüldüğü şekilde hesaplanmaktadır. Bu indeksler ABD’de şiddetli hava olaylarının ilk gelişebileceği potansiyel alanların tahmin edilmesi için geliştirilmiştir.

$$VT = T_{850} - T_{500} \quad (2.2)$$

$$CT = T_{d_{850}} - T_{500} \quad (2.3)$$

$$TT = VT + CT = T_{850} + T_{d_{850}} - 2T_{500} \quad (2.4)$$

ABD’nin doğusunun 2/3’ündeki analiz çalışmalarında coğrafi yere göre kritik değerlerin az da olsa değişimi gözlenmiş olsa da; VT=26, CT=18 ve TT=44 değerleri, ilk tahmin alanlarının sınırları ve fırtına yoğunluğu göz önüne alındığında, bu değerler yer yer görülen hafif orajlı fırtınalar için alt limit kritik değerleri olarak tespit edilmiştir (Peppler, 1988). Toplam Toplamlar indeksi için kritik değerler Çizelge 2.3 ‘de belirtilmiştir.

Çizelge 2.3 : Total totals indeksi için kritik değerler (Peppler, 1988).

Total Totals İndeks Kritik Değerleri	Beklenen Şiddet
>44	Zayıf şiddetli fırtına
56> ... >50	Orta şiddetli fırtına ve orta ölçekte kararsızlık
>55	Şiddetli fırtına ve orta ölçekte kararsızlık

Sonbahar ve yaz mevsiminde orajlı fırtınaların 12-36 saatlik tahmininde önemli bir indeks olduğu görülmüş ve yerel fırtınaların tahmininde kullanılabilecek bir kriter olduğu belirtilmiştir. Aşağı seviyelerde çok düşük nem değerleri bulunduğu (CT’nin küçük olması), VT ve TT’nin kuvvetli termal sıcaklık değişimiyle birlikte oldukça büyük değerlere sahip olabileceğini göz önüne alarak, bu iki indeksin konvektif hava etkinliklerini olduğundan çok daha büyük gösterebileceği uygulamada dikkat edilmesi gereken bir nokta olmaktadır (Peppler, 1988).

Wyoming'ten alınan Toplam Topamlar indeks değeri ile MGM'den alınan verilerle hesaplanan Toplam Topamlar indeks değeri arasındaki korelasyon oranı, Isparta için %99,52 ve Adana için %92,70 'dur.

Çalışmanın bu bölümünde Isparta ve Adana illeri için günlük radyozonde verileri ile Toplam Topamlar indeksi değeri hesaplanmış ve grafikler Toplam Topamlar indeksinin kritik değer tablosu baz alınarak grafiklerde indeks değeri >44 olarak sınırlandırılmıştır.

2.2.2.1 Kış mevsimi

Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Aralık-Ocak-Şubat aylarının dahil olduğu kış mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile toplam 1710 adet Toplam Topamlar indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değeri Toplam Topamlar indeksinin kritik değer çizelgesi göz önüne alınarak grafiklerde verilmiştir. Kritik değer >44 olarak sınırlandırıldığında 861 adet, 56>...>50 olarak sınırlandırıldığında 337 adet ve >55 olarak sınırlandırıldığında 59 adet kararsızlık değeri hesaplanmıştır. Şekil 2.11'de grafikler için kritik değer >44 alınmıştır. Isparta ili için şekil 2.11 incelendiğinde yıllar içerisinde kritik değeri aşan gün sayısında ani azalma ve artma mevcuttur. 10 yıllık periyotu ilk 5 yıl ve son 5 yıl olarak 2'ye ayırırsak eğer toplam sayıda azalma görülmektedir. 10 yılın ortalaması alınarak karşılaştırılma yapılırsa eğer ilk 5 yıllık periyotta kritik değeri aşan gün sayısının son 5 yıllık periyottan daha fazla olduğu görülmektedir. Hesaplanan değerlere bakıldığında 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde oraj şiddetinin düştüğü görülmektedir.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Aralık-Ocak-Şubat aylarının dahil olduğu kış mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile toplam 1666 adet K indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değeri K indeksinin kritik değer çizelgesi göz önüne alınarak grafiklerde verilmiştir. Kritik değer >44 olarak sınırlandırıldığında 768 adet, 56>...>50 olarak sınırlandırıldığında 286 adet ve >55 olarak sınırlandırıldığında 50 adet kararsızlık değeri hesaplanmıştır. Şekil 2.12'e bakıldığında yıllar içerisinde >44 kritik değerini aşan gün sayısında azalma görülmektedir. 10 yıllık periyotu ilk 5 yıl ve son 5 yıl olarak 2'ye ayırarak 10 yılın ortalaması üzerinden karşılaştırılma yapılırsa eğer ilk 5 yıllık periyotta kritik değeri aşan gün sayısının son 5 yıllık periyottan daha fazla olduğu görülmektedir. Hesaplanan değerlere bakıldığında 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde oraj şiddetinin düştüğü görülmektedir. MGM'den

alınan radyozonde verisinde 2016 yılı Aralık ayı 22 gün eksik olduğu için indeks değeri hesaplanamadığından 2017 yılı kış mevsimi grafiğinde eksik günler mevcuttur.

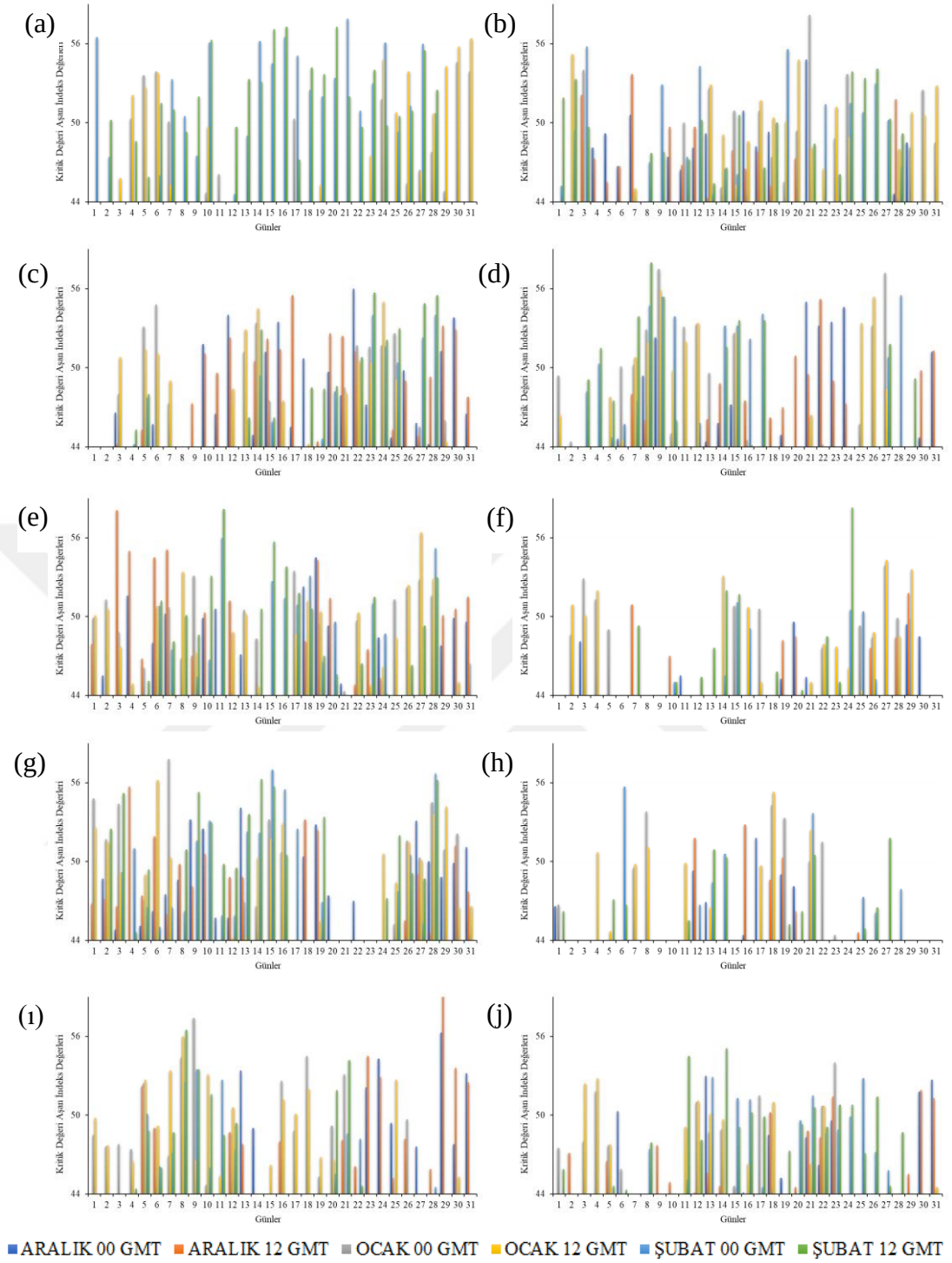
Isparta ve Adana illerinde Toplam Toplamlar indeksi için kış mevsiminde hesaplanan değerler 10 yıllık periyotta benzer davranışlar göstermektedir.

2.2.2.2 İlkbahar mevsimi

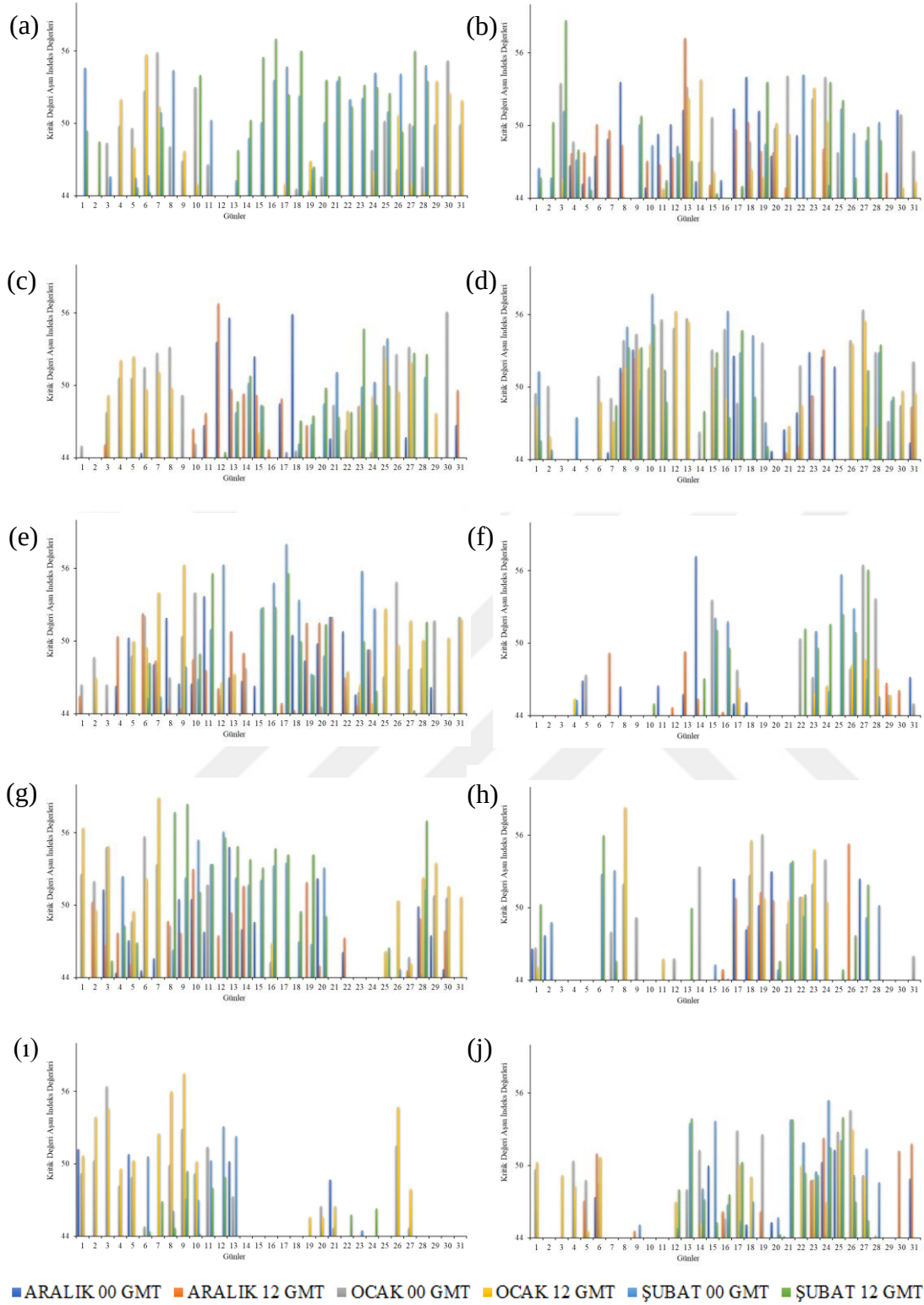
Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Mart-Nisan-Mayıs aylarının dahil olduğu ilkbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1820 adet Toplam Toplamlar indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin Toplam Toplamlar indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >44 kritik değer şartını sağlayan 1301 adet indeks değeri, 56>...>50 kritik değer skalasına ait 451 adet indeks değeri ve >55 kritik değer şartını sağlayan 62 adet indeks değeri hesaplanmıştır. 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde >44 kritik değer şartını sağlayan gün sayısı azalmıştır. Hesaplanan Toplam Toplamlar indeks değerleri gruplandırılarak incelendiğinde ise oraj şiddetinin arttığı görülmektedir. Şekil 2.13 Isparta ilinin yıllar içerisinde mevsimsel değişimini görecektir şekilde bir araya getirilmiştir.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Mart-Nisan-Mayıs aylarının dahil olduğu ilkbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1745 adet Toplam Toplamlar indeksi hesaplanmıştır. Şekil 2.14'te Adana ilinin yıllar içerisinde Toplam Toplamlar indeksi üzerinden mevsimsel değişimini incelersek eğer kritik değer olan >44 şartını sağlayan gün sayısında azalma görülmüştür. Bu azalma oraj şiddetinde de görülmektedir. 10 yıllık periyotta >44 kritik değer şartını sağlayan gün sayısı 1209, 56>...>50 kritik değer şartını sağlayan 441 adet indeks değeri ve >55 kritik değer şartını sağlayan 81 adet indeks değeri hesaplanmıştır. 2011 yılının Mart ayında 13 gün ve 2018 yılının Nisan ayında 21 gün, Mayıs ayında 10 gün veri olmadığından hesaplanamamıştır.

İlkbahar mevsiminde kritik değer şartını sağlayan gün sayısının diğer mevsimlere nazaran daha fazla olmasının sebeplerinden biri de, Toplam Toplamlar indeksi formülünde 850mb basınç seviyesi sıcaklığı ve çiy noktası sıcaklığının yüksek, 500mb basınç seviyesi sıcaklığının ise düşük olmasıdır. Mevsimsel olarak yer seviyesi ve orta seviye basınç değerlerinin sıcaklıklarının farklılığı fırtına potansiyeli ölçüsü olan nemlilik içinde önemli bir parametredir.



Şekil 2.11 : Toplam Toplamlar indeksi Isparta için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.12 : Toplam Toplamlar indeksi Adana için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.

2.2.2.3 Yaz mevsimi

Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Haziran-Temmuz-Ağustos aylarının dahil olduğu yaz mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1836 adet Toplam Topamlar indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin Toplam Topamlar indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >44 kritik değer şartını sağlayan 972 adet indeks değeri, 56>...>50 kritik değer şartını sağlayan 218 adet indeks değeri ve >55 kritik değer şartını sağlayan 31 adet indeks değeri hesaplanmıştır. 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde >44 kritik değer şartını sağlayan gün sayısında düzensiz bir artma ve azalma eğrisi mevcuttur. Hesaplanan Toplam Topamlar indeks değerleri gruplandırılarak incelendiğinde ise oraj şiddetinin arttığı görülmektedir. Şekil 2.15 Isparta ilinin yıllar içerisinde yaz mevsiminin değişimini gösterecek şekilde bir araya getirilmiştir. Toplam Topamlar indeks değerleri >50 ve 56>...>50 kritik değerler için incelendiğinde yılların kendi içerisinde birbirine yakın gün sayılarına sahip olduğu görülmektedir. 2015 yılı haricinde düşük eğimli bir azalma görülmektedir.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Haziran-Temmuz-Ağustos aylarının dahil olduğu yaz mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1807 adet Toplam Topamlar indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin Toplam Topamlar indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >44 kritik değer şartını sağlayan 782 adet indeks değeri, 56>...>50 kritik değer şartını sağlayan 183 adet indeks değeri ve >55 kritik değer şartını sağlayan 26 adet indeks değeri hesaplanmıştır. Şekil 2.16 incelendiğinde Adana ili için 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde >44 kritik değer şartını sağlayan gün sayısında ani bir artış ve azalma eğrisi mevcuttur. 2009-2018 yılları için hesaplanan Toplam Topamlar indeks değerleri dikkatle incelendiğinde oraj şiddetinde düşüş olduğu görülmektedir.

Isparta ve Adana illerinde yaz mevsiminde yıllara ait hesaplanan Toplam Topamlar indekslerinin birbiriyle ilişkili olduğu görülmektedir. Örnek olarak, 2013, 2015 ve 2016 yıllarının yaz mevsiminde Isparta ve Adana illerinde oraj oluşan gün sayısı ve oraj şiddeti artmıştır.

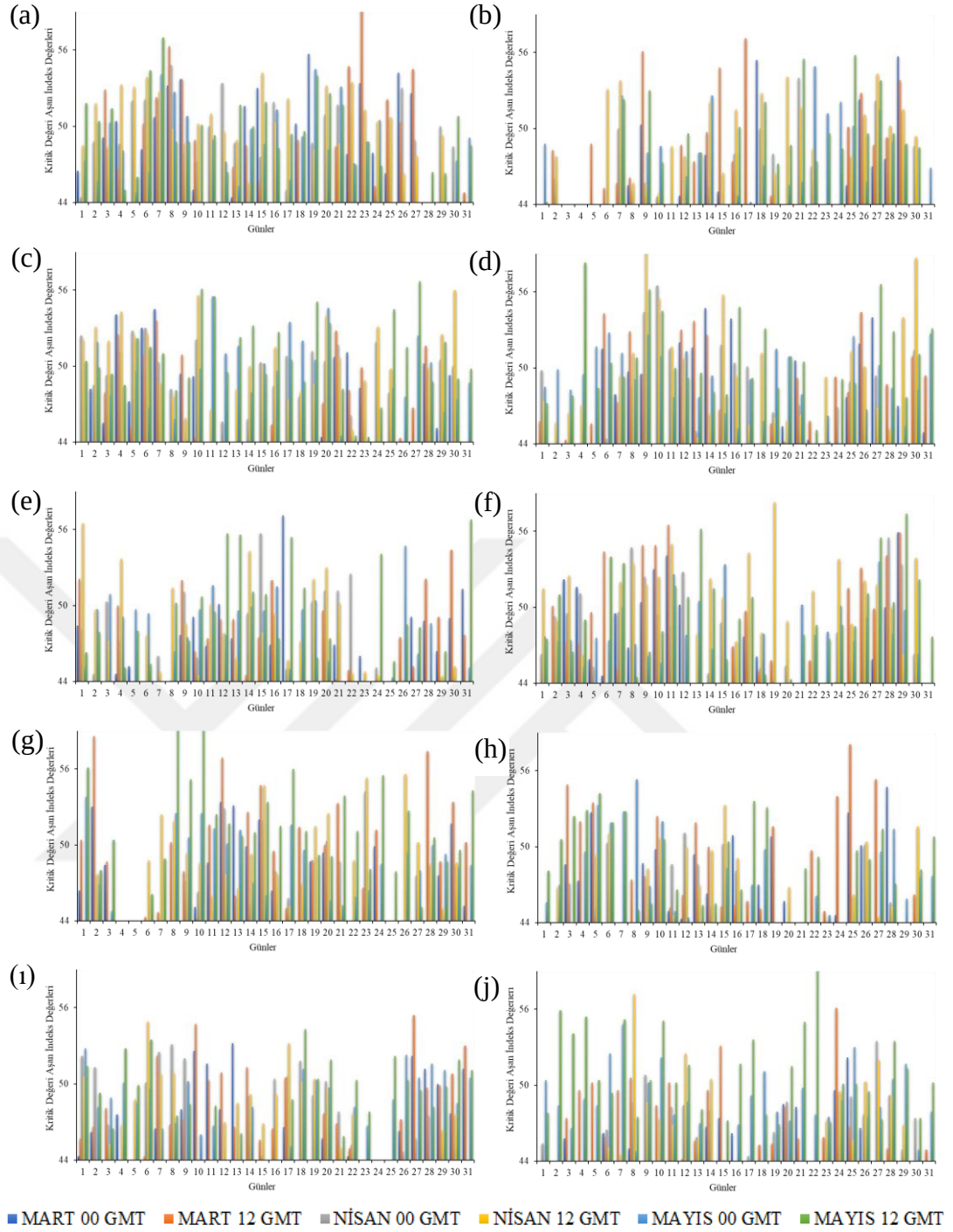
Yaz mevsiminde 500 mb basınç seviyesindeki yüksek sıcaklık değerleri hesaplanan indeks değerlerinin düşük çıkmasının nedenidir.

2.2.2.4 Sonbahar mevsimi

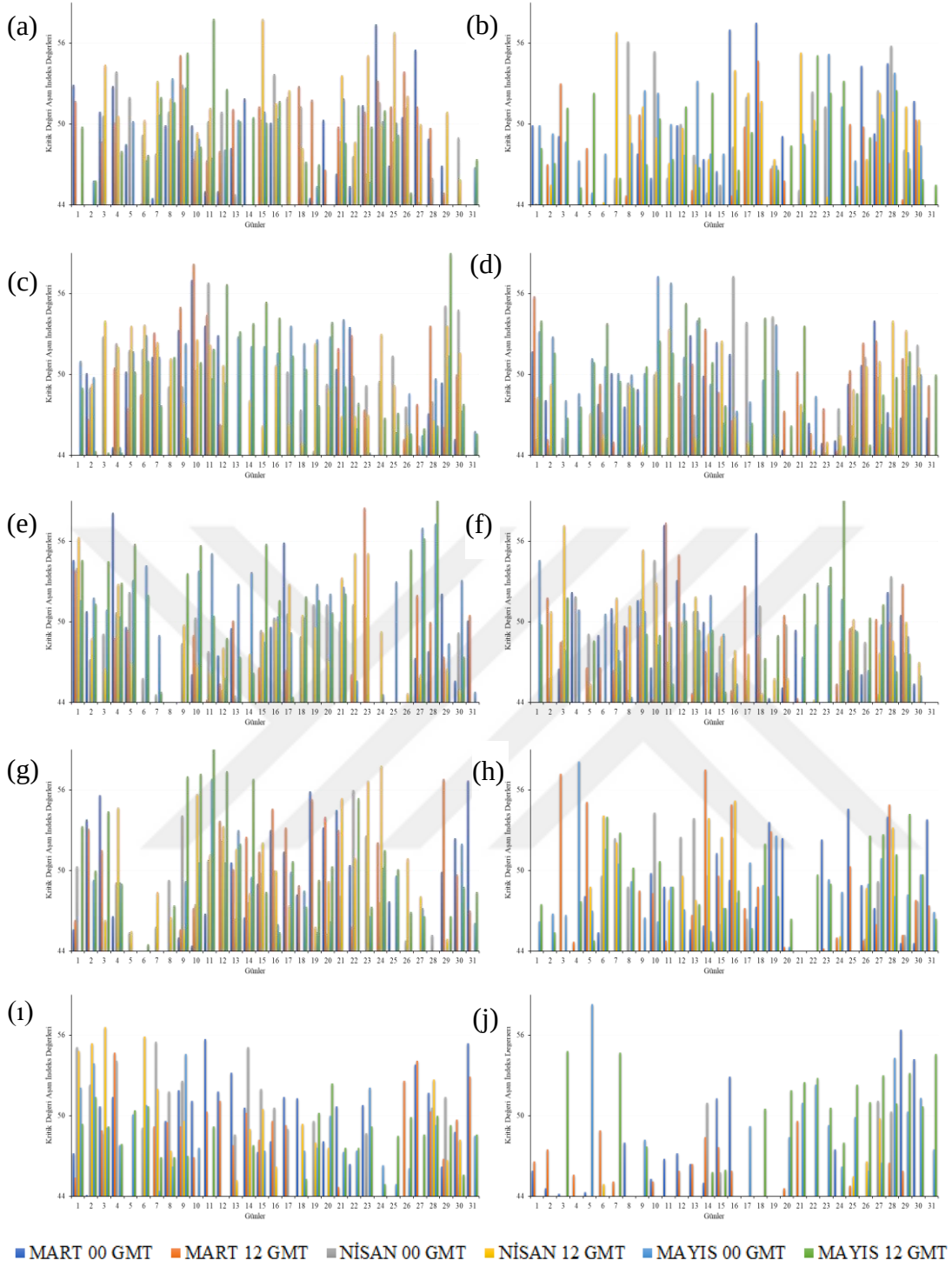
Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Eylül-Ekim-Kasım aylarının dahil olduğu sonbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1738 adet Toplam Topamlar indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin Toplam Topamlar indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >44 kritik değer şartını sağlayan 837 adet indeks değeri, 56>...>50 kritik değer şartını sağlayan 208 adet indeks değeri ve >55 kritik değer şartını sağlayan 13 adet indeks değeri hesaplanmıştır. 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde >44 kritik değer şartını sağlayan gün sayısı azalmıştır. Bununla birlikte oraj şiddetinde artma gözlenmiştir. Şekil A.1 Isparta ilinin yıllar içerisinde sonbahar mevsiminin değişimini gösterecek şekilde bir araya getirilmiştir. 2009 yılı Eylül ayında 12 gün, 2016 yılı Kasım ayında 25 gün veri olmadığından hesaplanamamıştır ve grafiğe işlenememiştir.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Eylül-Ekim-Kasım aylarının dahil olduğu sonbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1766 adet Toplam Topamlar indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin Toplam Topamlar indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >44 kritik değer şartını sağlayan 868 adet indeks değeri, 56>...>50 kritik değer şartını sağlayan 253 adet indeks değeri ve >55 kritik değer şartını sağlayan 20 adet indeks değeri hesaplanmıştır. 10 yıllık periyotta >44 kritik değer şartını sağlayan gün sayısında azalma görülürken oraj şiddetinde de artma görülmektedir. Şekil A.2 Adana ilinin yıllar içerisinde yaz mevsiminin değişimini gösterecek şekilde bir araya getirilmiştir. 2009 yılı Eylül ayında 12 gün, 2016 yılı Kasım ayında 8 gün veri olmadığından hesaplanamamıştır ve grafiğe işlenememiştir.

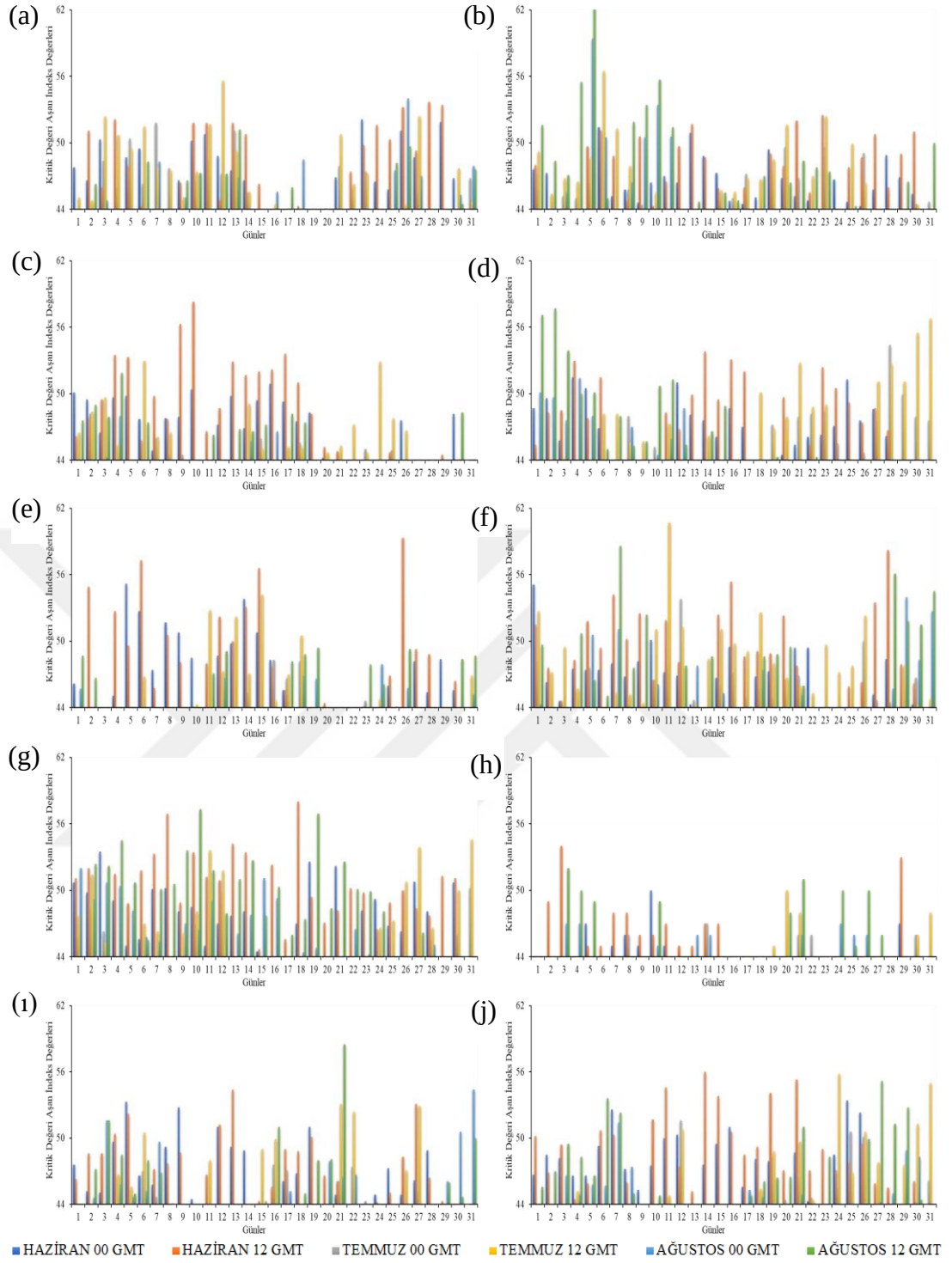
Sonbahar mevsiminde kritik değeri aşan gün sayısının diğer mevsimlere göre daha az ve şiddetin az olmasının sebeplerinden biri de, Akdeniz bölgesinde sonbahar mevsiminin mevsimsel olarak tam anlamıyla bu bölgede yaşanmaması ve kısa bir periyotla kış mevsimine geçilmesidir.



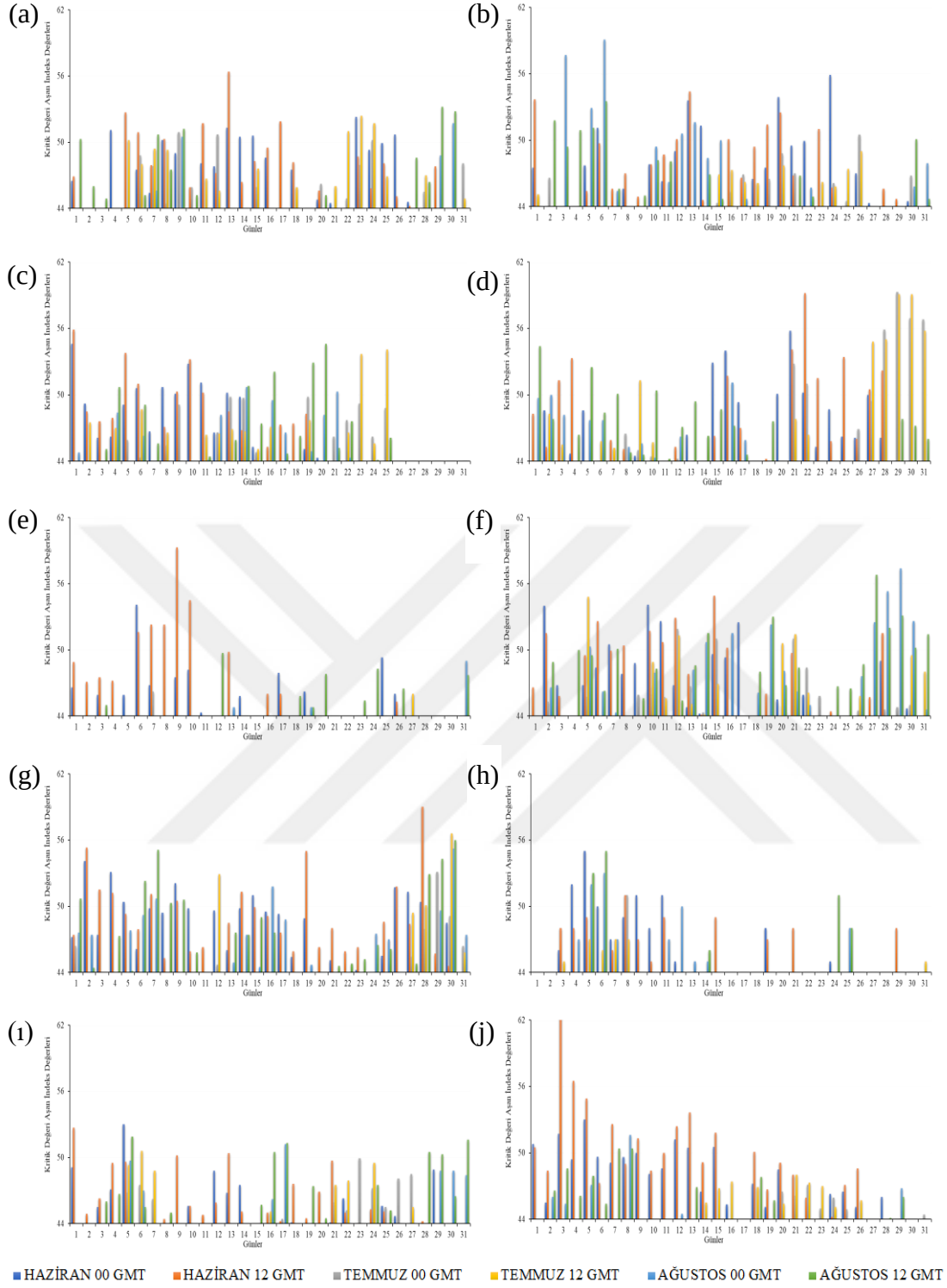
Şekil 2.13 : Toplam Toplamlar indeksi Isparta için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.14 : Toplam Toplamlar indeksi Adana için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.15 : Toplam Toplamlar indeksi Isparta için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.16 : Toplam Toplamlar indeksi Adana için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.

2.2.3 SWEAT indeksi ve mevsimsel analizi

Belirli bir hava kütlesinin şiddetli hava potansiyeli tahmininde kullanılmaktadır (Bidner, 1970; Miller, 1971,1972). ABD'nin kötü havanın gelişme potansiyelinin olduğu alanların bulunması ve bütünüyle objektif bir tahmin ihtiyacından dolayı geliştirilmiş bir indekstir. Ayrıca, sadece havayı yükseltme ve potansiyelini arttırma ihtiyacına cevap veren mekanizması ile kötü hava gelişimi potansiyelini tespit etmeye dayanmaktadır (Peppler, 1988). İndeksin rüzgar kayması, hava kararsızlığı ve rüzgar şiddeti ile ilgili koşulları orta ve şiddetli orajlar arasında ayırım yapmak için koşulmuştur bu nedenle sıradan orajların tahmini için kullanılmamasını vurgulamıştır (Miller, 1972). SWEAT indeksinin kritik değerleri Çizelge 2.4'te verilmiştir.

$$SWEAT = 12Td_{850} - 20(TT - 49) + 2f_{850} + f_{500} + 125(S + 0,2) \quad (2.5)$$

Denklem 2.5'te görüldüğü şekilde hesaplanmaktadır (Miller,1972).Burada f_{850} ifadesi 850 mb seviyesindeki, f_{500} ifadesi 500 mb seviyesindeki rüzgarın knot olarak şiddetini temsil etmektedir. S ifadesi 500 mb'daki rüzgarın yönü ile 850 mb'daki rüzgar yönünün arasındaki farkın sinüsüne eşittir (Peppler,1988).

İndeks hesaplanırken dikkat edilmesi gereken koşullar bulunmaktadır. 850 mb'daki çiy noktası sıcaklığı (°C) negatif değerde ise $12Td_{850}$ ifadesi sıfıra eşitlenmektedir. Total Total indeksi (TT) değeri 49'dan küçük ise “ $20(TT - 49)$ ” ifadesi sıfıra eşitlenmektedir. Ayrıca “S” terimi için : (1) 850 mb seviyesi rüzgar yönü 130° - 250° arasında değil ise, (2) 500 mb seviyesi rüzgar yönü 210° - 310° arasında değil ise, (3) 500 mb seviyesi rüzgar yönü ile 850 mb seviyesi rüzgar yönü arasındaki fark sıfırdan büyük değil ise, (4) 500 mb ve 850 mb seviyelerinin rüzgar şiddetleri 15 knot'tan büyük değil ise, bu koşullardan birini dahi sağlamıyorsa sıfır kabul edilir (Peppler,1988).

Çizelge 2.4 : SWEAT indeks kritik değerleri (Peppler, 1988).

SWEAT İndeks Kritik Değerleri	Beklenen Şiddet
>300	Şiddetli oraj
>400	Kasırga

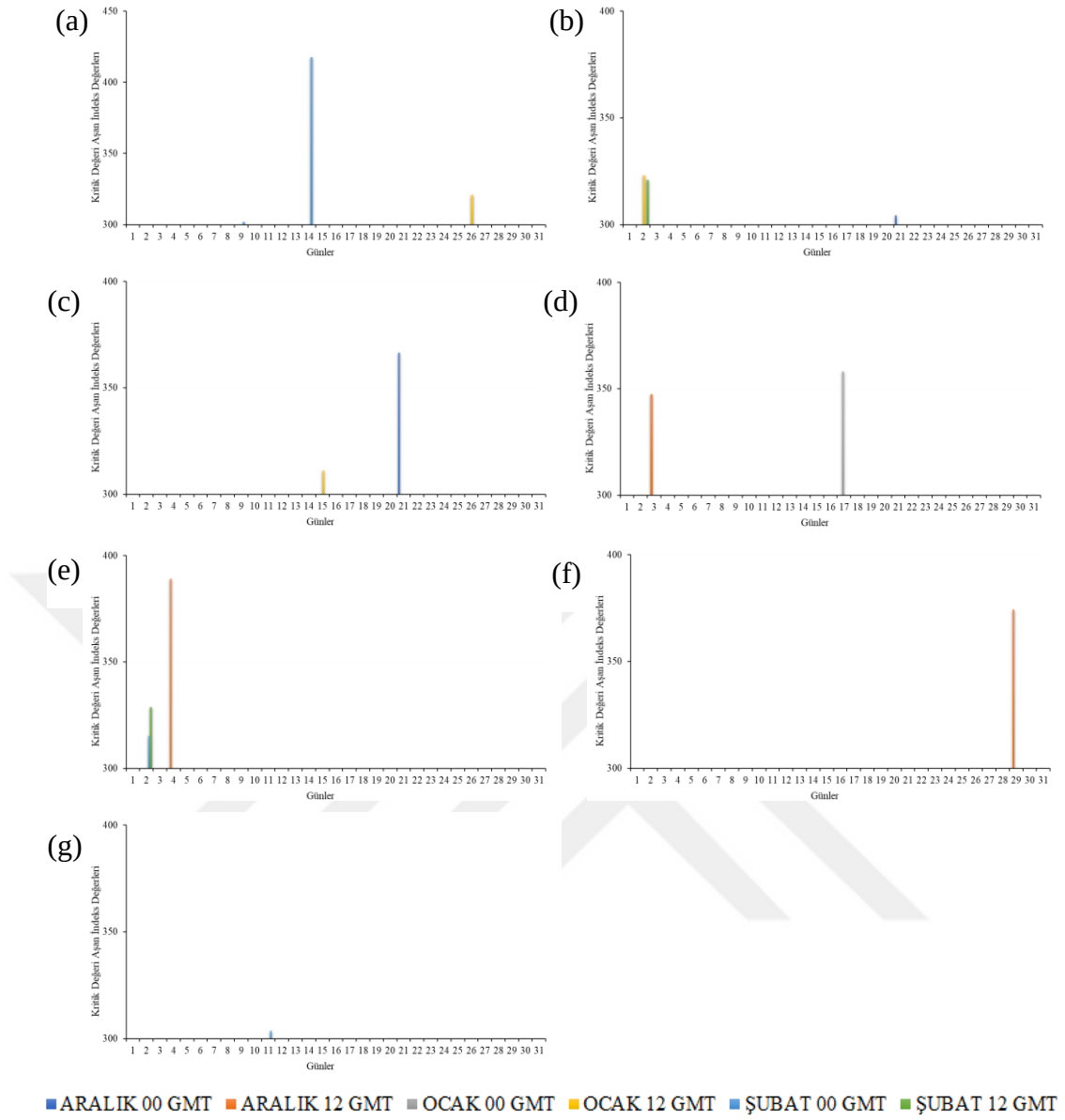
Wyoming'ten alınan SWEAT indeks değerleri ile MGM'den alınan verilerle hesaplanan SWEAT indeks değerleri arasındaki korelasyon oranı, Isparta için %91,72 ve Adana için %86,69 'dur.

Çalışmanın bu bölümünde Isparta ve Adana illeri için günlük radyozonde verileri ile SWEAT indeks değerleri hesaplanmış ve grafikler SWEAT indeksinin kritik değer tablosu baz alınarak grafiklerde indeks değeri >300 olarak sınırlandırılmıştır.

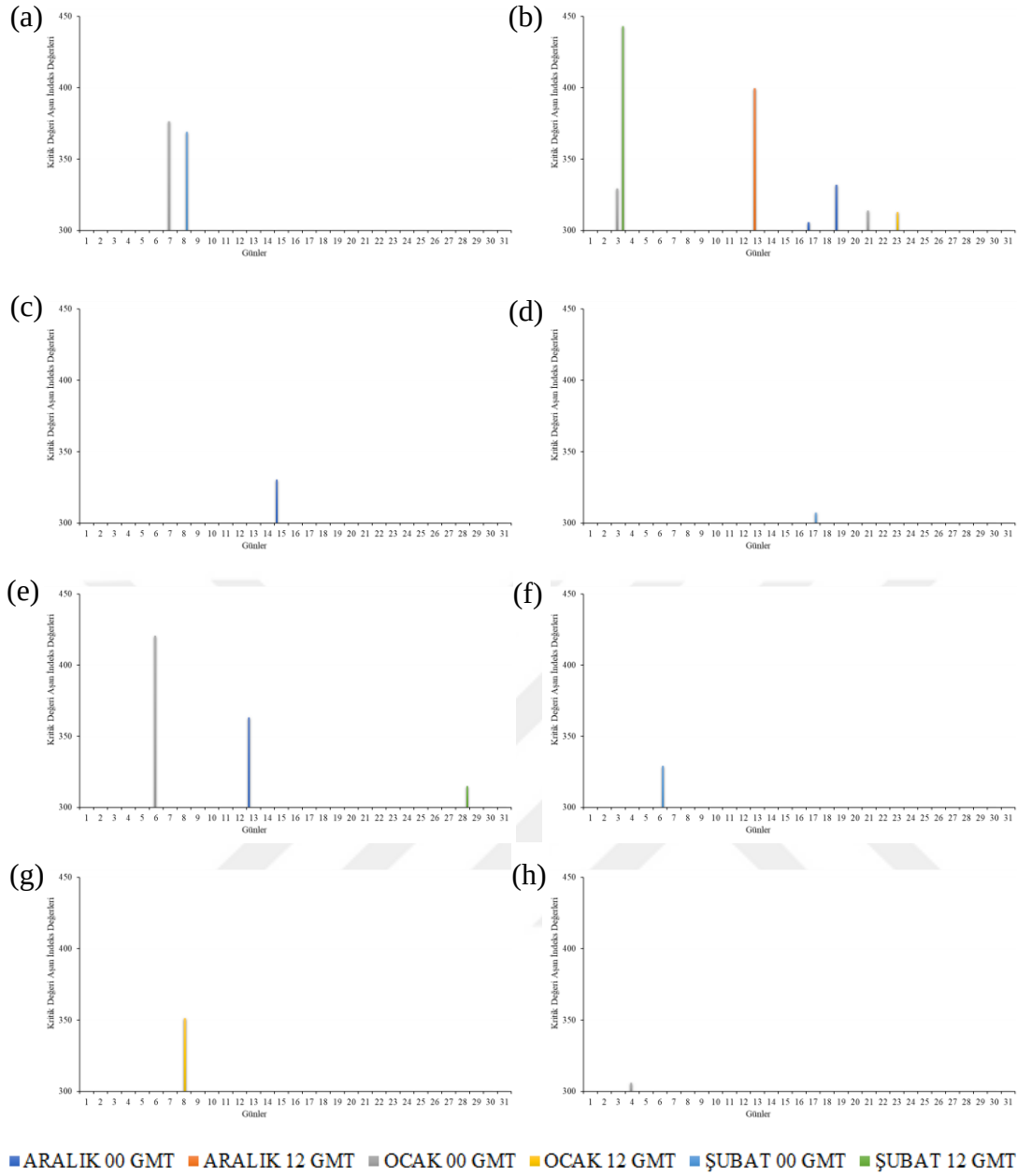
2.2.3.1 Kış mevsimi

Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Aralık-Ocak-Şubat aylarının dahil olduğu kış mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1710 adet SWEAT indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin SWEAT indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >300 kritik değer şartını sağlayan 15 adet indeks değeri, >400 kritik değer şartını ise 1 adet indeks değeri 2009 yılında sağlamıştır. 2008 yılının Aralık ayı, 2011 yılının Ocak ayında 7 gün, 2017 yılının Aralık ayında 5 gün veri olmadığı için indeks değerleri hesaplanamamıştır. Isparta ilinde 2011, 2014 ve 2016 yıllarında >300 kritik değerini sağlayan SWEAT indeksi hesaplanmamıştır. Bu nedenle grafiklere bu yıllar dahil edilmemiştir. Şekil 2.17 Isparta ilinin ilinin yıllar içerisinde kış mevsiminin değişimini gösterecek şekilde bir araya getirilmiştir. Şekil 2.17 incelendiğinde 10 yıllık periyotta kış mevsiminde şiddetli oraj görülmesinin azaldığından bahsedebiliriz.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Aralık-Ocak-Şubat aylarının dahil olduğu kış mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1666 adet SWEAT indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin SWEAT indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >300 kritik değer şartını sağlayan 17 adet indeks değeri, >400 kritik değer şartını ise 3 adet indeks değeri sağlamıştır. 2008 yılının Aralık ayı, 2011 yılının Ocak ayında 6 gün ve Şubat ayında 3gün, 2017 yılının Aralık ayında 22 gün veri olmadığı için indeks değerleri hesaplanamamıştır. Adana ilinde 2013 ve 2014 yıllarında >300 kritik değerini sağlayan SWEAT indeksi hesaplanmamıştır. Bu nedenle grafiklere bu yıllar dahil edilmemiştir. Şekil 2.18 Adana ilinin yıllar içerisinde kış mevsiminin değişimini gösterecek şekilde bir araya getirilmiştir. Grafiklerde kritik değer >300 olarak baz alınmıştır. 10 yıllık periyodu ilk 5 yıl ve son 5 yıl olarak iki kısma ayırarak incelersek eğer şiddetli oraj görülmesinin azaldığından bahsedebiliriz.



Şekil 2.17 : SWEAT indeksi Isparta ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2012, (d) 2013, (e) 2015, (f) 2017, (g) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.18 : SWEAT indeksi Adana ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2015, (f) 2016, (g) 2017 ve (h) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.

2.2.3.2 İlkbahar mevsimi

Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Mart- Nisan- Mayıs aylarının dahil olduğu kış mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1822 adet SWEAT indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin SWEAT indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >300 kritik değer şartını sağlayan 36 adet indeks değerinden >400 kritik değer şartını ise 2 adet indeks değeri 2014 yılında sağlamıştır. 2011 yılının Mart ayında 7 gün veri olmadığı için indeks değerleri hesaplanamamıştır. Şekil 2.19 incelendiğinde 10 yıllık periyotta şiddetli oraj görülmesinin arttığını söyleyebiliriz. Isparta ili için mevsimler kıyaslandığında en fazla şiddetli oraj görülen mevsimin İlkbahar olduğu görülmektedir.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Mart- Nisan- Mayıs aylarının dahil olduğu kış mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1761 adet SWEAT indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin SWEAT indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >300 kritik değer şartını sağlayan 27 adet indeks değerinden >400 kritik değer şartını ise 5 adet indeks değeri sağlamıştır. 2011 yılının Mart ayında 7 gün, 2018 yılının Nisan ayında 21 gün ve Mayıs ayında 10 gün veri olmadığı için indeks değerleri hesaplanamamıştır. Şekil 2.20 incelendiğinde Adana ili için 10 yıllık periyotta şiddetli oraj görülmesinin azaldığını söyleyebiliriz.

2.2.3.3 Yaz mevsimi

Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Haziran- Temmuz- Ağustos aylarının dahil olduğu yaz mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1836 adet SWEAT indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin SWEAT indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >300 kritik değer şartını sağlayan 34 adet indeks değerinden >400 kritik değer şartını ise 7 adet indeks değeri sağlamıştır. Şekil 2.21 incelendiğinde beklenen oraj şiddetinde 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde artma olduğu görülmektedir. Şiddetli oraj ve kasırga kritik değerlerine ulaşan gün sayıları 10 yıl içerisinde artma göstermiştir.

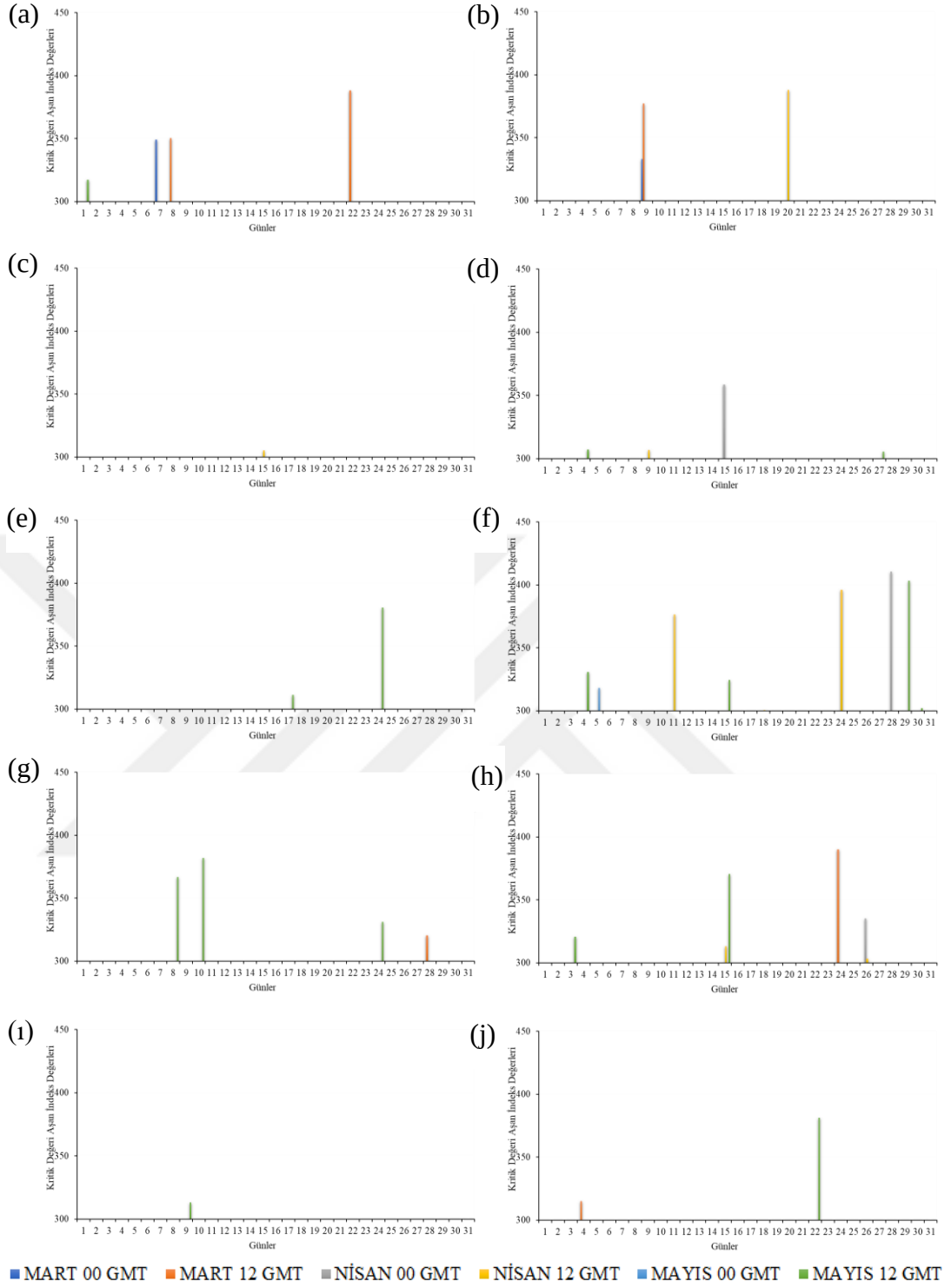
Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Haziran- Temmuz- Ağustos aylarının dahil olduğu yaz mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1805 adet SWEAT indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin SWEAT indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >300 kritik değer şartını sağlayan 59 adet indeks değerinden >400 kritik değer şartını ise 18 adet indeks değeri

sağlamıştır. Şekil 2.22 incelendiğinde Adana ilinde beklenen oraj şiddetinin 10 yıllık periyotta gün sayısı olarak arttığı görülmektedir. Aynı şekilde oraj şiddetinde de artma görülmüştür. Adana ili için mevsimler kıyaslandığında en fazla şiddetli oraj görülen mevsimin Yaz olduğu görülmektedir. 2017 yılı >300 kritik değeri geçen indeks değerine sahip olmadığı için grafikte gösterilmemiştir.

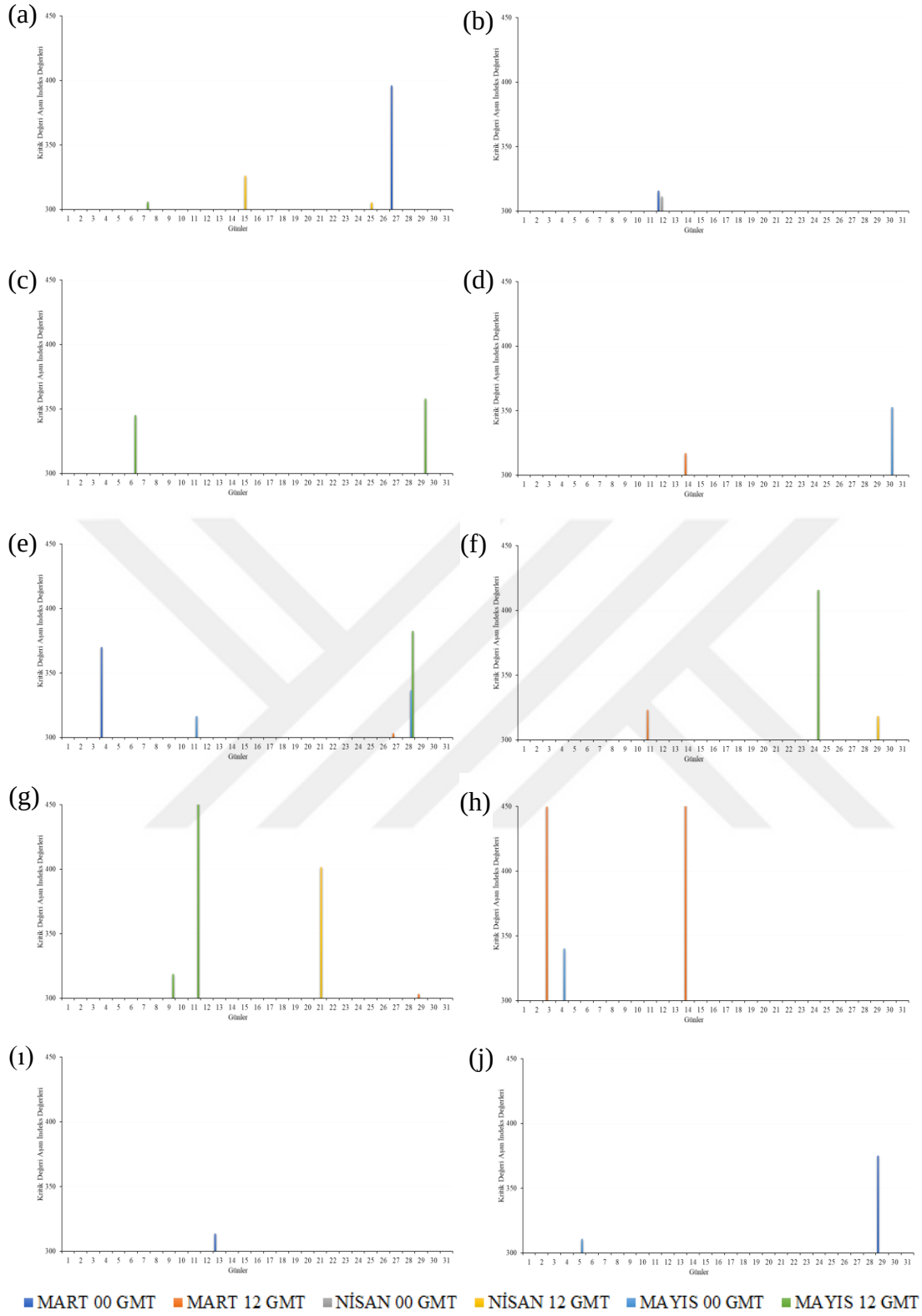
2.2.3.4 Sonbahar mevsimi

Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Eylül-Ekim-Kasım aylarının dahil olduğu sonbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1738 adet SWEAT indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin SWEAT indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >300 kritik değer şartını sağlayan 11 adet indeks değerinden >400 kritik değer şartını ise 3 adet indeks değeri sağlamıştır. 2009 yılının Eylül ayında 12 gün ve 2016 yılının Kasım ayında 25 gün veri olmadığı için indeks değerleri hesaplanamamıştır. Şekil A.3 incelendiğinde beklenen oraj şiddetinde 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde artma olduğu görülmektedir. 2009-2018 yılları arasında beklenen oraj şiddetinde kasırğa olarak artma görülmektedir. 2013 ve 2015 yılları >300 kritik değeri geçen indeks değerine sahip olmadıkları için grafikte gösterilmemiştir.

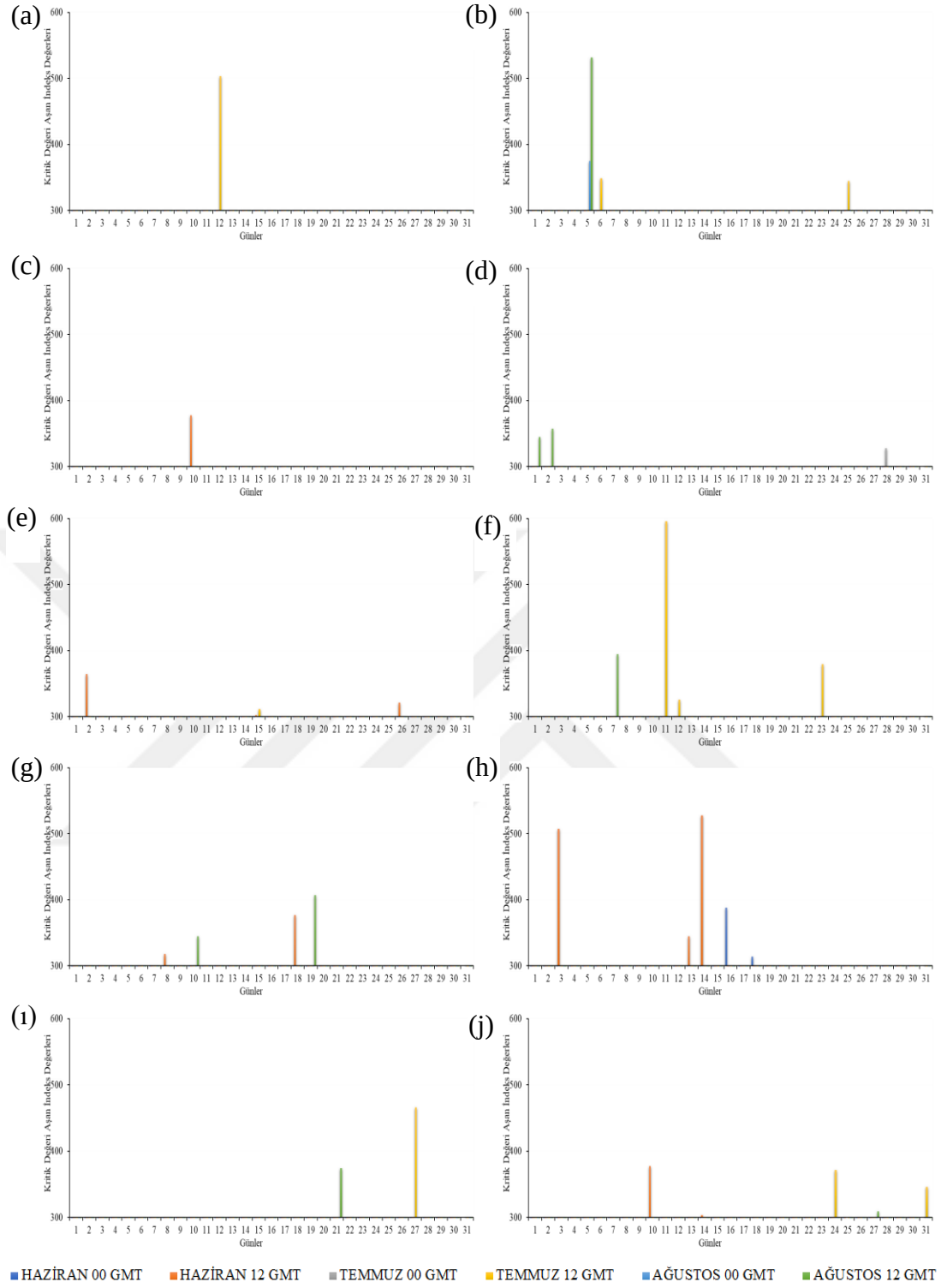
Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Eylül-Ekim-Kasım aylarının dahil olduğu sonbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1767 adet SWEAT indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan indeks değerlerinin SWEAT indeksinin kritik değer çizelgesi baz alınarak sayılar verilmiştir. >300 kritik değer şartını sağlayan 27 adet indeks değerinden >400 kritik değer şartını ise 1 adet indeks değeri sağlamıştır. 2009 yılının Eylül ayında 12 gün ve 2016 yılının Kasım ayında 7 gün veri olmadığı için indeks değerleri hesaplanamamıştır. Şekil A.4 incelendiğinde beklenen oraj şiddetinde şiddetli oraj veren indeks değerlerinde gün bazında azalma görülmektedir.



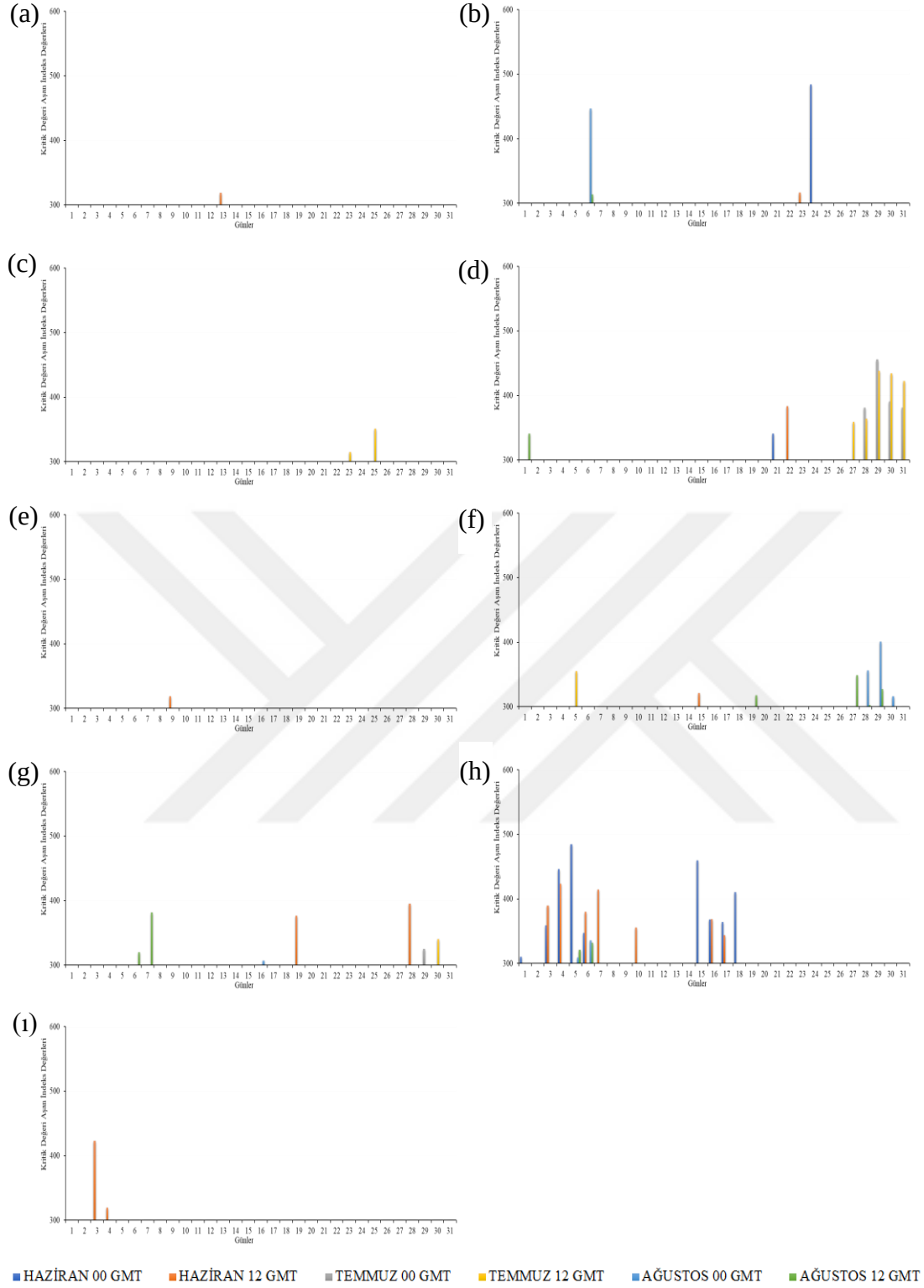
Şekil 2.19 : SWEAT indeksi Isparta ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.20 : SWEAT indeksi Adana ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.21 : SWEAT indeksi Isparta ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.22 : SWEAT indeksi Adana ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016 ve (ı) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.

2.2.4 Boyden indeksi

Boyden (1963) tarafından İngiliz Meteoroloji Ofisinde cephesel orajların tahmini amacıyla geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda Boyden İndeksinin zamanın %60 - %65'inde meydana gelen orajları tam olarak tahmin ettiği görülmüştür (Polatkan Ö. ve diğ., 2007).

$$BI = T_{700} + ((H_{700} - H_{1000}) / 10) - 200 \quad (2.6)$$

Denklem 2.6'da görüldüğü şekilde hesaplanmaktadır (Hava Tahminleri Daire Başkanlığı). H_{700} ifadesi 700 mb seviyesindeki kalınlığı, H_{1000} ifadesi 1000 mb basınç seviyesindeki kalınlığı temsil etmektedir. T_{700} (°C) ise 700 mb basınç seviyesindeki sıcaklığı temsil etmektedir. İndeks değeri 100'e yakın değerler aldığında bu cephesel fırtınanın gelişimini teşhis eder, ancak hesaplamaya nem bilgisi dahil edilmez.

700 mb basınç seviyesi yer kartlarındaki önemli detaylardan biri olarak geçer ve orta enlemlerde 700 mb basınç seviyesi sıcaklığı 14°C veya daha yüksek olduğunda konveksiyon oluşmaz. Hesaplanan Boyden indeks değerleri incelendiğinde bu detaya sahip olan günlerde bakılan kritik değer aralığında olmadıkları görülmüştür.

Çalışmanın bu bölümünde Adana ili için MGM'den alınan 2009-2018 yıllarını kapsayan günlük radyozonde verileri ile Boyden indeksi değerleri hesaplanmış ve grafikler Boyden indeksinin kritik değeri baz alınarak Boyden indeks değerlerinin 100'e olan yakınlığı önemli olduğundan, grafiklerde indeks değeri $95 < \dots < 105$ olarak sınırlandırılmış ve değerler ayrıntılı incelenerek yorumlanmıştır. Isparta ilinin denizden yüksekliği 1035 metredir ve istasyon seviyesi 997 mb olmasından kaynaklı olarak, Boyden indeksi formülünde olan 1000 mb basınç seviyesi yüksekliğinin hesaba dahil edilememesinden dolayı Boyden indeksi Isparta ili için hesaplanmamıştır.

2.2.4.1 Kış mevsimi

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Aralık- Ocak- Şubat aylarının dahil olduğu kış mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1676 adet Boyden indeksi hesaplanmıştır. $95 < \dots < 105$ kritik değer aralığını 129 adet indeks değeri sağlamıştır. 2017 yılının Aralık ayında 22 gün veri olmadığı için indeks değerleri hesaplanamamıştır. 2009 yılı kış mevsimi grafiğine 2008 yılı Aralık ayı verisi dahil değildir. Şekil 2.23 incelendiğinde cephesel fırtınaların gelişimlerinde 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde artma olduğu görülmektedir. Şekil 2.23'te grafikleştirilerek

yorumlanan hesaplanmış Boyden indeks değeri 10 yıllık periyotta her dört yılda bir kritik değeri aralığını sağlayan en fazla gün sayısına sahip yılların olduğunu göstermektedir. 2010, 2014 ve 2018 yılları hesaplanan Boyden indeksi değeri 95<...<105 kritik değeri aralığını sağlayan gün sayısı ile 10 yıllık periyotta en fazla gün sayısına sahip yıllardır. 2009, 2012 ve 2017 yılları ise hesaplanan Boyden indeksi değeri 95<...<105 kritik değeri aralığını sağlayan gün sayısı ile 10 yıllık periyotta en az gün sayısına sahip yıllardır.

Kış mevsiminde diğeri mevsimlere göre 700 mb basınç seviyesi düşük sıcaklık ve kalınlık değeri 95<...<105 kritik değeri aralığında az olmasından dolayı gün sayısı olarak baktığımızda düşüktür.

2.2.4.2 İlkbahar mevsimi

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Mart- Nisan- Mayıs aylarının dahil olduğu ilkbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1728 adet Boyden indeksi hesaplanmıştır. 95<...<105 kritik değeri aralığını 613 adet indeks değeri sağlamıştır. 2011 yılı Mart ayında 7 gün, 2018 yılı Nisan ayında 21 gün ve Mayıs ayında 10 gün veri olmadığı için indeks değeri hesaplanamamıştır. Şekil 2.24 incelendiğinde cephesel fırtınaların gelişimlerinde 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde artma olduğu görülmektedir. Kritik değeri olarak 95<...<105 incelendiğinde 2012 ve 2016 yıllarından Boyden indeksi için en fazla gün sayısına sahip yıllar olduğunu söyleyebiliriz.

10 yıllık periyottaki artma 700 mb basınç seviyesinin sıcaklık ve kalınlık değeri 95<...<105 kritik değeri aralığında artmasına bağlıdır. Bu artma havanın sıcaklığının daha erken dönemde ve daha uzun periyotta artmaya başladığının göstergesidir.

2.2.4.3 Yaz mevsimi

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Haziran-Temmuz-Ağustos aylarının dahil olduğu yaz mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1669 adet Boyden indeksi hesaplanmıştır. 95<...<105 kritik değeri aralığını 101 adet indeks değeri sağlamıştır. Şekil 2.25 incelendiğinde cephesel fırtınaların gelişimlerinde 10 yıllık periyotta yaz mevsimi için azalma gözlemlenmiştir. Hesaplanan indeks değeri 95<...<105 kritik değeri şartını sağlayan en fazla gün sayısına 2010 ve 2014 yılları sahiptir.

Yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre 700 mb basınç seviyesi yüksek sıcaklık ve kalınlık değerlerine sahiptir. Bu nedenle hesaplanan Boyden indeks değerleri kritik değer aralığında az olmasından dolayı gün sayısı olarak baktığımızda da düşüktür.

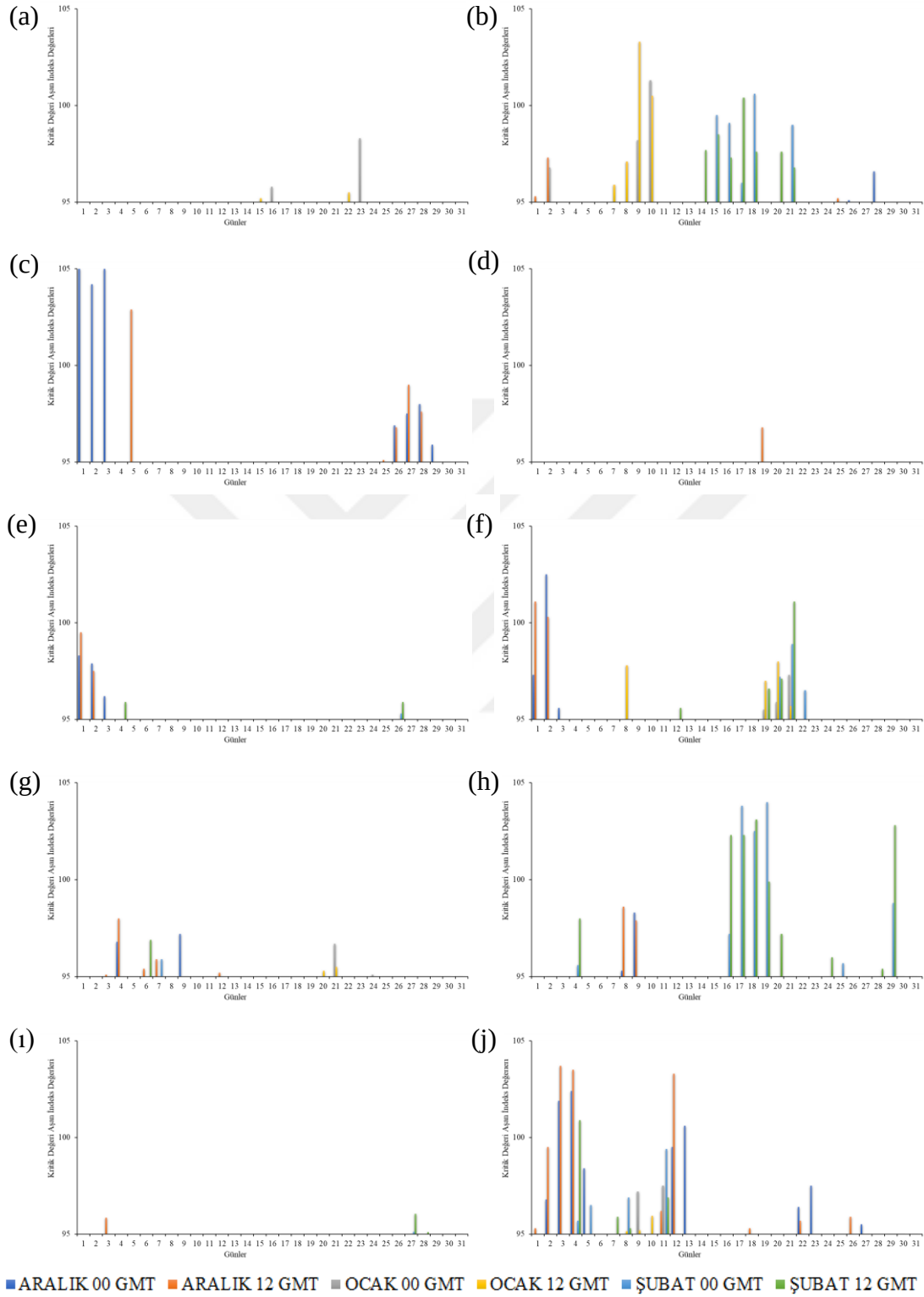
2.2.4.4 Sonbahar mevsimi

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Eylül- Ekim- Kasım aylarının dahil olduğu sonbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1761 adet Boyden indeksi hesaplanmıştır. $95 < \dots < 105$ kritik değer aralığını 621 adet indeks değeri sağlamıştır. Şekil 2.26 incelendiğinde cephesel fırtınaların gelişimlerinde 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde azalma olduğu görülmektedir. Hesaplanan indeks değerlerinde kritik değer şartını sağlayan en fazla gün sayısına 2010, 2013 ve 2017 yılları sahip olmasına rağmen 10 yıllık periyodu beşer yıllık dilimlerle incelediğimizde azalma görülmektedir.

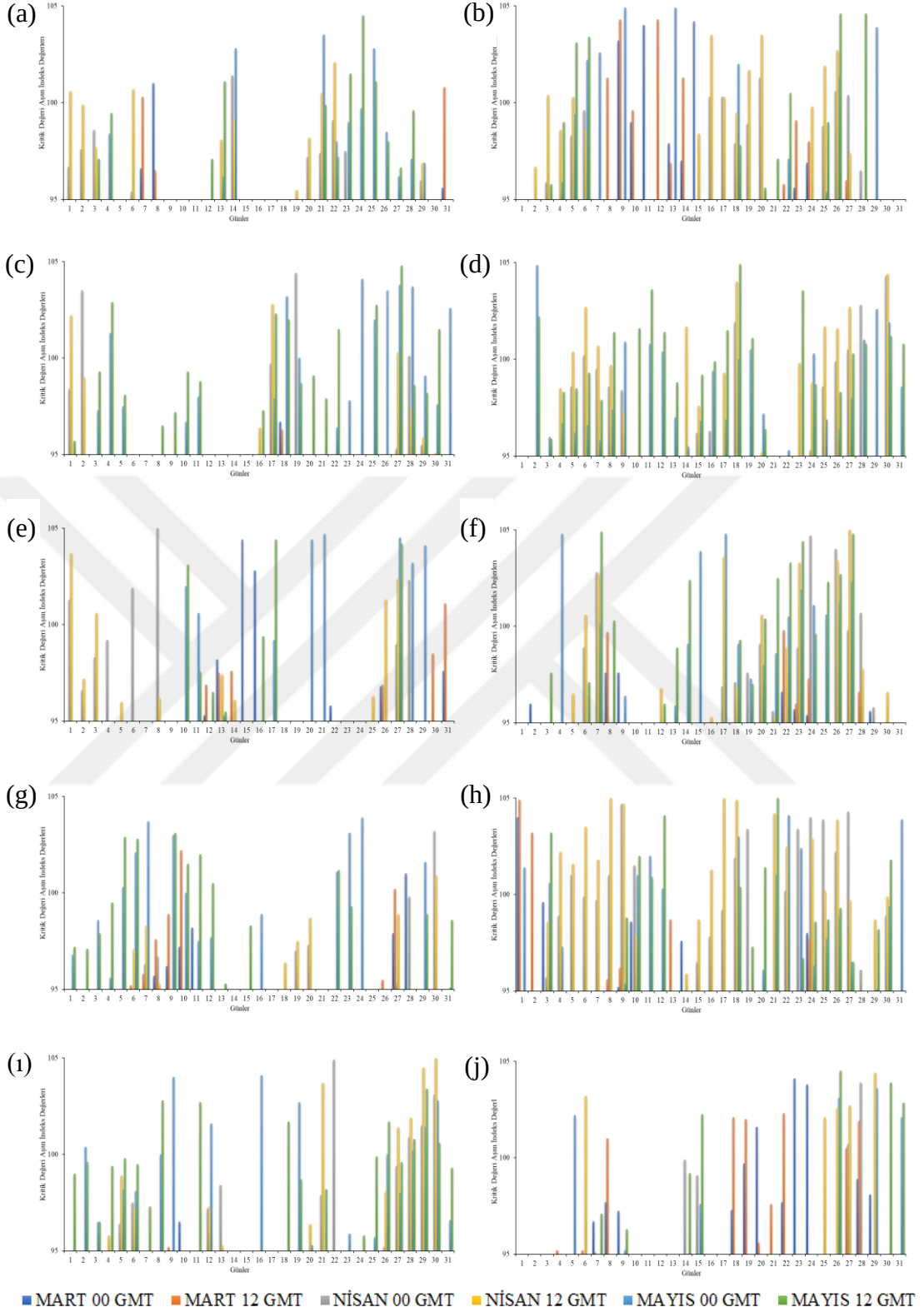
Sonbahar mevsiminde diğer mevsimlere göre 700 mb basınç seviyesi 10 yıllık periyotta yüksek sıcaklık ve kalınlık değerlerine sahip olmaya başlamıştır. Bu nedenle hesaplanan Boyden indeks değerleri 10 yıllık periyotta kritik değer aralığında fazla olmasına rağmen yıllar içerisinde gün sayısı olarak azalma görülmektedir. 10 yıllık periyottaki azalma 700 mb basınç seviyesinin sıcaklık ve kalınlık değerlerinin yıllar içerisindeki düşüşüne bağlıdır. Bu azalma sonbahar mevsiminde yaz mevsiminin etkisinin daha uzun süre devam ettirdiği ve havanın sıcaklığının daha uzun süre yüksek kaldığının göstergesidir.

Kritik değer aralığında bulunan hesaplanmış Boyden indeks değerleri gün sayısının ilkbahar ve sonbahar mevsiminde kış ve yaz mevsimine oranla daha yüksek çıkmasına neden olan 700 mb basınç seviyesinin sıcaklık ve kalınlık değerlerinin yüksek ve düşük sıcaklık ve kalınlık değerlerinden etkilenmesidir. Bu etki hesaplanmış Boyden indeks değerlerini bakılan kritik değer aralığından çıkartmaktadır.

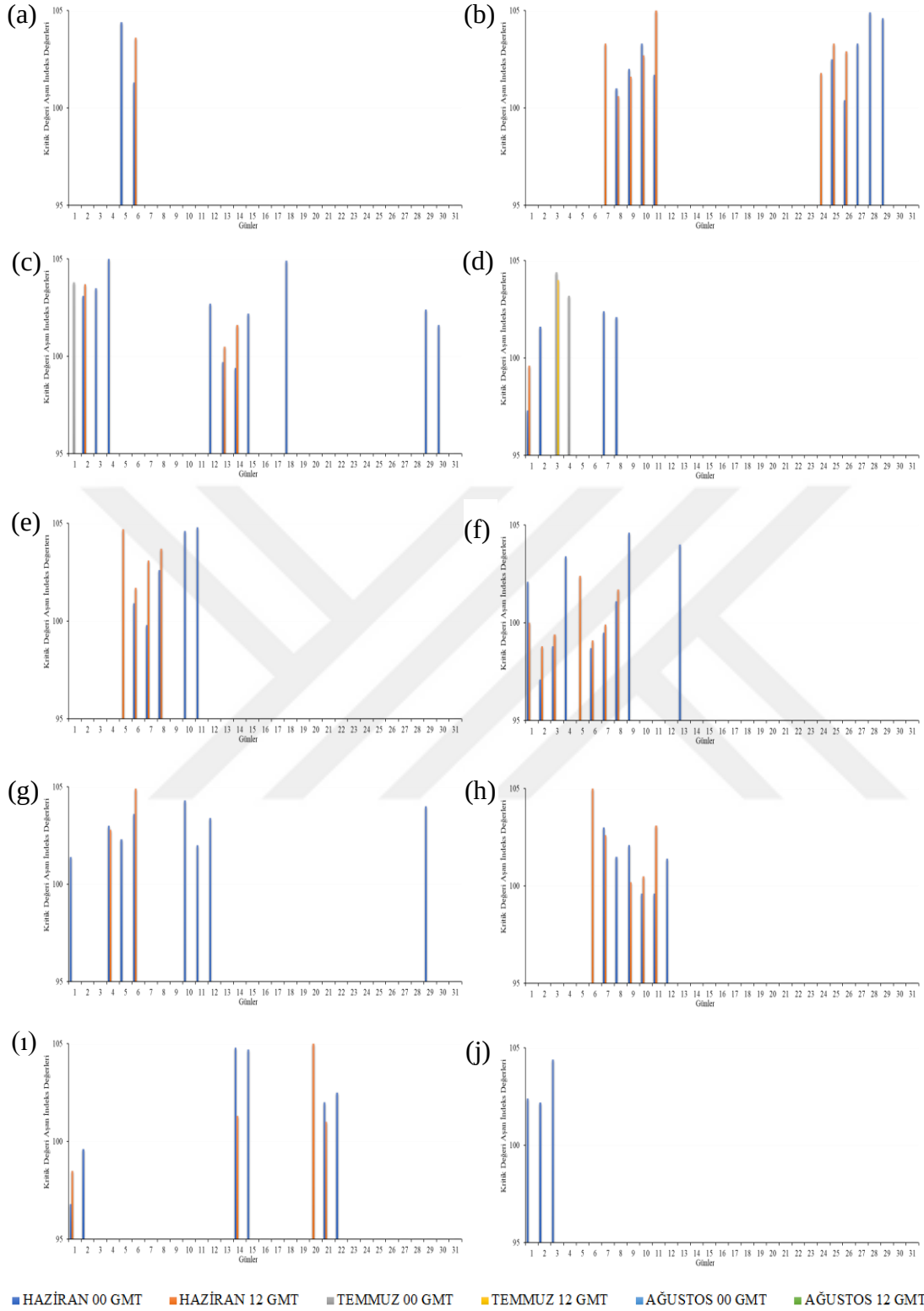
Orta enlemde bulunan Türkiye için Akdeniz bölgesinde yağış ve fırtına en çok mevsim geçişleri olarak geçen ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yaşanmaktadır. Yüksek gün sayılarında bunu doğrular niteliktedir.



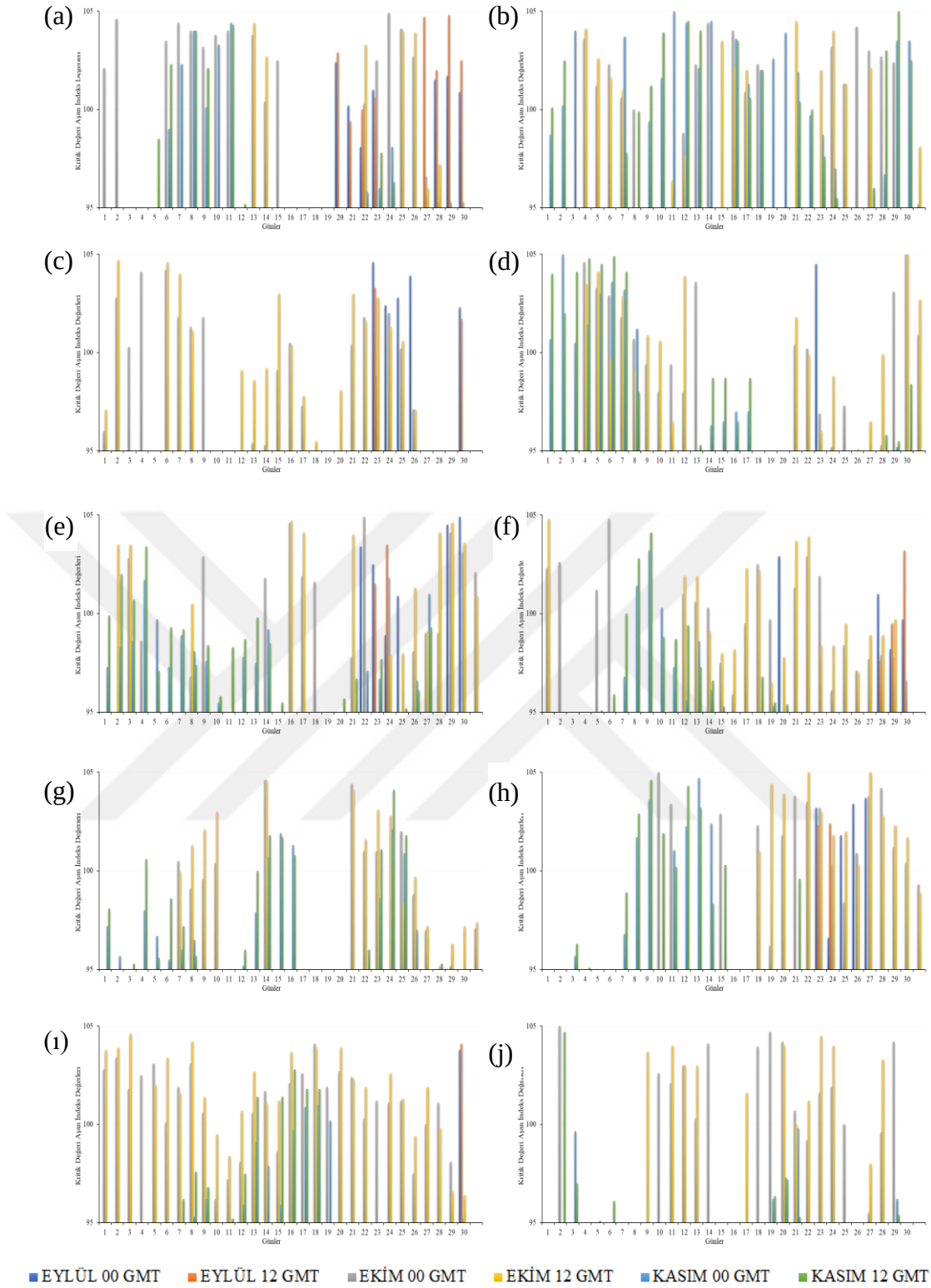
Şekil 2.23 : Boyden indeksi Adana ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.24 : Boyden indeksi Adana ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.25 : Boyden indeksi Adana ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.26 : Boyden indeksi Adana ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.

2.2.5 Nem indeksi

Nem indeksi Lityńska ve ark. (1976) tarafından geliştirilmiştir. Denklem 2.7' de görüldüğü şekilde hesaplanmaktadır (Lityńska ve diğ., 1976). T ve T_d ifadeleri sırasıyla sıcaklık ve çiy noktası sıcaklığını (°C) 850 mb, 700 mb ve 500 mb seviyeleri için temsil etmektedir.

$$HI = (T - T_d)_{850} + (T - T_d)_{700} + (T - T_d)_{500} \quad (2.7)$$

Yapılan gözlemler sonucunda kararsızlık yağışlarında 850 mb ve 500 mb tabakalarının nemliliğinin önemli olduğu bulunmuştur. Lityńska ve diğ. (1976) bu ilişkiyi inceleyerek kritik değerleri (Çizelge 2.5) elde etmiştir.

Çizelge 2.5 : Nem indeks kritik değerleri (Lityńska, 1976).

Nem İndeks Kritik Değerleri	Meydana Gelen Hadise
≤30	Kararsız
>30	Kararlı

Çalışmanın bu bölümünde Isparta ve Adana illeri için günlük radyozonde verileri ile Nem indeksi değerleri hesaplanmış ve grafikler Nem indeksinin kritik değer tablosu baz alınarak, grafiklerde indeks değeri ≤30 olarak sınırlandırılarak analiz edilmiştir.

Nem indeksinin önemi, 850 mb ve 700 mb basınç seviyeleri için sıcaklık ve çiy noktası sıcaklığı arasındaki farkın 5°C veya daha az olduğu yerlerin bulutluluk veya aşağı seviyedeki nem kaynaklarını gösterdiği bilgisinden gelmektedir. Nem indeksi hesabında 850 mb ve 700 mb basınç seviyelerinin sıcaklık ve çiy noktası sıcaklığı önemlidir ve kritik değer şartını sağlamada farkın az olması atmosferik kararsızlık için gerekli olan parametrelerden biridir. 10 yıllık periyotta değişim mevsimler içerisinde incelenmiştir.

2.2.5.1 Kış mevsimi

Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Aralık- Ocak- Şubat aylarının dahil olduğu kış mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1710 adet Nem indeksi hesaplanmıştır. ≤30 kritik değer şartını 925 adet indeks değeri sağlamıştır. 2009 yılı kış mevsimi grafiğine 2008 yılı Aralık ayı verisi dahil değildir. Şekil 2.27 incelendiğinde 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarında azalma görülmektedir. 2010,

2013 ve 2015 yılları kış mevsimi için hesaplanan Nem indeksi değerlerinde ≤ 30 kritik değer şartını sağlayan en fazla gün sayısına sahiptir. 2009, 2014 ve 2016 yılları hesaplanan Nem indeksi değerlerinde ≤ 30 kritik değer şartını sağlayan en az gün sayısına sahiptir.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Aralık- Ocak- Şubat aylarının dahil olduğu kış mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1666 adet Nem indeksi hesaplanmıştır. ≤ 30 kritik değer şartını 797 adet indeks değeri sağlamıştır. 2017 yılı Aralık ayında 22 gün eksik veri olduğu için hesaplanamamıştır. 2009 yılı kış mevsimi grafiğine 2008 yılı Aralık ayı verisi dahil değildir. Şekil 2.28 incelendiğinde 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarında azalma görülmektedir. 2010, 2013 ve 2015 yılları kış mevsimi için hesaplanan Nem indeksi değerlerinde ≤ 30 kritik değer şartını sağlayan en fazla gün sayısına sahiptir. 2009, 2014 ve 2017 yılları hesaplanan Nem indeksi değerlerinde ≤ 30 kritik değer şartını sağlayan en az gün sayısına sahiptir.

Isparta ve Adana illeri için hesaplanan Nem indeksi değerlerine bakarak söylediğimiz 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarındaki azalmanın sebeplerinden biri formüldeki 850 mb ve 700 mb basınç seviyelerinin sıcaklık ve çiy noktası sıcaklıkları arasındaki farkın artmasıdır. Bu farkın artması fırtınaları besleyen nem kaynaklarının azaldığını göstermektedir. 10 yıllık periyottaki artma durumu Isparta ve Adana ili için nem seviyesinin bu süreçte azaldığını göstermektedir.

2.2.5.2 İlkbahar mevsimi

Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Mart- Nisan- Mayıs aylarının dahil olduğu ilkbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1820 adet Nem indeksi hesaplanmıştır. ≤ 30 kritik değer şartını 861 adet indeks değeri sağlamıştır. Şekil 2.29 incelendiğinde 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarında azalma görülmektedir. 2011 ve 2012 yılları ilkbahar mevsimi için hesaplanan Nem indeksi değerlerinde ≤ 30 kritik değer şartını sağlayan en fazla gün sayısına sahiptir.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Mart- Nisan- Mayıs aylarının dahil olduğu ilkbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1742 adet Nem indeksi hesaplanmıştır. ≤ 30 kritik değer şartını 740 adet indeks değeri sağlamıştır. 2011 yılı Mart ayında 8 gün ve 2018 yılı Nisan ayında 23 gün, Mayıs ayında 10 gün eksik veri olduğu için Nem indeksi hesaplanamamıştır. Şekil 2.30 incelendiğinde 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarında azalma görülmektedir. 2015 yılı ilkbahar mevsimi

için hesaplanan ≤ 30 kritik değer şartını sağlayan en fazla gün sayısına sahiptir. Hesaplanan nem indeksi değerlerinde kritik değer şartını sağlayan gün sayısında 2016 yılı ve sonrasında azalma ve buna bağlı olarakta kararsızlık yağışlarında azalma gözlenmiştir.

İlkbahar mevsimi için 10 yıllık periyotta hesaplanan Nem indeksi değerlerine bakarak söylediğimiz Isparta ve Adana illerindeki azalmanın sebebi ile kış mevsimindeki azalmanın sebebi aynıdır.

2.2.5.1 Yaz mevsimi

Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Haziran- Temmuz- Ağustos aylarının dahil olduğu yaz mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1836 adet Nem indeksi hesaplanmıştır. ≤ 30 kritik değer şartını 331 adet indeks değeri sağlamıştır. Şekil A.5 incelendiğinde 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarında artma görülmektedir. 2015 yılı yaz mevsimi için hesaplanan Nem indeksi değerlerinde ≤ 30 kritik değer şartını sağlayan en fazla gün sayısına sahiptir. 2012 ve 2016 yılları hesaplanan Nem indeksi değerlerinde ≤ 30 kritik değer şartını sağlayan en az gün sayısına sahiptir. 2009-2018 yıllarında yaz mevsimi aylar bazında incelendiğinde Nem indeksi için ≤ 30 kritik değer şartını en fazla gün sayısı olarak sağlayan ay Haziran ayıdır.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Haziran- Temmuz- Ağustos aylarının dahil olduğu yaz mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1805 adet Nem indeksi hesaplanmıştır. ≤ 30 kritik değer şartını 187 adet indeks değeri sağlamıştır. 2015 yılı Temmuz ayında 8 gün eksik veri olduğu için hesaplanamamıştır. Şekil A.6 incelendiğinde 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarında azalma görülmektedir. Hesaplanan nem indeksi değerlerinde kritik değer şartını sağlayan gün sayısında 2016 yılı ve sonrasında azalma ve buna bağlı olarakta kararsızlık yağışlarında azalma gözlenmiştir.

Isparta ili için hesaplanan Nem indeksi değerlerine bakarak söylediğimiz 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarındaki artmanın sebeplerinden biri formüldeki 850 mb ve 700 mb basınç seviyelerinin sıcaklık ve çiy noktası sıcaklıkları arasındaki farkın azalması ve Adana ili için hesaplanan Nem indeksi değerlerine bakarak söylediğimiz 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarındaki azalmanın sebeplerinden biri formüldeki 850 mb ve 700 mb basınç seviyelerinin sıcaklık ve çiy noktası sıcaklıkları arasındaki

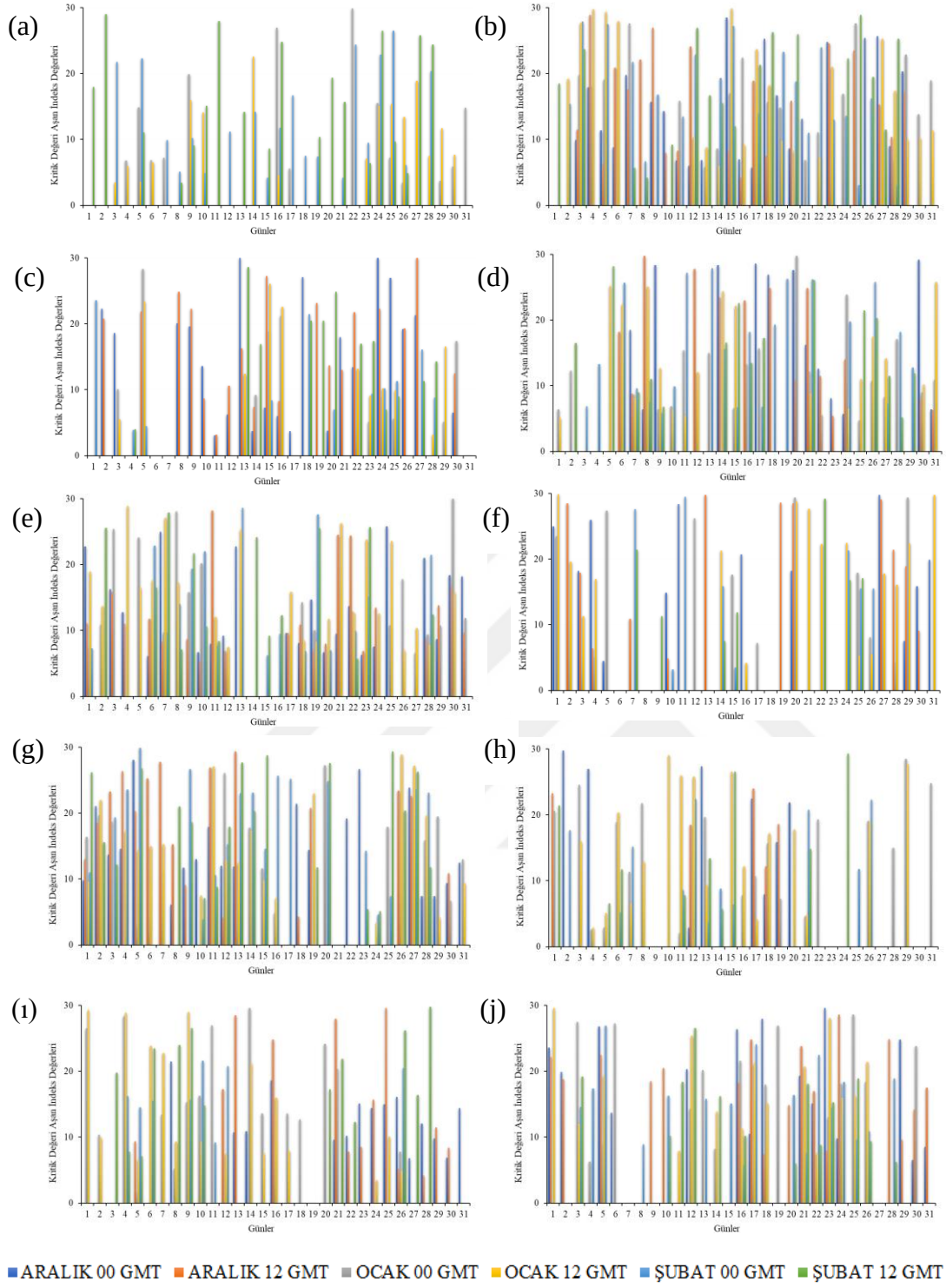
farkın artmasıdır. Bu farkın azalması fırtınaları besleyen nem kaynaklarının arttığını, farkın artması ise fırtınaları besleyen nem kaynaklarının azaldığını göstermektedir. 10 yıllık periyottaki artma ve azalma durumları Isparta ili için nem seviyesinin arttığı, Adana ili için ise nem seviyesinin bu süreçte azaldığını göstermektedir. Isparta ilinde nem seviyesindeki artmanın nedenlerinden biri yakın dönemde bölgede yapılan çok sayıda barajın yazın sıcaklığın artma ile nem seviyesini arttırmasından kaynaklıdır. Adana ilinde nem seviyesindeki azalmanın nedenlerinden biri kış ve ilkbahar mevsiminde yağın kar yağışının 10 yıllık periyotta azalmasından kaynaklıdır.

2.2.5.1 Sonbahar mevsimi

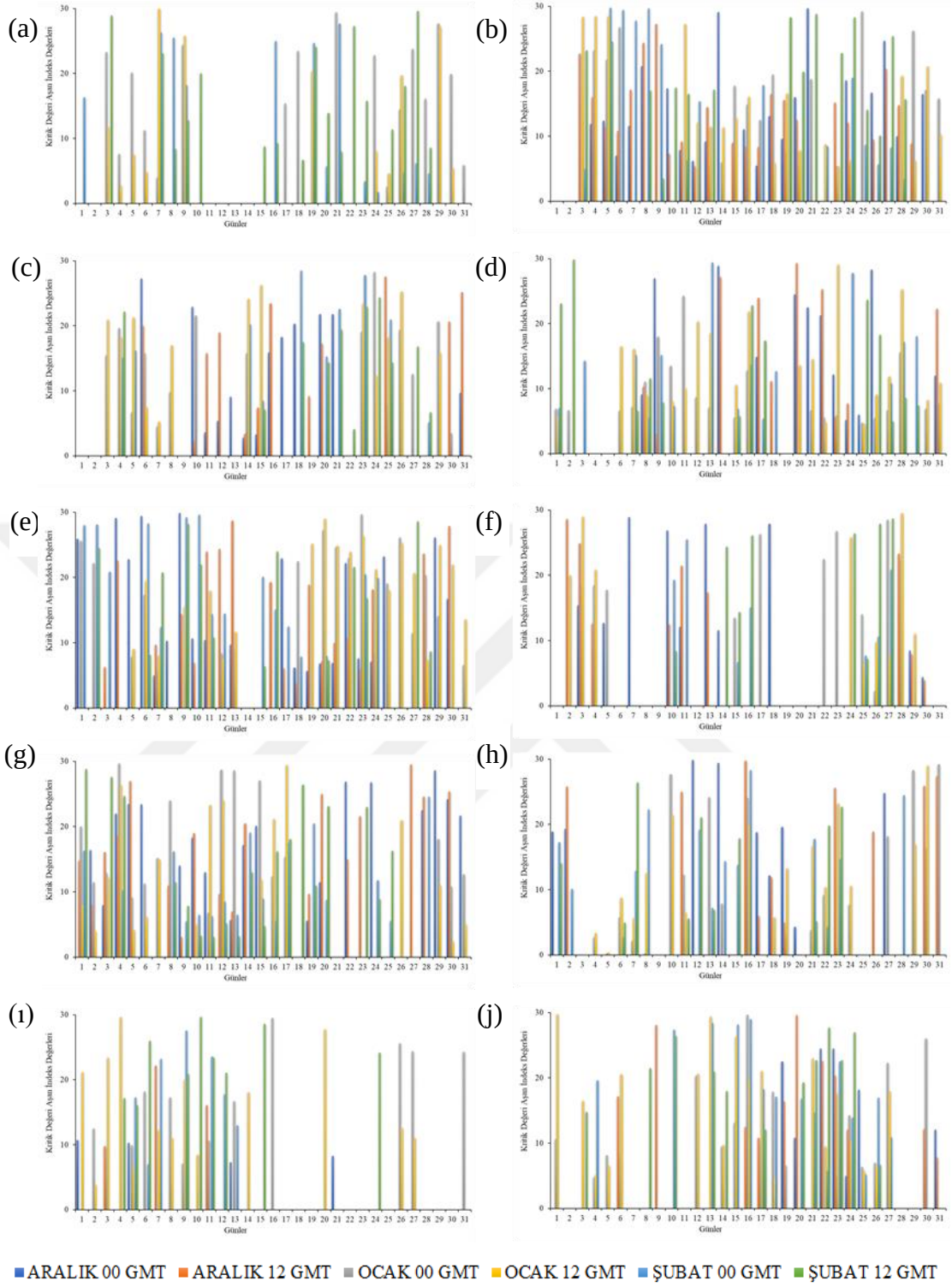
Isparta ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Eylül- Ekim- Kasım aylarının dahil olduğu sonbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1738 adet Nem indeksi hesaplanmıştır. ≤ 30 kritik değer şartını 563 adet indeks değeri sağlamıştır. Şekil A.7 incelendiğinde 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarında artma görülmektedir. Yıllar kendi içerisinde minimum düzeyde artma trendi göstererek 10 yıllık periyotta artma göstermiştir. 2014 yılı sonbahar mevsimi için hesaplanan Nem indeksi değerlerinde ≤ 30 kritik değer şartını sağlayan en fazla gün sayısına sahiptir. 2009-2018 yıllarında sonbahar mevsimi aylar bazında incelendiğinde Nem indeksi için ≤ 30 kritik değer şartını en fazla gün sayısı olarak sağlayan ay Ekim ayıdır.

Adana ili için 2009-2018 yıllarını kapsayan Eylül- Ekim- Kasım aylarının dahil olduğu sonbahar mevsiminde MGM'den alınan radyozonde verileri ile 1766 adet Nem indeksi hesaplanmıştır. ≤ 30 kritik değer şartını 480 adet indeks değeri sağlamıştır. 2009 yılı Eylül ayında 12 gün ve 2016 yılı Kasım ayında 8 gün eksik veri olduğu için hesaplanamamıştır. Şekil A.8 incelendiğinde 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarında azalma görülmektedir. Hesaplanan nem indeksi değerlerinde kritik değer şartını sağlayan gün sayısında 2016 yılı ve sonrasında azalma ve buna bağlı olarakta kararsızlık yağışlarında azalma gözlenmiştir.

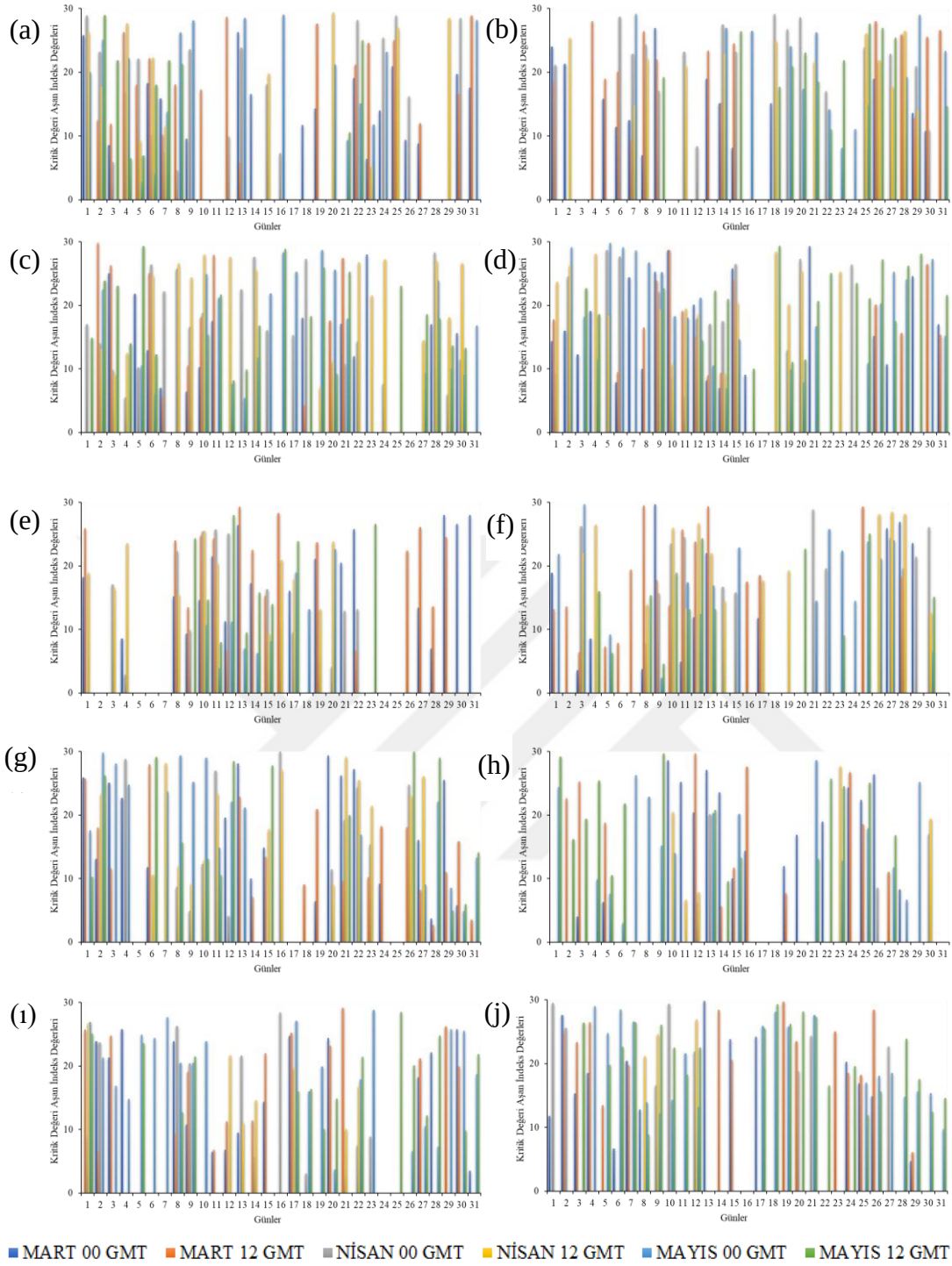
Sonbahar mevsimi için 10 yıllık periyotta hesaplanan Nem indeksi değerlerine bakarak söylediğimiz Isparta ilindeki artmanın ve Adana ilindeki azalmanın sebebi ile yaz mevsimindeki azalma ve artmanın sebebi aynıdır.



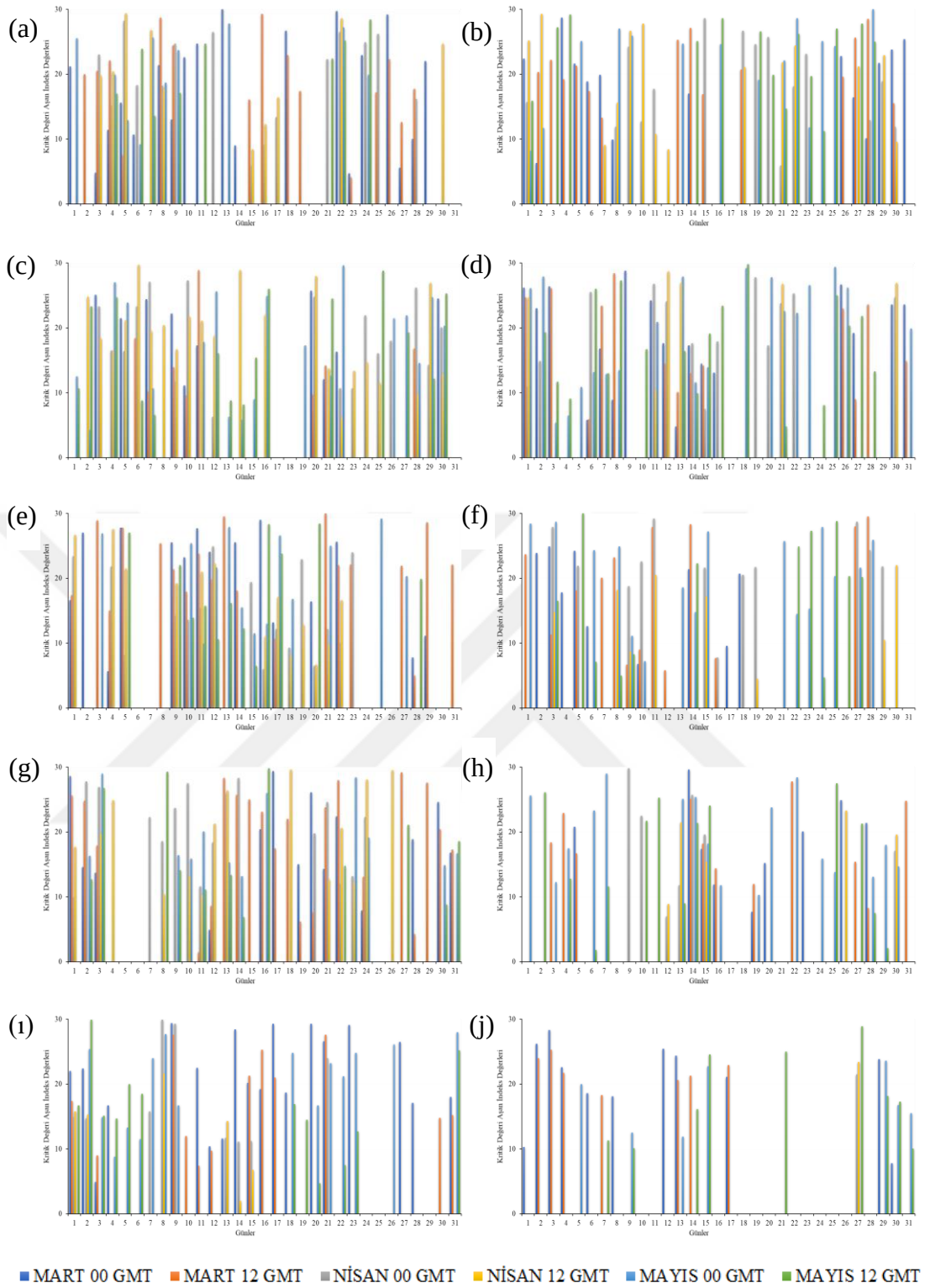
Şekil 2.27 : Nem indeksi Isparta ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.28 : Nem indeksi Adana ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının kış mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.29 : Nem indeksi Isparta ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil 2.30 : Nem indeksi Adana ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının ilkbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.

2.3 Metar Kodları

METAR, havacılık amaçlı rutin hava raporunun kod ismidir. METAR kod formu ise aeronatik amaçlar için belirlenen rutin hava raporudur. Bilgiler, uçuş öncesinde veya uçuş esnasında dikkate alınıp değerlendirilebilen milli ve milletlerarası rasat veri tabanlarını besler. Pilot böylelikle kalkış, varış ve yedek havaalanlarındaki meteorolojik şartlardan haberdar olur (Url-3).

METAR kod ismi, ayrı ayrı hazırlanan her raporun başlangıcında bulunur ve bunu takiben gözlemi yapan istasyonun indikatörü ve gözlem zamanı belirtilir (Url-3). 30 dakika aralıklarla yapılan gözlem yer rüzgar yönü ve şiddeti (knot), görüş mesafesi, pist görüş mesafesi, halihazır hava durumu, bulut bilgileri, dikine rüyet, hava ve işba sıcaklığı (°C), alçak seviye rüzgar değişimi, deniz yüzey sıcaklığı ve denizin durumu, pistin durumu içermektedir. Bu çalışmada 2009-2018 yılları için halihazır hava durumu kodunun (w'w') içerisinde belirli kod göstergeleri seçilerek ilenmiştir. 10 yıllık periyotta toplamda Adana için 7229 adet verinin içerisinde çalışmaya özel olarak kodlar ayrıştırılarak 436 adet, Isparta için 1366 adet verinin içerisinde çalışmaya özel olarak kodlar ayrıştırılarak 384 veri kullanılmıştır.

Çizelge 2.6 : Halihazır hava durumu (w'w') (Url-3).

Nitelik				Hava Hadiseleri					
Hadisenin yakınlık veya şiddeti		Tanımlayıcı		Yağış		Görüş engelleyici hadiseler		Diğerleri	
(-)	Hafif	MI	Sığ	DZ	Çisenti	BR	Pus	PO	Toz-kum türbüyonu
()	Mutedil	BC	Parçalı	RA	Yağmur	FG	Sis	SQ	Squall
(+)	Şiddetli	PR	Kısmi	SN	Kar	FU	Duman	FC	Hortum bulutu tornado
VC	İstasyon civarında	DR	Sürüklenen	SG	Kar grenleri	VA	Volkanik kül	SS	Kum fırtınası
		BL	Savrulan	IC	Buz kristali	DU	Geniş alana yayılmış toz	DS	Toz fırtınası
		SH	Sağanaklar	PL	Buz paletleri	SA	Kum		
		TS	Oraj	GR	Dolu	HZ	Toz pusu		
		FZ	Aşırı soğumuş	GS	Küçük dolu				

Çalışmada Çizelge 2.6 'de bahsedildiği üzere METAR kodunun nitelik kısmında hadisenin yakınlık ve şiddeti kodlarının tamamı, tanımlayıcı kodunun sağanaklar ve oraj, hava hadiseleri kısmında yağış kodunun çisenti, yağmur, kar ve dolu tercih edilmiştir ve kısaltma harfleri dikkate alınmıştır. Radyozonde verisinde kullanılan 00 UTC ve 12 UTC' ye en yakın zaman dilimi olan 23:50 ve 11:50 dikkate alınmıştır. METAR kodları hesaplanan kararsızlık indeks sonuçlarının istatistiksel yöntemlerle tahmin karşılaştırılması için kullanılmıştır.

2.3.1 İndeks Sonuçlarının İstatistiksel Yöntemlerle Tahmin Karşılaştırılması

Bu bölümde 2.2'de anlatılmış olan beş indeksin uygulaması yapılmıştır. Uygulamada çizelge 2.7 dikkate alınarak Akdeniz bölgesinde Isparta ve Adana için kararsızlığı tahmin etmekte en başarılı indeks araştırılmıştır. Çizelge 2.7'de "A" harfi ile gösterilen değer toplam veri sayısı içerisindeki gerçek tahminleri, "B" harfi ile temsil edilen değer toplam veri içerisindeki yanlış ikazları, "C" harfi temsil edilen değer toplam veri içerisinde yanlış tahminleri ve "D" harfi ile gösterilen değer ise toplam tahminler içerisinde doğru tahminleri göstermektedir. Bu temsili harfler, Doğruluk Yüzdesi, Tespit Etme İhtimali, Yanlış İkaz Oranı yöntemleri için kullanılarak indekslerin tahmin başarıları değerlendirilmiştir.

Doğruluk yüzdesi yöntemi gerçek tahminlerle doğru tahminlerin toplamının, toplam veri sayısına oranını gösterir. Dünyada en çok kullanılan yöntemlerden biridir (Dalkılıç, 2002). Denklem 2.7'de görüldüğü şekilde hesaplanmaktadır.

$$DY = (A + D)/(A + B + C + D) \quad (2.7)$$

Tespit etme ihtimali yöntemi toplam veri sayısı içerisinde indeksin gerçek tahminlerinin ("A" harfi gerçekte orajın olduğu ve indeksin de orajın olacağını tahmin ettiği gün sayısı), indeksin gerçek tahminlerinin ve yanlış tahminlerinin ("C" harfi gerçekte oraj olmaktadır fakat indeks oraj tahmin edemediği gün sayısı) toplamına oranını gösterir. Denklem 2.8'de gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$TEİ = A/(A + C) \quad (2.8)$$

Yanlış ikaz oranı yöntemi toplam veri içerisinde indeksin yanlış ikazlarının ("B" harfi gerçekte orajın olmadığı ama indeksin oraj olacağını tahmin ederek yanlış ikaz verdiği gün sayısı), indeksin yanlış ikazlarının ve doğru tahminlerinin ("D" harfi gerçekte oraj

olmamış indeksinde orajın olmayacağını belirttiği gün sayısı) toplamına oranını gösterir. Denklem 2.9’te gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$YİO = B/(B + D) \quad (2.9)$$

İndeks uygulamasında 2009-2018 periyodu boyunca Adana ve Isparta genelinde iki havalimanında oluşan orajlı ve sağanaklı günler hesaplanan beş indeksin değerleri ile kıyaslanmıştır. İndekslerin başarısını daha doğru tespit edebilmek için indeks çıktıları sadece radyozonde ölçüm saatine en yakın zaman dilimi tercih edilmiştir. Toplamda 2009-2018 periyodu boyunca hesaplanan Adana için 6777 indeks verisi ve Isparta için 7078 indeks verisi üzerinde çalışılmıştır. Kıyaslama çizelge 2.7’de gösterilmiştir. Kıyaslama yapılırken indekslerin kararsızlığı, oraj ve sağanak tahmin etme kritik sınır değerleri olarak İstanbul Atatürk Havalimanı’nda kullanılan temp diyagramının kritik sınır değerleri (Çizelge 2.8) tercih edilerek kullanılmıştır. İndekslerin başarı yüzdeleri bahsi geçen üç yöntem kullanılarak hesaplanmıştır. Bu üç yöntem kullanılarak elde edilen sonuçlar iki il içinde her bir indeks için ayrı çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 2.7 : 2x2 İhtimal tablosu.

İndeks Adı		Gözlenen Gün Sayısı		
		Evet	Hayır	Toplam
Tahmin	Evet	A	B	A+B
	Hayır	C	D	C+D
	Toplam	A+C	B+D	A+B+C+D

Çizelge 2.8 : İndekslerin kritik değerleri.

İndeksler	Kritik Sınır Değerleri
K indeksi	>20
SWEAT indeksi	>300
Toplam Toplamlar indeksi	>44
Boyden indeksi	>95
Nem indeksi	≤30

Çizelge 2.9 : Isparta için K indeksi sonuçları.

K indeksi		Gözlenen Gün Sayısı		
		Evet	Hayır	Toplam
Tahmin	Evet	353	3746	4099
	Hayır	30	3237	3267
	Toplam	383	6983	7366

Çizelge 2.10 :Isparta için K indeksi başarı değerleri.

Tespit Etme İhtimali (%)	Yanlış İkaz Oranı (%)	Doğruluk Yüzdesi (%)
92.17	53.64	48.74

Çizelge 2.11 : Isparta için Toplam Topamlar indeksi sonuçları.

Toplam Topamlar indeksi		Gözlenen Gün Sayısı		
		Evet	Hayır	Toplam
Tahmin	Evet	345	3818	4163
	Hayır	38	3165	3203
	Toplam	383	6983	7366

Çizelge 2.12 :Isparta için Toplam Topamlar indeksi başarı değerleri.

Tespit Etme İhtimali (%)	Yanlış İkaz Oranı (%)	Doğruluk Yüzdesi (%)
90.08	54.68	47.65

Çizelge 2.13 : Isparta için SWEAT indeksi sonuçları.

SWEAT		Gözlenen Gün Sayısı		
		Evet	Hayır	Toplam
Tahmin	Evet	14	83	97
	Hayır	369	6900	7269
	Toplam	383	6983	7366

Çizelge 2.14 :Isparta için SWEAT indeksi başarı değerleri.

Tespit Etme İhtimali (%)	Yanlış İkaz Oranı (%)	Doğruluk Yüzdesi (%)
3.66	1.19	93.86

Çizelge 2.15 : Isparta için Nem indeksi sonuçları.

Nem indeksi		Gözlenen Gün Sayısı		
		Evet	Hayır	Toplam
Tahmin	Evet	350	2499	2849
	Hayır	33	4484	4517
	Toplam	383	6983	7366

Çizelge 2.16 :Isparta için Nem indeksi başarı değerleri.

Tespit Etme İhtimali (%)	Yanlış İkaz Oranı (%)	Doğruluk Yüzdesi (%)
91.38	35.79	65.63

Çizelge 2.17 : Adana için K indeksi sonuçları.

K indeksi		Gözlenen Gün Sayısı		
		Evet	Hayır	Toplam
Tahmin	Evet	420	3070	3490
	Hayır	15	3707	3722
	Toplam	435	6777	7212

Çizelge 2.18 :Adana için K indeksi başarı değerleri.

Tespit Etme İhtimali (%)	Yanlış İkaz Oranı (%)	Doğruluk Yüzdesi (%)
96.55	45.30	57.22

Çizelge 2.19 : Adana için Toplam Toplamlar indeksi sonuçları.

Toplam Toplamlar indeksi		Gözlenen Gün Sayısı		
		Evet	Hayır	Toplam
Tahmin	Evet	399	3496	3895
	Hayır	36	3281	3317
	Toplam	435	6777	7212

Çizelge 2.20 :Adana için Toplam Toplamlar indeksi başarı değerleri.

Tespit Etme İhtimali (%)	Yanlış İkaz Oranı (%)	Doğruluk Yüzdesi (%)
91.72	51.59	51.03

Çizelge 2.21 : Adana için SWEAT indeksi sonuçları.

SWEAT indeksi		Gözlenen Gün Sayısı		
Tahmin		Evet	Hayır	Toplam
	Evet	31	104	135
	Hayır	404	6673	7077
	Toplam	435	6777	7212

Çizelge 2.22 :Adana için SWEAT indeksi başarı değerleri.

Tespit Etme İhtimali(%)	Yanlış İkaz Oranı(%)	Doğruluk Yüzdesi (%)
7.13	1.53	92.96

Çizelge 2.23 : Adana için Boyden indeksi sonuçları.

Boyden indeksi		Gözlenen Gün Sayısı		
Tahmin		Evet	Hayır	Toplam
	Evet	80	1424	1504
	Hayır	295	2705	3000
	Toplam	375	4129	4504

Çizelge 2.24 :Adana için Boyden indeksi başarı değerleri.

Tespit Etme İhtimali (%)	Yanlış İkaz Oranı(%)	Doğruluk Yüzdesi (%)
21.33	34.49	61.83

Çizelge 2.25 : Adana için Nem indeksi sonuçları.

Boyden indeksi		Gözlenen Gün Sayısı		
Tahmin		Evet	Hayır	Toplam
	Evet	399	2023	2422
	Hayır	36	4754	4790
	Toplam	435	6777	7212

Çizelge 2.26 :Adana için Nem indeksi başarı değerleri.

Tespit Etme İhtimali (%)	Yanlış İkaz Oranı(%)	Doğruluk Yüzdesi (%)
91.72	29.85	71.45

METAR kodları ile beş indeksin başarısı Doğruluk Yüzdesi, Tespit Etme İhtimali ve Yanlış İkaz Oranı yöntemleri ile üç farklı şekilde incelenmiştir. Havacılık amaçlı oraj tahmin edilmesi amaçlandığında bu üç yöntem arasında en yararlıları Tespit Etme İhtimali ve Doğruluk Yüzdesidir. Tespit Etme İhtimali yöntemi gelecekte oluşacak orajı en iyi tahmin edecek indeksi tespit ederken, Doğruluk Yüzdesi yöntemi indeks genel olarak en başarılı olanını tespit etmektedir. Yanlış İkaz Oranı yöntemi ise indeks gelecekte orajın oluşacağını öngördüğü ama gerçekte orajın oluşmadığı durumları tespit etmektedir.

Doğruluk Yüzdesi yönteminde Isparta ili ve Adana ili için SWEAT indeksi en yüksek değerleri veren indekstir. Tespit Etme İhtimali yönteminde Isparta ve Adana illeri için K indeksi en yüksek değerleri veren indekstir. Toplam Toplamlar indeksi ve Nem indeksi, K indeksinden sonra yüksek değere sahip indekslerdir. Yüzdelik hesapta K-Toplam Toplamlar- Nem indeksleri birbirlerine yakın değerler almışlardır. Yanlış İkaz Oranı yönteminde Isparta ili ve Adana ili için SWEAT indeksi en düşük değeri veren indekstir. Böylelikle Doğruluk Yüzdesi ve Yanlış İkaz Oranı yöntemlerinin sonuçlarının birbirlerine paralel olarak çıktığı görülmektedir. Tespit Etme İhtimali ve Doğruluk yüzdesi yöntemlerinin aynı anda yüksek olduğu indeks ise Nem indeksidir. Nem indeksi en güvenilir indekstir.

2.4 İndeksler Arasındaki Korelasyon Analizi

Bu bölümde, bölüm 2.2’de hesaplanan K- Toplam Toplamlar- Nem indeksleri arasında Spearman sıra korelasyon katsayısı SPSS analiz programında hesaplanarak, Isparta ve Adana illeri için K-Toplam Toplamlar, Nem- Toplam Toplamlar ve Nem- K indeksleri mevsimsel olarak gruplandırılmış ve grafiklendirilmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma sahip olmadığı durumlarda Spearman sıra korelasyon katsayısı tercih edilir ve monotonik ilişkiden bahsedilir. Spearman sıra korelasyon katsayısı $-1 < \dots < 1$ arasında değer almaktadır. Değer tablosu çizelge 2.27’ de verilmiştir. Pozitif değerler doğrusal, negatif değerler ters yönlü ilişkiyi temsil etmektedir.

Çizelge 2.27 : Spearman sıra korelasyon katsayısı değer tablosu.

İlişki	Negatif	Pozitif
Zayıf	-0.5- 0.0	0.0-0.5
Güçlü	-1.0- -0.5	0.5-1.0

Grafiklerde r^2 olarak belirtilen değer, belirleme katsayısıdır ve bir değişkenin içindeki varyasyonunun ne kadarının diğer değişken tarafından açıklandığını belirtir. Spearman korelasyon lineer denklemi olarak $y=mx+b$ kullanılmıştır. y ve x değerleri hesaplanan K- Toplam Topamlar- Nem indeks değerlerini, m gradyan değerini ve b bir doğrunun dikey eksenini kestiği noktayı ifade etmektedir.

Çizelge 2.28 : Isparta ili için mevsimsel Spearman sıra korelasyon katsayısı değerleri.

	K- TT	Nem- TT	Nem- K
Kış	0.806	-0.655	-0.830
İlkbahar	0.729	-0.491	-0.650
Yaz	0.750	-0.632	-0.695
Sonbahar	0.761	-0.627	-0.704

Çizelge 2.29 : Adana ili için mevsimsel Spearman sıra korelasyon katsayısı değerleri.

	K- TT	Nem- TT	Nem- K
Kış	0.822	-0.714	-0.876
İlkbahar	0.675	-0.517	-0.745
Yaz	0.668	-0.673	-0.810
Sonbahar	0.759	-0.672	-0.790

Spearman sıra korelasyon katsayılarını ve grafikleri mevsimsel olarak analiz ettiğimizde Isparta ili için kış mevsiminde K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde güçlü ilişki, Nem- Toplam Topamlar indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki, ilkbahar mevsiminde K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde güçlü ilişki, Nem- Toplam Topamlar indeksi arasında negatif yönde zayıf ilişki ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki, yaz mevsiminde K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde güçlü ilişki, Nem- Toplam Topamlar indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki, sonbahar mevsiminde K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde güçlü ilişki, Nem- Toplam Topamlar indeksi arasında negatif yönde zayıf ilişki ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki görülmektedir. Spearman sıra korelasyon

katsayılarını mevsimsel olarak analiz ettiğimizde Adana ili için kış mevsiminde K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde güçlü ilişki, Nem- Toplam Topamlar indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki, ilkbahar mevsiminde K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde güçlü ilişki, Nem- Toplam Topamlar indeksi arasında negatif yönde orta şiddette ilişki ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki, yaz mevsiminde K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde güçlü ilişki, Nem- Toplam Topamlar indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki, sonbahar mevsiminde K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde güçlü ilişki, Nem- Toplam Topamlar indeksi arasında negatif yönde zayıf ilişki ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde güçlü ilişki görülmektedir.

Şekil A.9' da Isparta ve Adana illeri için kış mevsiminde indeksler arasındaki saçılım grafiğini ve indeksler arasındaki lineer denklemi (eğim-kesme noktalarını) göstermektedir. Buna göre Isparta ve Adana illeri için K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde, Nem- Toplam Topamlar ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde ilişki vardır. Şekil A.10' da Isparta ve Adana illeri için ilkbahar mevsiminde indeksler arasındaki saçılım grafiğini ve indeksler arasındaki lineer denklemi (eğim-kesme noktalarını) göstermektedir. Buna göre Isparta ve Adana illeri için K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde, Nem- Toplam Topamlar ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde ilişki vardır. Şekil A.11' de Isparta ve Adana illeri için yaz mevsiminde indeksler arasındaki saçılım grafiğini ve indeksler arasındaki lineer denklemi (eğim-kesme noktalarını) göstermektedir. Buna göre Isparta ve Adana illeri için K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde, Nem- Toplam Topamlar ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde ilişki vardır. Şekil A.12' de Isparta ve Adana illeri için sonbahar mevsiminde indeksler arasındaki saçılım grafiğini ve indeksler arasındaki lineer denklemi (eğim-kesme noktalarını) göstermektedir. Buna göre Isparta ve Adana illeri için K- Toplam Topamlar indeksi arasında pozitif yönde, Nem- Toplam Topamlar ve Nem- K indeksi arasında negatif yönde ilişki vardır.

3.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bölüm 2.1’de, Akdeniz bölgesinin coğrafik ve topografik özellikleri ve buna bağlı olarak görülen hava paternlerinden bahsedilmiştir. Akdeniz bölgesindeki en sık karşılaşılan ekstrem meteorolojik olaylardan orajların gün sayısında ve şiddetinde değişim beklenmektedir. Çalışmanın motivasyonu da havalimanları için Akdeniz bölgesinde kararsızlık indeksleri ile oraj analizi yapılmasıdır. Çalışmanın bölüm 2.2 kısmında Isparta ve Adana illeri için 2009-2018 yıllarına ait 10 yıllık periyoda sahip MGM’den alınan radyozonde verileri üzerinden hesaplanan kararsızlık indeks değerleri mevsimsel olarak gruplandırılarak analiz edilmiştir. Elde edilen grafikler ve istatistik analizler sonucunda oluşturulan çizelgelerden yararlanarak elde edilen sonuçlardan bahsedilmiştir.

K indeksi için hesaplanan kış mevsimi değerlerine göre Isparta için 10 yıllık periyotta oraj şiddeti artmıştır ama oraj görülme sayısı azalmıştır. 10 yıllık periyotta dikkatimizi çeken 2015 yılını takip eden yıllarda >20 kritik değerini aşan gün sayısında büyük oranda azalma görülmüş olmasıdır. Kış mevsiminde Adana ili için 10 yıllık periyotta düzensiz bir artma veya azalma eğrisi görülmektedir. Isparta ili için hesaplanan K indeksi değerlerine benzer şekilde Adana ili içinde 2015 yılını takip eden yıllarda >20 kritik değerini aşan gün sayısında azalma vardır. İlkbahar mevsiminde Isparta için hesaplanan K indeks değerlerinde 10 yıllık periyotta artma veya azalma gözlenmemiştir, Adana için ise 10 yıllık periyotta düzensiz bir artma ve azalma görülmektedir. Isparta ve Adana illeri için Mayıs ayları diğer ilkbahar aylarına göre K indeksi bakımından yüksek kararsızlık değerlerine ve gün sayısı olarakta daha fazla güne dağılmıştır. Yaz mevsiminde Isparta için hesaplanan K indeks değerlerinde 10 yıllık periyotta düzensiz bir artma veya azalma eğrisi görülmektedir, Adana için ise hesaplanan K indeks değerlerinde >20 kritik değerini aşan gün sayısında azalma görülmektedir. Sonbahar mevsiminde Isparta için hesaplanan K indeks değerlerinde 10 yıllık periyotta kısa dönemli periyotlarla azalma ve artma döngüsünde olduğu görülmektedir, Adana için ise 10 yıllık periyotta indeks değerlerinde düzenli artış veya azalış trendi görülmemesine rağmen 10 yıllık periyotta yüksek indeks değerlerinin

artışı görülmektedir. Bu artış bize fırtına şiddetlerinde artış olduğunu söylemektedir. Toplam Topamlar indeksi için hesaplanan kış mevsimi değerlerine göre Isparta ili için yıllar içerisinde kritik değeri aşan gün sayısında kısa periyotlu azalma ve artmalar mevcuttur, 10 yıllık periyodu ilk 5 yıl ve son 5 yıl olarak 2'ye ayırırsak eğer toplam sayıda azalma görülmektedir. Kış mevsimine Adana ili içinde bakıldığında yıllar içerisinde kritik değerini aşan gün sayısında azalma görülmektedir. İlkbahar mevsiminde Isparta ili için hesaplanan Toplam toplamlar indeks değerleri 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde >44 kritik değer şartını sağlayan gün sayısı azalmıştır. Hesaplanan Toplam toplamlar indeks değerleri gruplandırılarak incelendiğinde ise oraj şiddetinin arttığı görülmektedir. Adana ilinin yıllar içerisinde Toplam toplamlar indeksi üzerinden mevsimsel değişimini incelersek eğer kritik değer olan >44 şartını sağlayan gün sayısında azalma görülmüştür. Bu azalma oraj şiddetinde de görülmektedir. Yaz mevsiminde Isparta ili için hesaplanan Toplam toplamlar indeks değerleri 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde >44 kritik değer şartını sağlayan gün sayısında düzensiz bir artma ve azalma eğrisi mevcuttur. Hesaplanan Toplam Topamlar indeks değerleri gruplandırılarak incelendiğinde ise oraj şiddetinin arttığı görülmektedir. Adana ili için 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde >44 kritik değer şartını sağlayan gün sayısında kısa periyotlu bir artış ve azalış eğrisi mevcuttur. 2009-2018 yılları için hesaplanan Toplam Topamlar indeks değerleri dikkatle incelendiğinde oraj şiddetinde düşüş olduğu görülmektedir. Sonbahar mevsiminde Isparta ili için hesaplanan Toplam toplamlar indeks değerleri 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde >44 kritik değer şartını sağlayan gün sayısı azalmıştır. Bununla birlikte oraj şiddetinde artış gözlenmiştir. Adana ili için hesaplanan Toplam toplamlar indeks değerleri 10 yıllık periyotta >44 kritik değer şartını sağlayan gün sayısında azalma görülürken oraj şiddetinde de artış görülmektedir. SWEAT indeksi için hesaplanan kış mevsimi değerleri incelendiğinde Isparta ve Adana illeri için 10 yıllık periyotta şiddetli oraj görülmesinin azaldığı görülmektedir. İlkbahar mevsiminde Isparta ili için hesaplanan SWEAT indeks değerleri incelendiğinde 10 yıllık periyotta şiddetli oraj görülmesinin arttığı görülmektedir. Isparta ili için mevsimler kıyaslandığında en fazla şiddetli oraj görülen mevsimin İlkbahar olduğu fark edilmiştir. Adana ili için hesaplanan SWEAT indeks değerleri incelendiğinde 10 yıllık periyotta şiddetli oraj görülmesinin azaldığını söyleyebiliriz. Yaz mevsiminde Isparta ili için hesaplanan SWEAT indeks değerleri incelendiğinde beklenen oraj şiddetinde 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde artış olduğu görülmektedir. Adana ili için hesaplanan SWEAT indeks değerleri incelendiğinde

beklenen oraj şiddetinin 10 yıllık periyotta gün sayısı olarak arttığı görülmektedir. Aynı şekilde oraj şiddetinde de artış görülmüştür. Sonbahar mevsiminde Isparta ili için hesaplanan SWEAT indeks değerleri incelendiğinde beklenen oraj şiddetinde 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde artış olduğu görülmektedir. 2009-2018 yılları arasında beklenen oraj şiddetinde kasırga olarak artış görülmektedir. Adana ili için hesaplanan SWEAT indeks değerleri incelendiğinde beklenen oraj şiddetinde şiddetli oraj veren indeks değerlerinde gün bazında azalma görülmektedir. Boyden indeksi için hesaplanan kış mevsimi değerleri incelendiğinde Adana ili için cephesel fırtınaların gelişimlerinde 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde artış olduğu görülmektedir. İlkbahar mevsiminde Adana ili için hesaplanan Boyden indeks değerleri incelendiğinde cephesel fırtınaların gelişimlerinde 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde artış olduğu görülmektedir. Yaz mevsiminde Adana ili için hesaplanan Boyden indeks değerleri incelendiğinde cephesel fırtınaların gelişimlerinde 10 yıllık periyotta yaz mevsimi için azalış gözlemlenmiştir. Sonbahar mevsiminde Adana ili için hesaplanan Boyden indeks değerleri incelendiğinde cephesel fırtınaların gelişimlerinde 10 yıllık periyotta yıllar içerisinde azalış olduğu görülmektedir. Isparta ili Boyden indeksi şartlarını sağlamadığı için hesaplanmamıştır. Nem indeksi için hesaplanan kış ve ilkbahar mevsimlerinin değerleri incelendiğinde Isparta ve Adana illeri için 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarında azalma görülmektedir. Yaz ve sonbahar mevsimlerinde Isparta ili için hesaplanan Nem indeks değerleri incelendiğinde 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarında artma görülmektedir. Adana ili için hesaplanan Nem indeks değerleri incelendiğinde 10 yıllık periyotta kararsızlık yağışlarında azalma görülmektedir. İklim değişikliğinin etkisiyle yıllar içerisinde beklenen artmanın daha geniş çaplı bir çalışma ile gözlenmesi mümkün olabilir.

MGM'den alınan radyozonde verileri üzerinden hesaplanan kararsızlık indeks değerleri ile Wyoming Üniversitesi'nden alınan K-SWEAT-Toplam Toplamlar kararsızlık indeks değerleri için korelasyon hesaplanmıştır. K indeksi Isparta için %99.71 ve Adana için %99.37, Toplam Toplamlar indeksi Isparta için %99.52 ve Adana için %92.70, SWEAT indeksi Isparta için %91.72 ve Adana için %88.69 olarak korelasyon hesaplanmıştır. Buna bağlı olarak hesaplanan indeks değerlerinin yüksek oranda uyumlu olduğu görülmektedir.

Bölüm 2.3'te METAR kodları ile beş indeksin başarısı Doğruluk Yüzdesi, Tespit Etme İhtimali ve Yanlış İkaz Oranı yöntemleri ile üç farklı şekilde incelenmiştir. Havacılık

amaçlı oraj tahmin edilmesi amaçlandığında bu üç yöntem arasında en yararlısı Tespit Etme İhtimali ve Doğruluk Yüzdesidir. Tespit Etme İhtimali yöntemi gelecekte oluşacak orajı en iyi tahmin edecek indeksi tespit ederken, Doğruluk Yüzdesi yöntemi indeksin genel olarak en başarılı olanını tespit etmektedir. Yanlış İkaz Oranı yöntemi ise indeksin gelecekte orajın oluşacağını öngördüğü ama gerçekte orajın oluşmadığı durumları tespit etmektedir. Sonuç olarak Isparta ili ve Adana ili için Nem indeksi, Tespit Etme İhtimali ve Doğruluk Yüzdesi yöntemlerinde en yüksek değeri veren indekstir.

Bölüm 2.4'te SPSS analiz programı ile K- TT, Nem- TT ve Nem- K indeks ilişkileri Spearman sıra korelasyon yöntemi ile incelenmiştir. K- TT indeksleri arasındaki pozitif yönde güçlü ilişkiye bakılırsa indeks denklemleri arasındaki ilişkinin doğrusal olduğunu söyleyebiliriz. Ancak Nem indeksi ile kurulan ilişki için negatif yönde güçlü ilişki bize indeks denklemleri arasındaki ilişkinin ters yönlü olduğunu söylemektedir.

Öneri olarak, çalışmada kullanılan indekslerin kritik değerleri geliştirilen bölge için verilmiştir, bu nedenle indekslerin başarısını arttırmak için Akdeniz bölgesinin doğasına uygun olacak şekilde indeks kritik değerlerinde düzeltme yapılabilir. İklim değişikliğinin Akdeniz bölgesinde meteorolojik ekstrem olaylardan biri olan orajlar için etkisinin görüldüğü bir analiz yapılabilmesi için en az 30 yıllık bir çalışma yapılmalıdır. Farklı parametrelere sahip indeksler tercih edilerek çalışma genişletilebilir. Akdeniz bölgesi Türkiye için ekonomik ve sosyokültürel açıdan önemli olduğu için ekstrem meteorolojik olaylar hem yaşamı hem ticareti hem de turizmi etkilemektedir. Bu bölge için yapılan çalışmaların arttırılması ve önlemlerin alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Atkinson, B.W.** (1981). Meso-scale atmospheric circulations. *Academic Press*, Great Britain, pp. 318-323.
- Avşar, E.** (2015). İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın Kümülonimbus (Cb), Oraj ve Sis Analizi. *VII. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 2019*. İstanbul.
- Avcı, İ., Uysal, G. & Gürcan, P. C. Ç.** (2019) Trabzon ve Erzurum Havalimanı Oraj Dağılımlarının Karşılaştırılması ve Meteorolojik Değişkenler ile Birlikte Vaka Analizlerinin Yapılması. *IV. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu, 2019*. Antalya. Erişim adresi <http://uzalmet.mgm.gov.tr/tammetin/2019/50.pdf>.
- Aytaç, A.S. ve Semenderoğlu, A.** (2014). Amanos Dağlarının Orta Kesimi ve Yakın Çevresinin İklim Özellikleri. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, Volume 9/2, Winter 2014, p. 251-289.
- Brooks, H.E., Lee, J.W. & Craven, J.P.** (2003). The spatial distribution of severe thunderstorm and tornado environments from global reanalysis data. *Atmospheric Research*, vol. 67-68, pp. 73-94.
- Bocheva, L. & Markova, B.** (2017). Cold season tornadoes in Bulgaria. *Bul. J. Meteo & Hydro*, 22/3-4 (2017) 32-41.
- Boyden, C.** (1963). A simple instability index for use as a synoptic parameter. *Meteorol Mag*, 92:198–210.
- Chakraborty, R., Basha, G. & Ratnam, M.V.** (2018). Diurnal and long-term variation of instability indices over a tropical region in India. *Atmospheric Research*, vol. 207, pp. 145–154.
- Chalker, W.R.** (1949). Vertical stability in regions of air mass showers. *Bull. Am. Met. Soc.*, 30, pp. 145-147.
- Cotton, W.R.** (1990). Storms. *Geophysical Science Series*, vol. 1, Aster Press, USA, pp.158.
- D. Vujović, M. Paskota, N. Todorović, V. Vučković** (2015). Evaluation of the stability indices for the thunderstorm forecasting in the region of Belgrade, Serbia. *Atmospheric Research*, vol.161–162, pp. 143–152.
- D.M.İ. Hava Tahminleri Dairesi Başkanlığı** (2007). *Kararsızlık indeksleri* [PowerPoint slides]. <https://docplayer.biz.tr/9427317-Kararsizlik-dndekslerd-hava-tahminleri-dairesi-baskanligi.html>
- De Rubertis, D.** (2005). Recent tends in four common stability indices derived from U. S. radiosonde observations. *J. Clim.*, 19, 309–323.

- Deniz A., Yazmuhammedov, S.** (2013). *2008-2012 Periyodu İçin Havacılık Amaçlı İstanbul'un Kararsızlık Analizi*. (Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bil. Fakültesi, Meteoroloji Müh., İstanbul.
- Fuelberg, H.E. & Biggar, D.G.** (1994). The preconvective environment of summer thunderstorms over the Florida Panhandle. *Weather Forecast.* 9, 316–326.
- Gubenko, I.M. & Rubinshtein, K.G.** (2015). Analysis of the results of thunderstorm forecasting based on atmospheric instability indices using the WRF-ARW numerical model data. *Russian Meteorology and Hydrology*, vol. 40, no. 1, pp. 16-24.
- Gottlieb, R.J. & Wysocki, M.W.** (2009). *Analysis of Stability Indices for Severe Thunderstorms in the Northeastern United States*. Presented to the College of Agriculture and Life Sciences, Physical Sciences of Cornell University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Research Honors Program.
- Hagemeyer, B.C., Schmocker, G.K.** (1991). Characteristics of East-Central Florida Tornado Environments. *American Meteorological Society*, Volume 6 No. 4, pp. 499-514.
- Hand, W.H. & Cappelutti, G.** (2011). A global hail climatology using the UK Met Office convection diagnosis procedure (CDP) and model analyses. *Meteorological Applications*, vol. 18, no. 4, pp. 446-458.
- Haklander, A.J. & Van Delden, A.** (2003). Thunderstorm predictors and their forecast skill for the Netherlands. *Atmos. Res.*, 67–68, 273–299.
- Huntrieser, H., Schiesser, H.H., Schmid, W. & Waldvogel, A.** (1996). Comparison of traditional and newly developed thunderstorm indices for Switzerland. *Weather Forecast.* 12, 108–125.
- IPCC** (2013). *Fifth Assessment Report*, Intergovernmental Panel on Climate Change. 17 Eylül, 2019, erişim adresi <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- Jayakrishnan, P.R. & Babu, C.A.** (2014). Assessment of convective activity using stability indices as inferred from radiosonde and MODIS data. *Atmos. Clim. Sci.*, 4, 122–130.
- Jansa, A.** (1997). A general view about mediterranean meteorology: cyclones and hazardous weather. *INM/WMO International Symposium on Cyclones and Hazardous Weather in the Mediterranean*, Palma de Mallorca, 14-17 April 1997.
- Jacovides, C.P. & Yonetani, T.** (1990). An evaluation of stability indices for thunderstorm prediction in Greater Cyprus. *Weather and Forecasting*, vol.5, no:4, pp.559-569.
- Kahya, C.** (2000). *Türkiye'nin aşağı troposfer termodinamik klimatolojisi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Kaya, Ö.F.** (1992). *Kararsızlık indekslerinin otomasyonu ve Atatürk Havalimanı için test edilmesi*. (Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bil. Fakültesi, Meteoroloji Müh., İstanbul, 47 s.

- Kömüşcü, A.Ü., Çelik, S., Ceylan, A.** (2011). 8-12 Eylül 2009 Tarihlerinde Marmara Bölgesi'nde Meydana Gelen Sel Olayının Yağış Analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, vol. 9 (2), sf. 209-220.
- Kuntasal, Ö.O. (t.y.)** *Impact of Climate change in Turkey: Observations and projections* [PowerPoint slides]. UNDP. Retrived April 21, 2016, from http://www.cgseurope.net/UserFiles/file/Ankara%20workshop_june%202012/presentations/Oznur%20Konutsal.pdf
- Kunz, M.** (2007). The skill of convective parameters and indices to predict isolated and severe thunderstorms. *Nat. Hazard Earth Syst.*, vol. 7, 327–342.
- Litynska, Z., Parfiniewicz, J. & Pinkowski, H.** (1976). The prediction of air mass thunderstorms and hails. *WMO Bull.*, 450:128–130.
- Lolis, C. J., Bartzokas, A., Lagouvardos, K., et al** (2012). Intra-annual variation of atmospheric static stability in the Mediterranean region: a 60-year climatology. *Theoretical and Applied Climatology*, volume 110, Issue 1–2, pp 245–261.
- Manzato, A.** (2003). A climatology of instability indices derived from Friuli Venezia Giulia soundings, using three different methods. *Atmos. Res.*, 67–68, 417–454.
- Marinaki A., Spiliopoulos M. & Michalopoulou, H.** (2006). Evaluation of atmospheric instability indices in Greece. *Adv. Geosci.*, 7, 131–135.
- Martyn, D.** (1992). *Climates of the world: Development in Atmospheric science.* Elsevier, 435 pp.
- Malinowska, M.** (2011). Variability of Chosen Instability Indices in Poland in XXI Century. *Prace i Studia Geograficzne*, T. 47, ss. 97–107.
- Miller, R. C.** (1967). Notes on Analysis and Severe Storm Forecasting Procedures of the Military Weather Warning Center, *Tech. Report 200*, AVS, USAF. [Headquarters AWS, Scott AFB, IL 62225).
- Miller, R.C.** (1972). Notes on analysis and severe storm forecasting procedures of the Air Force Global Weather Central. *Tech. Report 200(R)*, Headquarters, Air Weather Service, Scott Air Force Base, IL 62225, 190 pp.
- MOAM (Meteorological Office, Air Ministry)** (1962). Weather in the Mediterranean General Meteorology, London. *Her majesty's Stationary office*, vol. 1., pp 372.
- Morsy, M., Sayad, T. & Khamees, A.S.** (2019). Towards instability index development for heavy rainfall events over Egypt and the Eastern Mediterranean. *Meteorol Atmos Phys.* <https://doi.org/10.1007/s00703-019-00686-5>.
- Özdemir, T.E., Deniz, A.** (2016). Severe thunderstorm over Esenboğa International Airport in Turkey on 15 July 2013. *Weather – July 2016*, vol. 71, No. 7.
- Palencia, C., Giaioti, D., Stel, F., Castro, A. & Fraile, R.** (2010). Maximum hailstone size: Relationship with meteorological variables. *Atmospheric Research*, vol. 96, no. 2-3, pp. 256-265.
- Peppler, R.A.** (1988). A Review of Static Stability Indices and Related Thermodynamic Parameters, pp. 1-16.

- Peppler, R.A. & Lamb, P.J.** (1988). On tropospheric static stability and central North American summer rainfall, *Mon. Weath. Rev.*, 116.
- Polatkan,Ö., Çimen, N., Yağan, Y.** (2007). *Aeroloji*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara. Erişim adresi <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/aeroloji.pdf>
- Romero, R., Gaya, M. & Doswell, C.A.** (2007). European climatology of severe convective storm environmental parameters: A test for significant tornado events. *Atmospheric Research*, vol. 83, no. 2-4, pp. 389-404.
- Sanchez, J.L., Fraile, R., De la Fuente, M.T. & Marcos, J.L.** (1998). Discriminant analysis applied to the forecasting of thunderstorms. *Meteorog. Atmos. Phys.* 68, 187–195.
- Sanchez, J.L., Lopez, L., Bustos, C., Marcos, J.L. & Garcia-Ortega, E.** (2008). Short-term forecast of thunderstorms in Argentina. *Atmos. Res.* 88, 36–45.
- Sanchez, J.L., Marcos, J.L., Dessens, J., Lopez, L., Bustos, C. & Garcia-Ortega, E.** (2009). Assessing sounding-derived parameters as storm predictors in different latitudes. *Atmospheric Research*, vol. 93, no. 1-3, pp. 446-456.
- Şahin, C.** (2005). Türkiye Coğrafyası, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara
- Şen, Z., Toprak, Ş., Hamidi, N., Toprak, Z.F.** (2013) Climatic identity assessment of the climate change. *Int. J. Global Warming*, Vol. 5, No. 1, pp.30-45.
- Tien, T.T., Linh, N.K. ve arkadaşları** (2008). Thunderstorm forecast technique for Noi Bai airport, *VNU Journal of Science, Earth Sciences* 24, pp.125-132.
- Tudurí, E., and Ramis, C.** (1997). The environments of significant convective events in the western Mediterranean. *Wea. Forecasting*, 12, 294-306.
- Vujovic, D. ve ark.** (2015). Evaluation of the stability indices for the thunderstorm forecasting in the region of Belgrade, Serbia. *Atmospheric Research*, volumes 161–162, pp. 143-152.
- Url-1** <http://www.yegm.gov.tr/iklim_deg/i_deg_nedir.aspx>, erişim tarihi 01.11.2019.
- Url-2** <<http://cografyabilimi.net/akdeniz-bolgesinin-enleri/>>, erişim tarihi 29.06.2019.
- Url-3** <<https://hezarfen.mgm.gov.tr/Koda/BasMetar.aspx>>, erişim tarihi 29.06.2019.

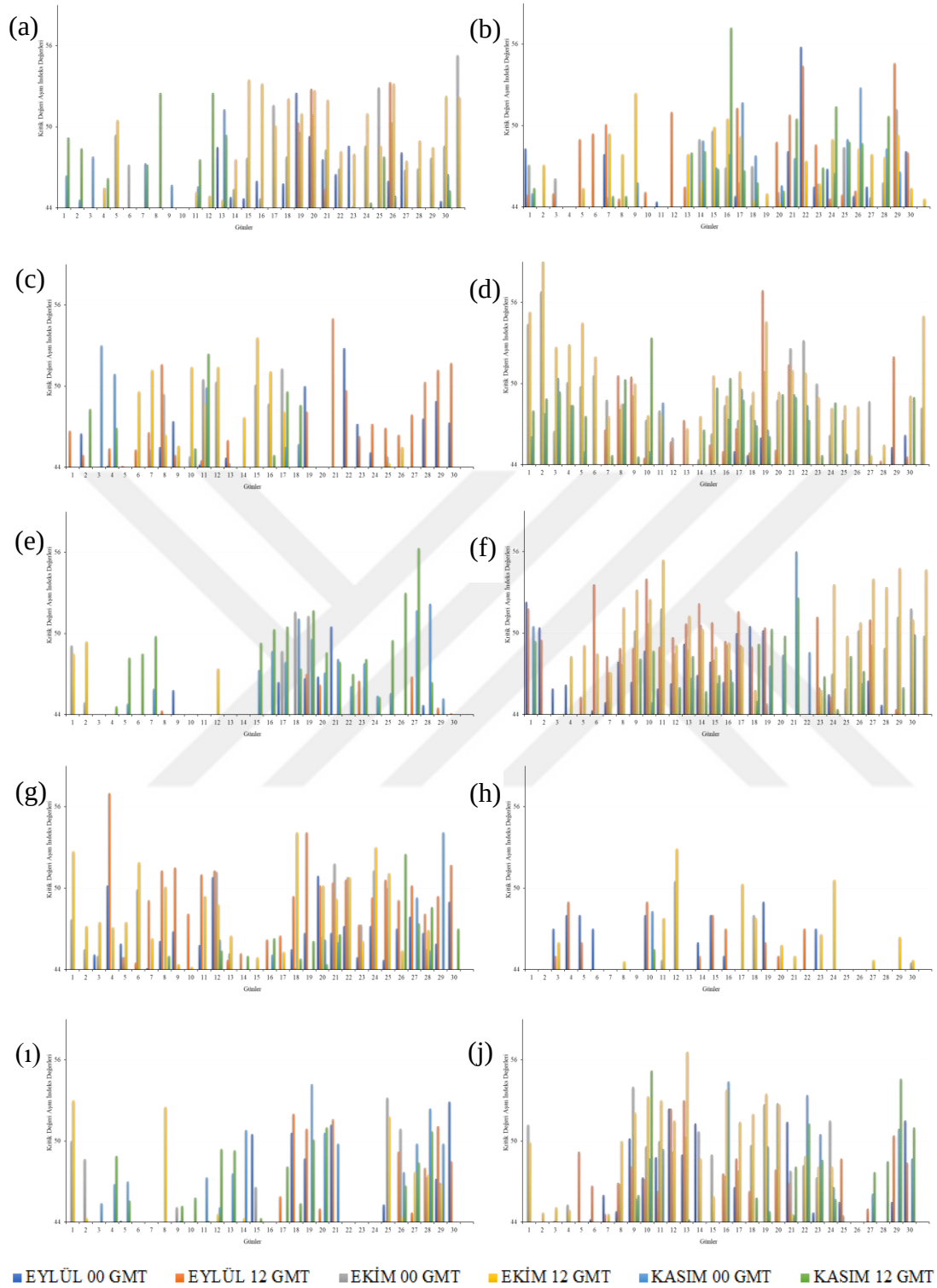
EKLER

EK A : Kararsızlık indeksleri mevsimler grafikler.

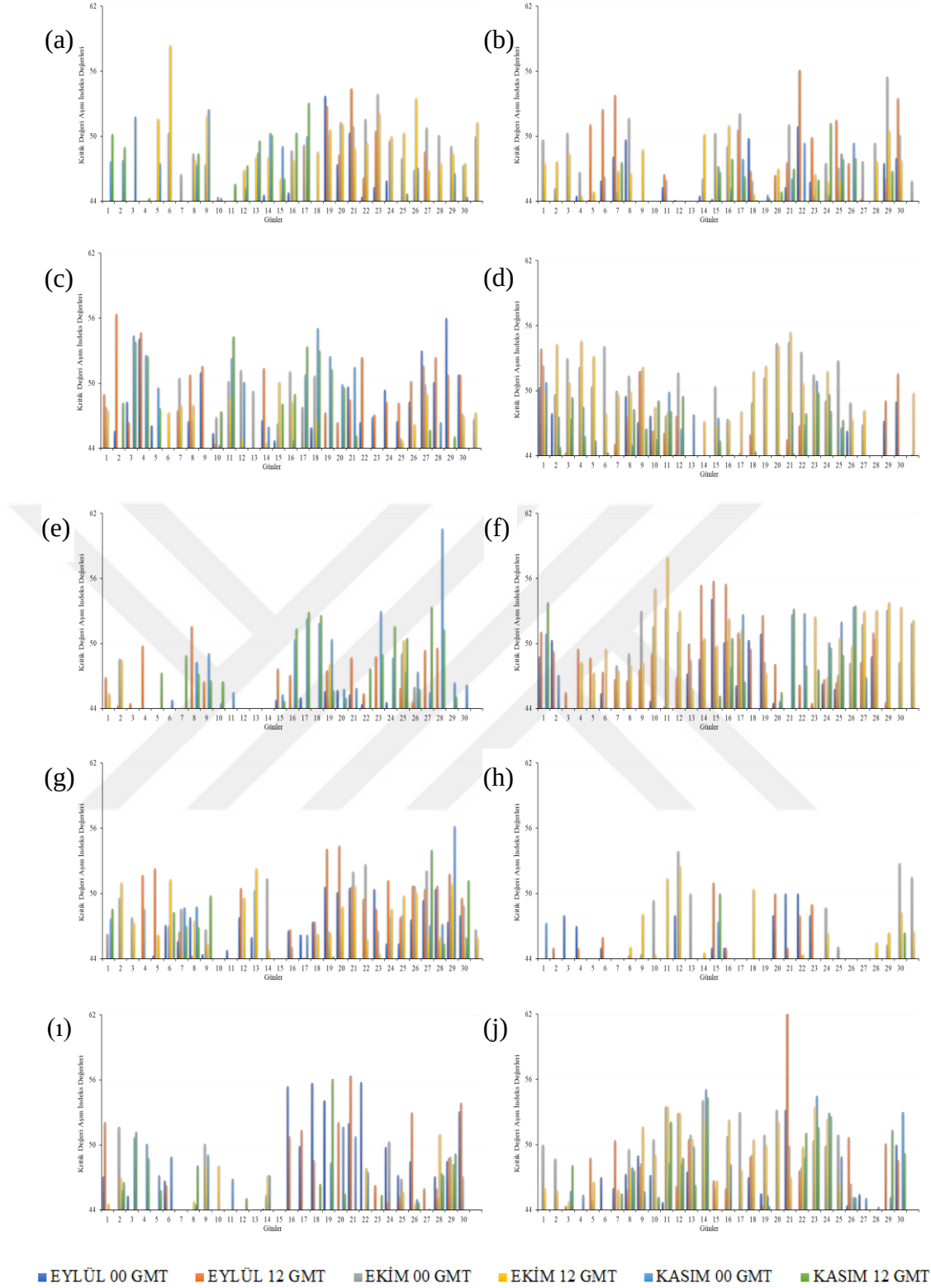
EK B : Kararsızlık indeksleri Spearman korelasyon grafikleri.



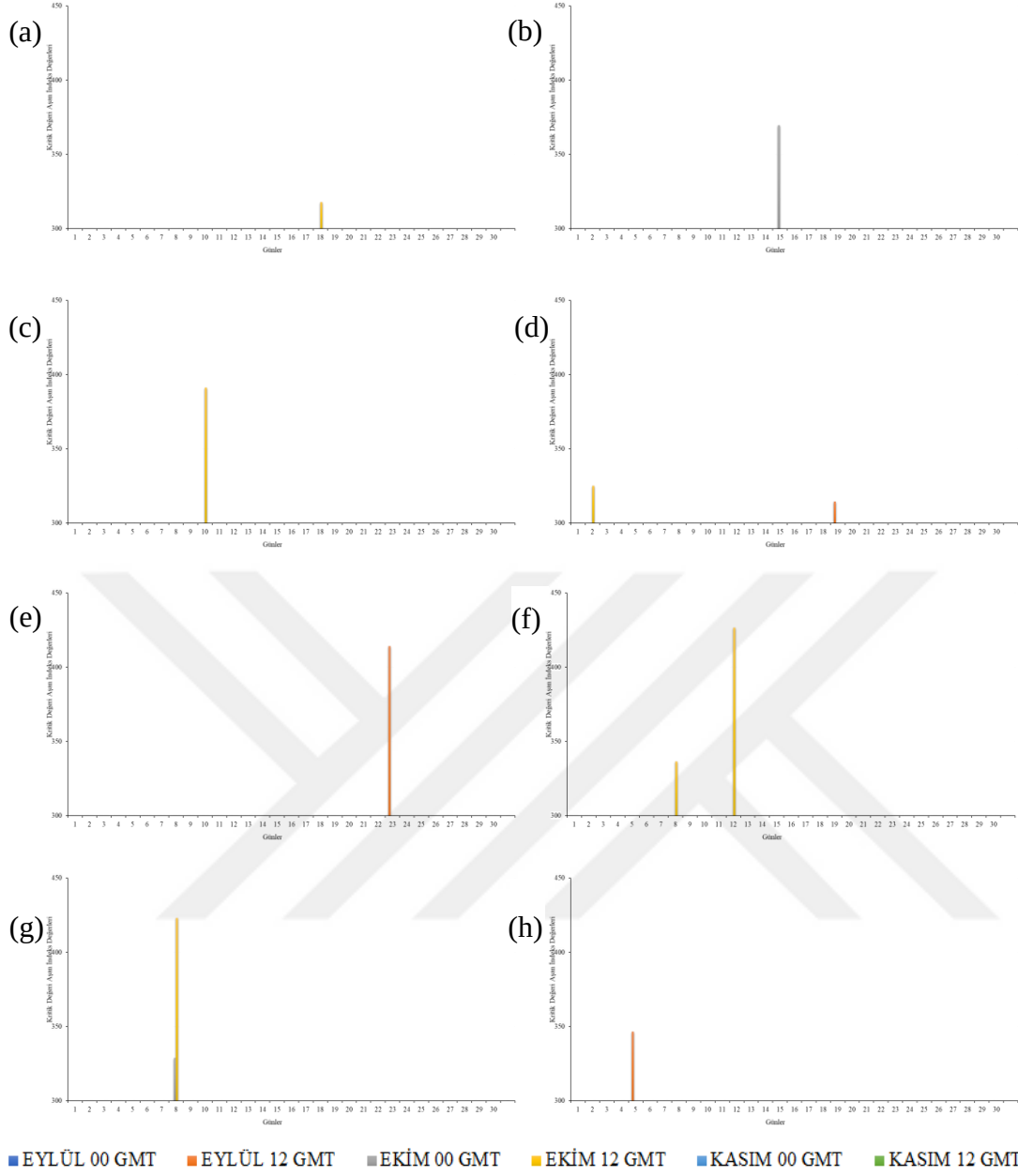
EKA



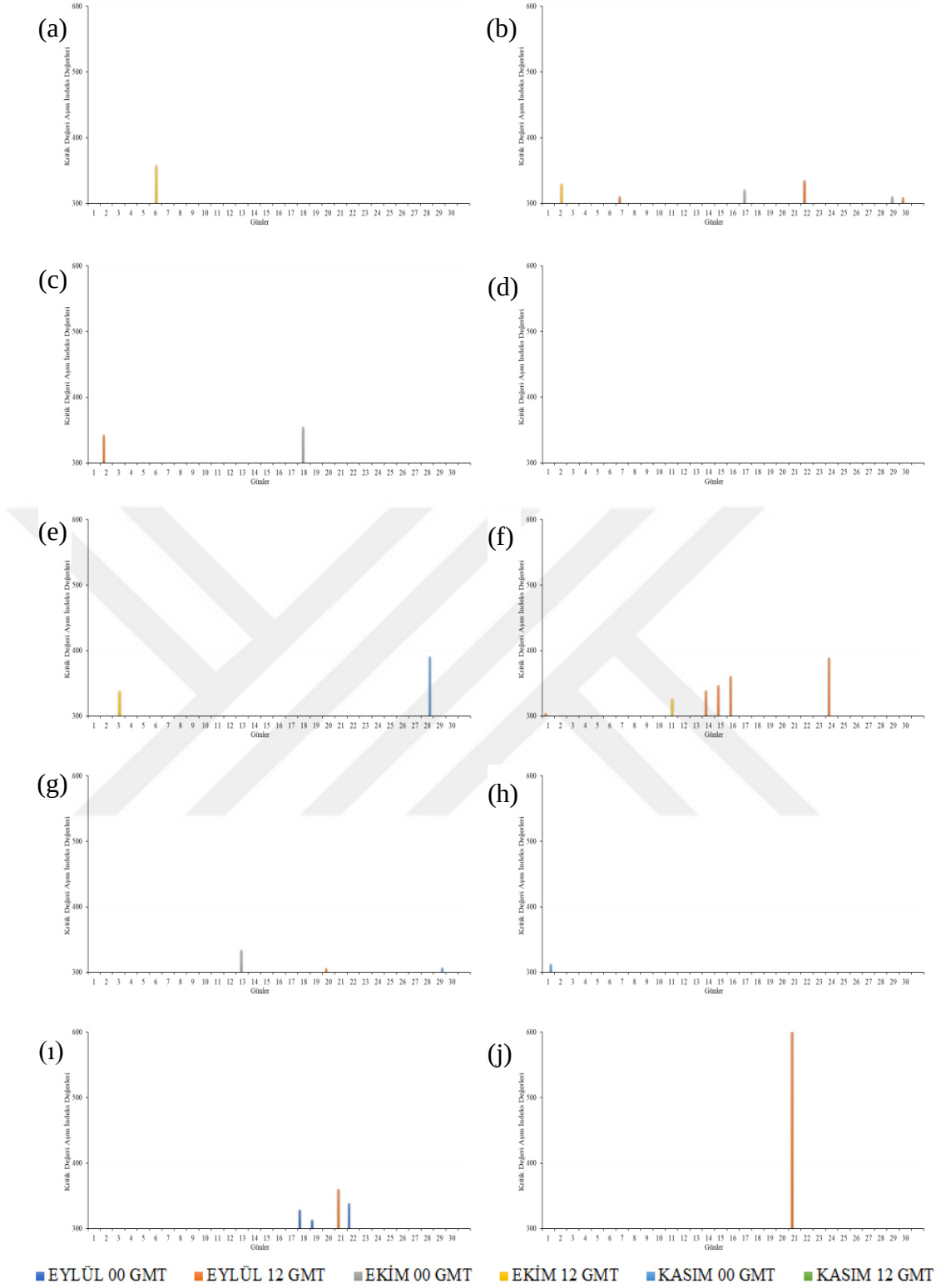
Şekil A.1 : Toplam Topamlar indeksi Isparta için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



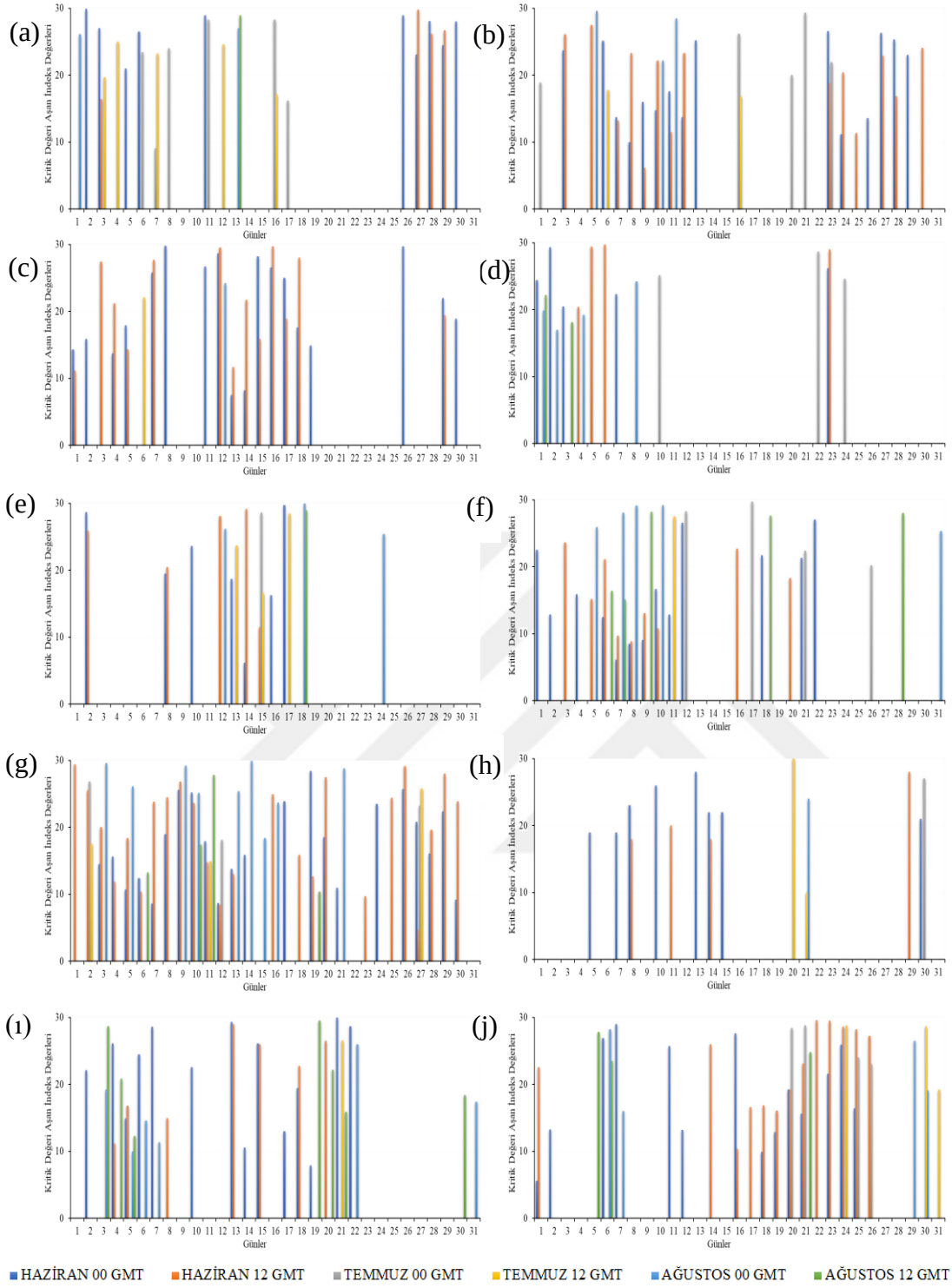
Şekil A.2 : Toplam Toplamlar indeksi Adana için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



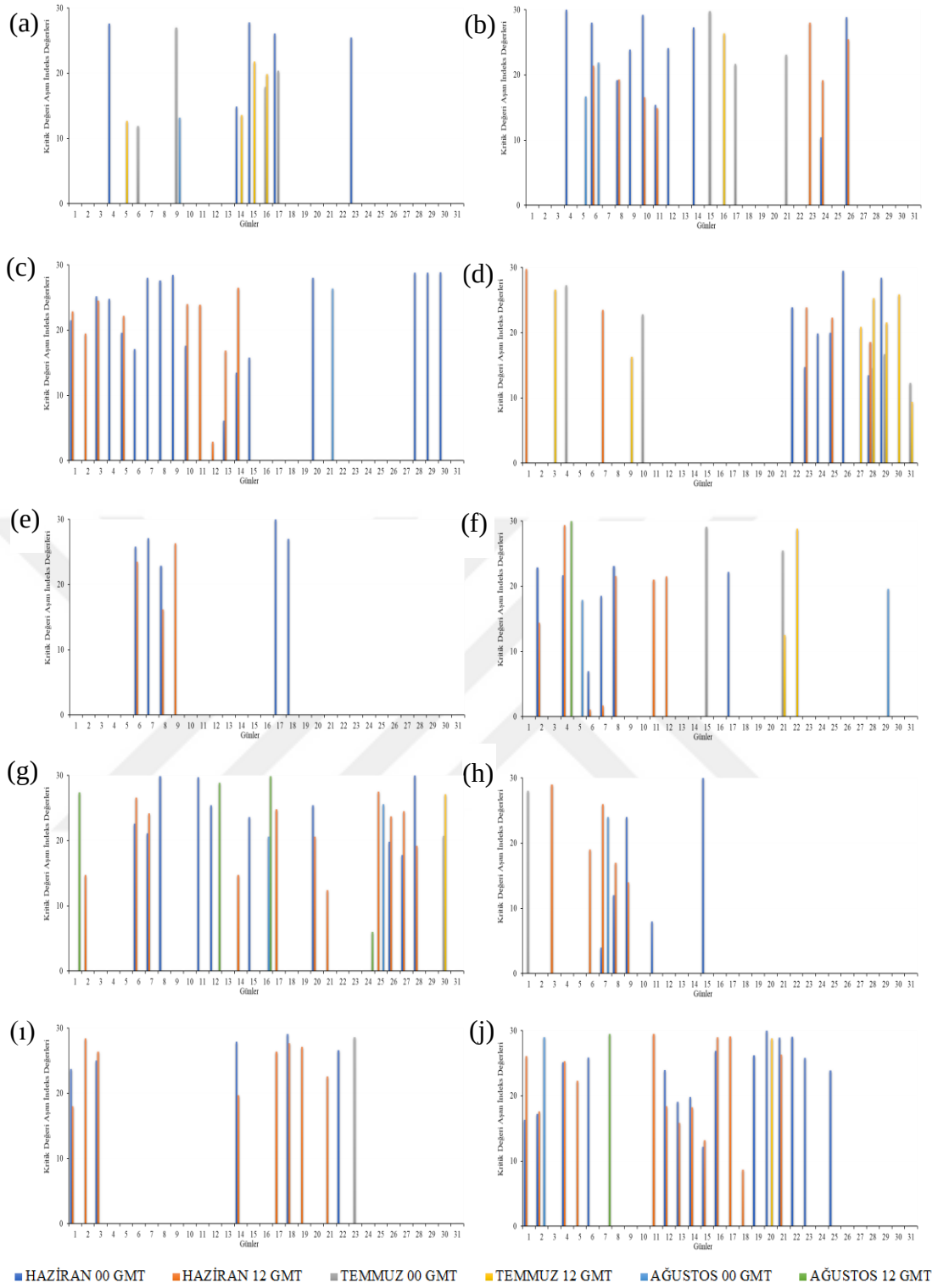
Şekil A.3 : SWEAT indeksi Isparta için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2014, (f) 2016, (g) 2017 ve (h) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



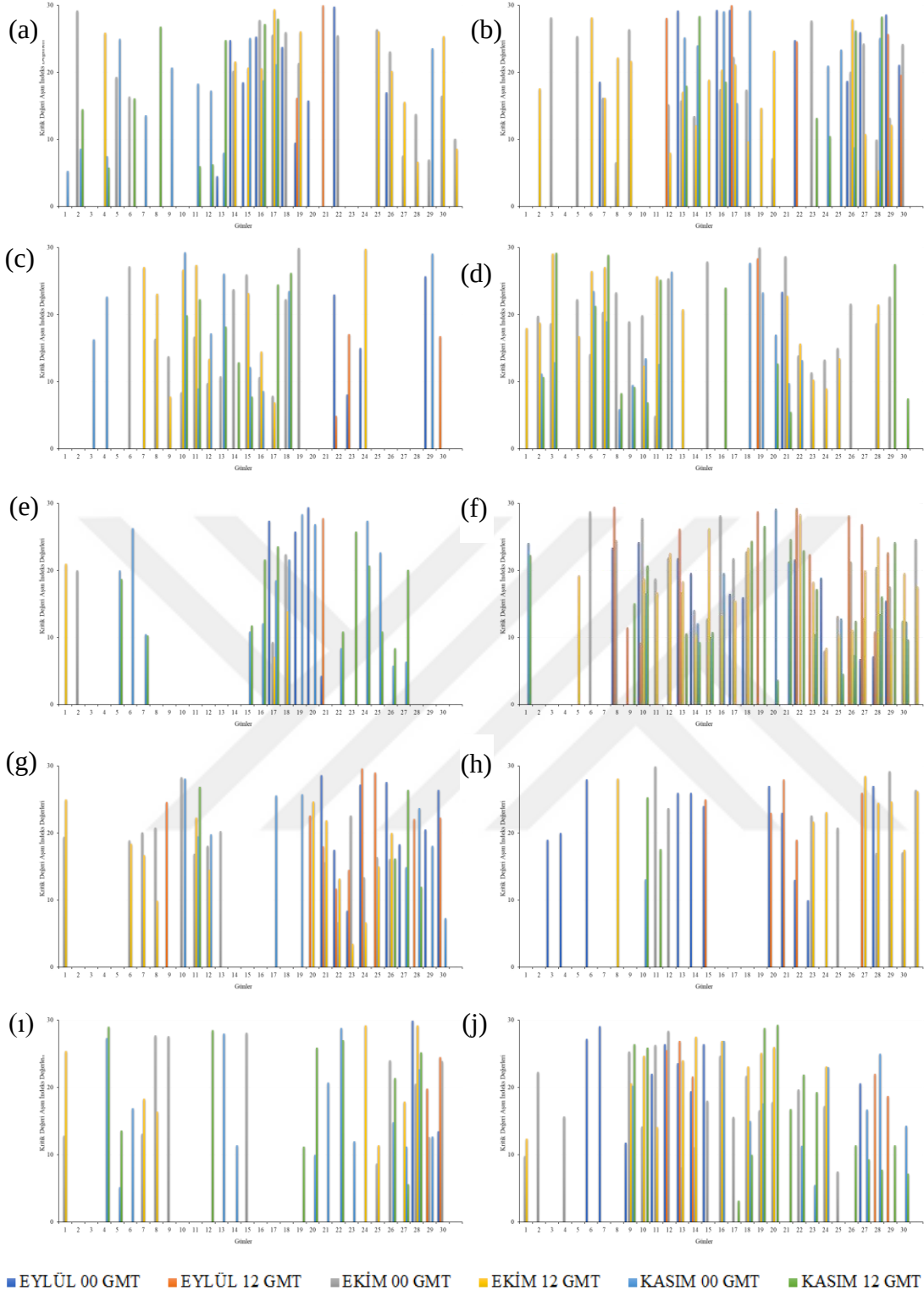
Şekil A.4 : SWEAT indeksi Adana için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2014, (f) 2016, (g) 2017 ve (h) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



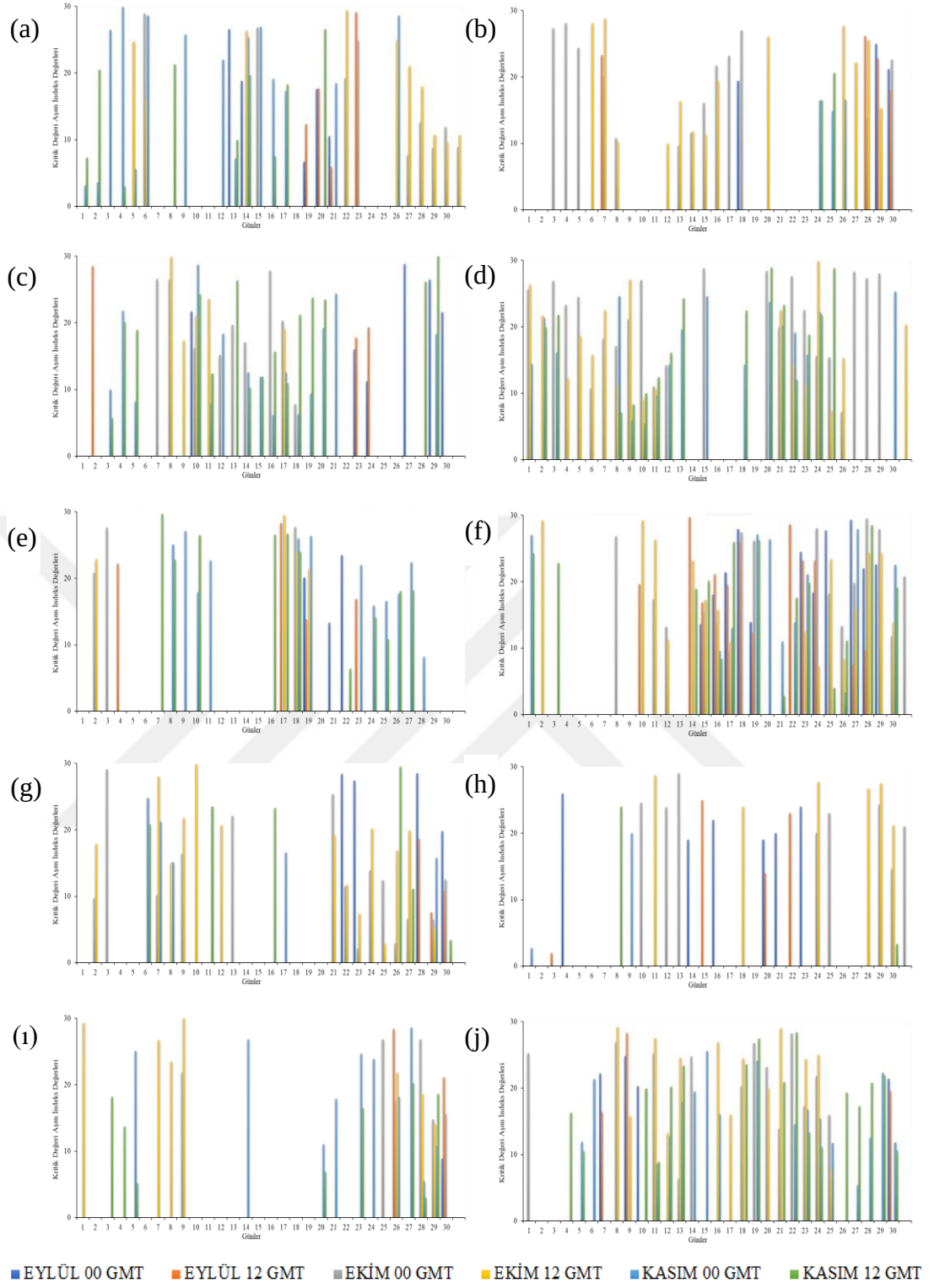
Şekil A.5 : Nem indeksi Isparta ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.



Şekil A.6 : Nem indeksi Adana ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (ı) 2017 ve (j) 2018 yıllarının yaz mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.

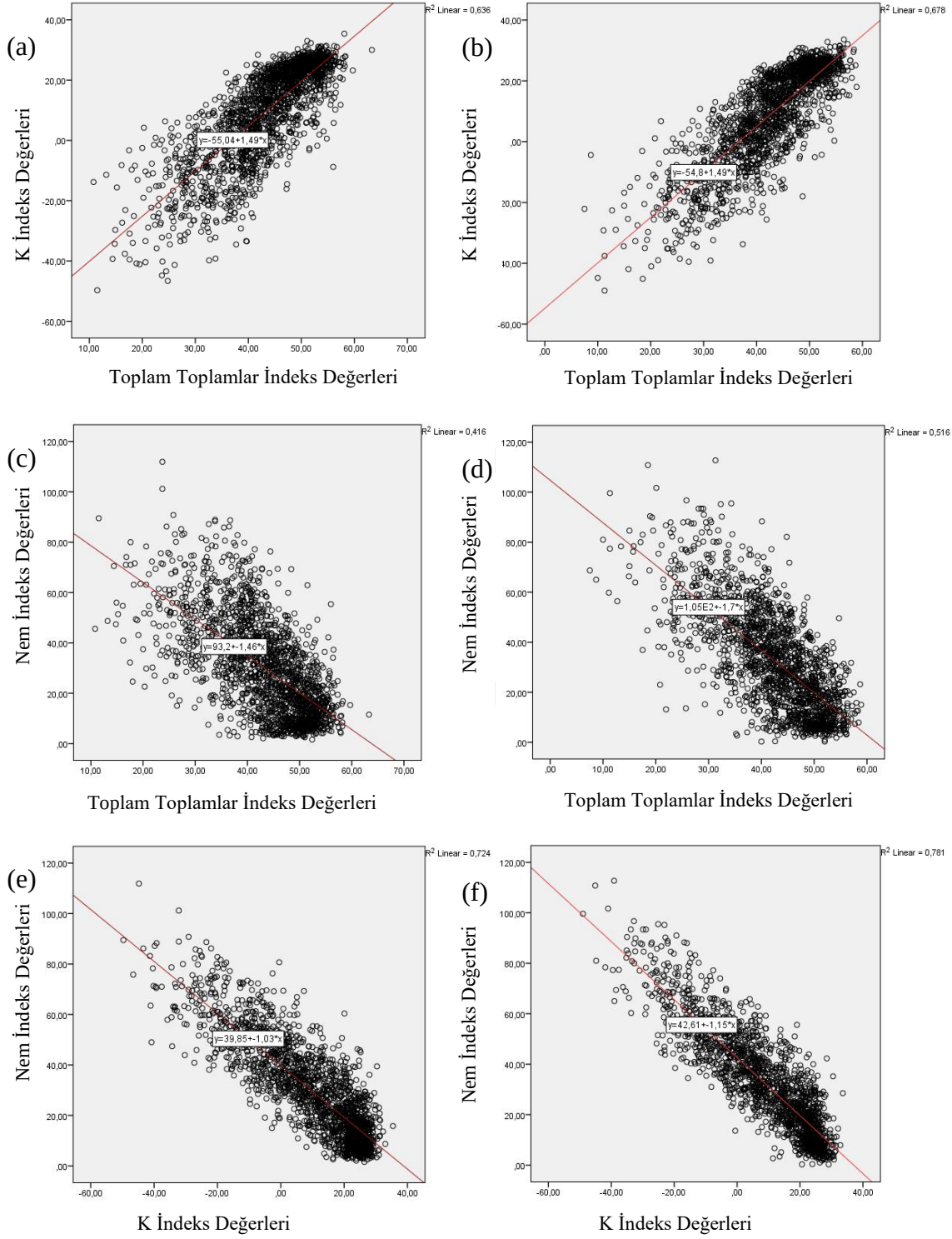


Şekil A.7 : Nem indeksi Isparta ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.

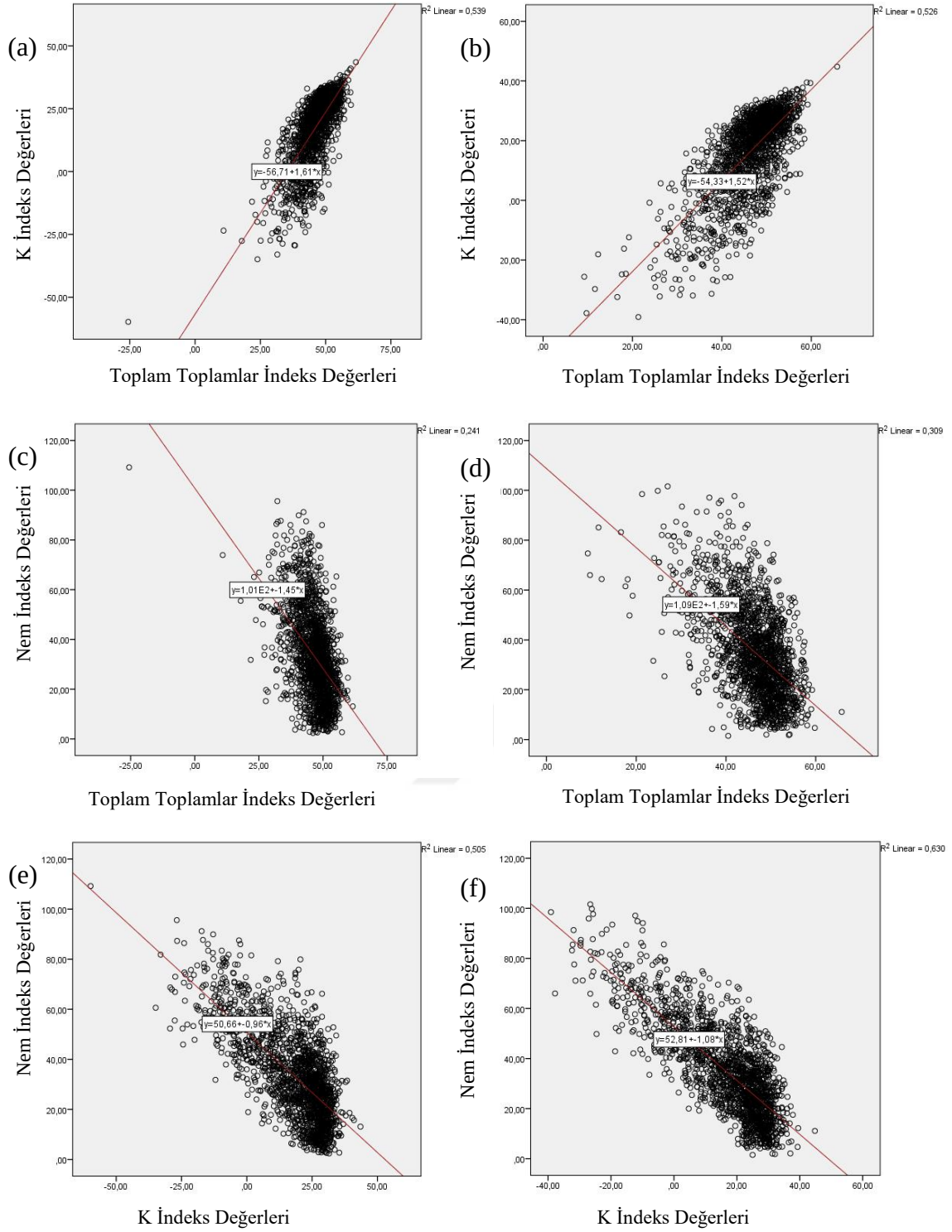


Şekil A.8 : Nem indeksi Adana ili için; (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014, (g) 2015, (h) 2016, (i) 2017 ve (j) 2018 yıllarının sonbahar mevsimi günlük kritik değeri aşan indeks değerleri.

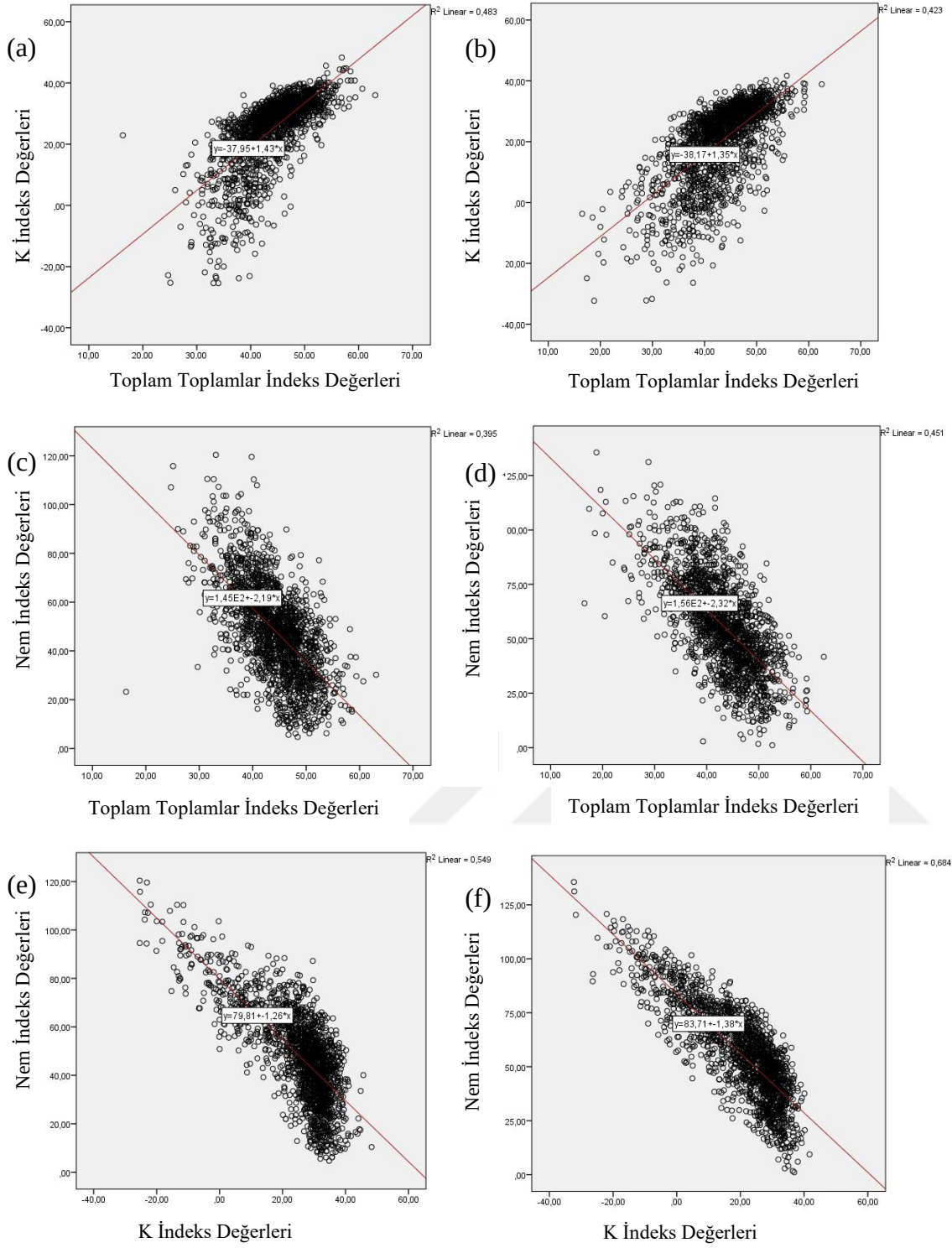
EK B



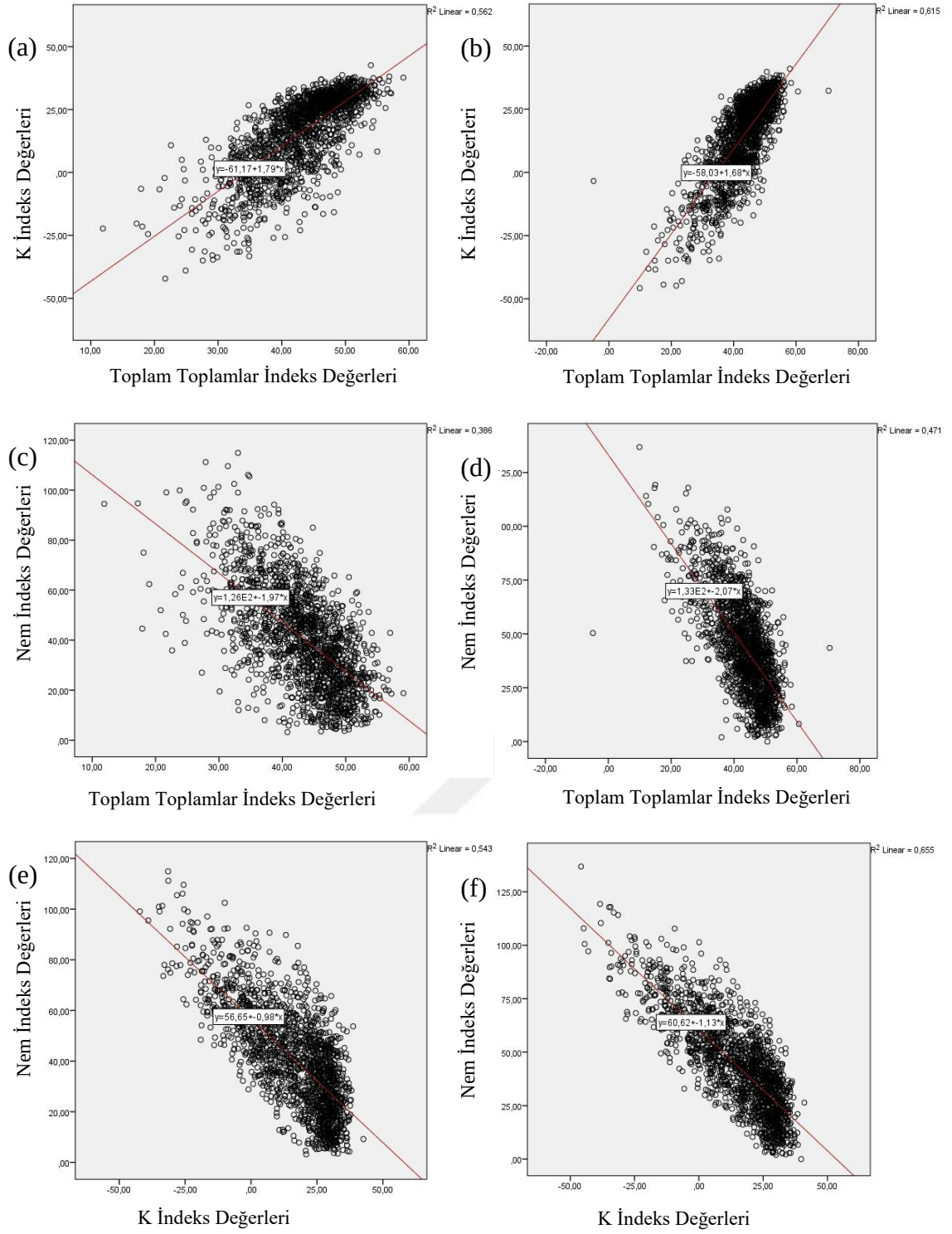
Şekil B.1 : Isparta ili için (a) KI- TT, (c) HI- TT ve (e) HI- KI, Adana ili için (b) KI- TT, (d) HI- TT ve (f) HI- KI olmak üzere kış mevsimi Spearman korelasyon yöntemi ile lineer denklemi çözümü.



Şekil B.2 : Isparta ili için (a) KI- TT, (c) HI- TT ve (e) HI- KI, Adana ili için (b) KI- TT, (d) HI- TT ve (f) HI- KI olmak üzere ilkbahar mevsimi Spearman korelasyon yöntemi ile lineer denklem çözümü.



Şekil B.3 : Isparta ili için (a) KI- TT, (c) HI- TT ve (e) HI- KI, Adana ili için (b) KI- TT, (d) HI- TT ve (f) HI- KI olmak üzere yaz mevsimi Spearman korelasyon yöntemi ile lineer denklem çözümü.



Şekil B.4 : Isparta ili için (a) KI- TT, (c) HI- TT ve (e) HI- KI, Adana ili için (b) KI- TT, (d) HI- TT ve (f) HI- KI olmak üzere sonbahar mevsimi Spearman korelasyon yöntemi ile lineer denklem çözümü.

ÖZGEÇMİŞ

VESİKALIK
FOTO

Ad-Soyad : Müzeyyen İdil Aktuğ

Doğum Tarihi ve Yeri : 1988/Mersin

E-posta : aktugm@itu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü