

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
FİZİKİ COĞRAFYA BİLİM DALI**

**TRAKYA'DA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN
AYÇİÇEĞİ TARIMINA OLASI ETKİLERİ**

Doktora Tezi

İlker ALAN

Ankara-2023

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
FİZİKİ COĞRAFYA BİLİM DALI**

**TRAKYA'DA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN
AYÇİÇEĞİ TARIMINA OLASI ETKİLERİ**

Doktora Tezi

İlker ALAN

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. İhsan ÇİÇEK**

Ankara-2023

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
FİZİKİ COĞRAFYA BİLİM DALI

TRAKYA'DA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN
AYÇİÇEĞİ TARIMINA OLASI ETKİLERİ

Doktora Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. İhsan ÇİÇEK

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Adı ve Soyadı

Prof. Dr. İhsan ÇİÇEK

Prof. Dr. Necla TÜRKOĞLU

Prof.Dr. Ülkü ESER ÜNALDI

Doç. Dr. Erkan YILMAZ

Doç.Dr. Abdullah TÜRKER

Tez Sınavı Tarihi

29/12/2023

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Prof. Dr. İhsan ÇİÇEK danışmanlığında hazırladığım “TRAKYA’DA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN AYÇİÇEĞİ TARIMINA OLASI ETKİLERİ” (Ankara.2023) adlı doktora tezimdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

29/12/2023

İlker ALAN

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
KISALTMALAR	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
ÇİZELGELER LİSTESİ	X
ÖNSÖZ	XII
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı ve Önemi	7
1.2. Trakya’da Ayçiçeği Tarımının Tarihi ve Önemi	8
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	12
2.1. İklim, iklim değişikliği ve tarım ilişkisi ile ilgili çalışmalar	12
2.2. Ekim zamanı, termal büyüme dönemi, büyüme gün dereceleri ile ilgili çalışmalar	23
2.3. Yetiştirme koşulları, verim, kalite ve üretim modelleriyle ilgili çalışmalar	27
3. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ	38
3.1. Fiziki Coğrafya Özellikleri	38
3.2. Topografya	40
3.3. Eğim Özellikleri	44
3.4. Bakı Özellikleri	48
3.5. İklim Özellikleri	51
3.6. Toprak Özellikleri	53
3.7. Hidrografik Özellikler ve Su Potansiyeli	57
3.8. Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Özellikleri	59
4. AYÇİÇEĞİNİN ÖZELLİKLERİ VE YETİŞME İSTEKLERİ	63
4.1. Ayçiçeğinin Özellikleri	63
4.2. Ayçiçeğinin Fenolojik Özellikleri	65
4.3. Sıcaklık İsteği	67
4.4. Güneşlenme – Bulutluluk İsteği	68
4.5. Toprak İsteği	70
4.6. Yağış İsteği	71
5. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE İKLİM MODELLERİ	74

6.	İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİLERİ	79
6.1.	İklim Değişikliğinin Tarıma Etkisi	79
6.2.	Tarımın İklim Değişikliğine Etkisi	84
7.	VERİ VE YÖNTEM	88
7.1.	Veri	88
7.2.	Yöntem	89
8.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	93
8.1.	Gözlem ve Model Verilerinin Analizi	93
8.2.	Minimum Sıcaklıkların Analizi	95
8.3.	Maksimum Sıcaklıkların Analizi	106
8.4.	Sıcaklık Genliğinin Analizi	117
8.5.	Yağışın Analizi	128
8.6.	TBDG ile TBDU Yöntemi ve Uygulaması	146
8.7.	Toplam Büyüme Dereceli Günler Analizi	156
8.8.	Termal Büyüme Dönemi Uzunluğu Analizi	166
8.9.	Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Analizi	178
8.10.	Trakya Geneli Alansal Ortalamaları	187
8.11.	TBDG, İG, SG, TBDU'nun Alansal Geçiş Özellikleri ve Değişimleri	205
8.12.	TBDG Değerlerinin Geçiş Matrisleri ve Alansal Değişimleri	208
8.13.	İG Değerlerinin Geçiş Matrisleri ve Alansal Değişimleri	209
8.14.	SG Değerlerinin Geçiş Matrisleri ve Alansal Değişimleri	215
8.15.	TBDU Değerlerinin Geçiş Matrisleri ve Alansal Değişimleri	219
8.16.	TBDU Değerlerinin Geçiş Matrisleri ve Alansal Değişimleri	224
9.	SONUÇ VE ÖNERİLER	232
	KAYNAKÇA	238
	ÖZET	261
	ABSTRACT	263

KISALTMALAR

ArcGIS	(Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımı)
BDG	(Büyüme Dereceli Günler)
CBS	(Coğrafi Bilgi Sistemleri)
CH₄	(Metan)
CIAT	(International Centre for Tropical Agriculture-Uluslararası Tropikal Tarım Merkezi)
CO₂	(Karbondiyoksit)
CORINE	(Coordination of Information on the Environment- Çevresel Bilginin Koordinasyonu)
CRU	(Climate Research Unit/East Anglia University-İngiltere-İklim Araştırmaları Ünitesi)
D100	(Devlet Karayolu)
DEM	(Digital Elevation Model – Sayısal Yükseklik Modeli)
DSİ	(Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü)
EuroStat	(Statistical Office of the European Union- Avrupa İstatistik Ofisi)
FAO	(Food Agricultural Organization – Gıda ve Tarım Örgütü)
GCM	(Global Circulation Model- Küresel Dolaşım Modeli)
GFDL-ESM2M	(Geophysical Fluid Dynamics Laboratory Earth System Model with Modular Ocean Model version 4 (MOM4) component (GFDL-ESM2M)- Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı tarafından geliştirilen Küresel Dolaşım Modelleri)
HadGEM2-ESM	Hadley Centre Global Environment Model- Birleşik Krallık Meteoroloji Ofisinin Hadley Merkezinin Dünya Sistemi Modeli
ICTP ESP	(International Center for Theoretical Physics The Earth System Physics - Uluslararası Abdüsselam Teorik Fizik Merkezi'nin Yer Sistem Fiziği Bölümü)
IDW	(Inverse Distance Weighted-Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon)
IPCC	(Intergovernmental Panel on Climate Change- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
İG	(Termal Büyüme Dönemi Uzunluğu Başlangıcının- İlk Günü),
LAEA	(Lambert Azimuthal Equal Area- Lambert Azimutal Eş Aralıklı Projeksiyonu)
MGM	(Meteoroloji Genel Müdürlüğü)
MPI-ESM	(Max Plank Institute Für Meteorologie- Earth System Model – Max Plank Enstitüsünün Yer Sistemleri Modeli)
N₂O	(Azotdioksit)
NCAR	(National Center for Atmospheric Research- Amerikan Ulusal Atmosfer Araştırmaları Merkezi)

Nesting	(İç içe simülasyonlar yöntemiyle dinamik ölçek küçültme)
NOAA	(National Oceanic and Atmospheric Administration- Amerika Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi)
RCP	(Representative Concentration Pathways-Temsili Konsantrasyon Rotaları)
RegCM	(Regional Climate Model- Bölgesel İklim Modeli)
SG	(Termal Büyüme Dönemi Uzunluğu Bitiminin- Son Günü)
SRTM	(Shuttle Radar Topography Mission- Yeryüzünün topoğrafik haritasının çıkarılması amacıyla NASA tarafından yürütülen uluslararası proje)
SYM	(Sayısal Yükseklik Modeli)
TBDU	(Termal Büyüme Dönemi Uzunluğu)
TBDG	(Toplam Büyüme Dereceli Günler)
TEM	(Transite European Motorway- Transit Avrupa Otoyolu)
TÜİK	(Türkiye İstatistik Kurumu)
UDEL	(University of Delaware-USA–Delaware Üniversitesi- Amerika Birleşik Devletleri)
UNFCCC	(United Nations Framework Convention on Climate Change- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi)
WGS84	(World Geodetic System 1984- Küresel Konumlama Sistemi 1984)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Trakya’da Ekilen Alan ve Üretim Miktarının Yıllara Göre Değişimi	10
Şekil 2. Trakya’da Ayçiçeği Veriminin Yıllara Göre Değişimi.....	11
Şekil 3. Çalışma Alanının Lokasyon Haritası	38
Şekil 4. Çalışma Alanının Yükseklik Basamaklarına Göre Dağılımı	40
Şekil 5. Çalışma Alanının Yükselti Basamakları	43
Şekil 6. Çalışma Alanının Eğim Grupları	47
Şekil 7. Çalışma Alanının Eğim Özellikleri.....	48
Şekil 8. Ana Yönlere Göre Bakı Özellikleri.....	49
Şekil 9. Bakı Özelliklerinin Yönlere Göre Dağılışı	50
Şekil 10. Türkiye’de Görülen Makro İklim Tipleri (Atalay, 1997)	52
Şekil 11. Yağışın Mevsimlere Göre Dağılışı.....	52
Şekil 12. Türkiye Toprak Tipleri (Atalay, 2000)	54
Şekil 13. Toprak Sınıflamasında Kullanılan Terimler	55
Şekil 14. Ayçiçeği Tarımına Uygun Topraklar (I, II, III, IV)	56
Şekil 15. Trakya’da Ayçiçeği Tarımına Uygun Toprakların Dağılışı.....	56
Şekil 16. Trakya Büyük Toprak Grupları (Tarım Bakanlığı).....	57
Şekil 17. Trakya’nın Hidroğrafik Özellikleri	58
Şekil 18. Trakya’da Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü	61
Şekil 19. Trakya’da Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü Öznitelik Verileri	61
Şekil 20. Ayçiçeği Gelişimi ve Büyüme Aşamaları.....	64
Şekil 21. İş Akış Diyagramı	90
Şekil 22. CBS Modeli	92
Şekil 23. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (1971-2000).....	98
Şekil 24. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (1981-2010).....	99
Şekil 25. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (1991-2020).....	100
Şekil 26. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5).....	101
Şekil 27. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5).....	102

Şekil 28. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5).....	103
Şekil 29. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5).....	104
Şekil 30. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5).....	105
Şekil 31. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5).....	106
Şekil 32. Dönemsel Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (1971-2000)	108
Şekil 33. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (1981-2010).....	109
Şekil 34. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (1991-2020).....	110
Şekil 35. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5).....	111
Şekil 36. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5).....	112
Şekil 37. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5).....	113
Şekil 38. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5).....	114
Şekil 39. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)	115
Şekil 40. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5)	116
Şekil 41. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (1971-2000).....	120
Şekil 42. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (1981-2010).....	121
Şekil 43. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (1991-2020).....	122
Şekil 44. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5).....	123
Şekil 45. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5).....	124
Şekil 46. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5).....	125
Şekil 47. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5).....	126
Şekil 48. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5).....	127
Şekil 49. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5).....	128
Şekil 50. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (1971-2000).....	130
Şekil 51. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (1981-2010).....	131
Şekil 52. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (1981-2010).....	133
Şekil 53. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5)	134
Şekil 54. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5)	135
Şekil 55. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)	136
Şekil 56. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)	137

Şekil 57. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)	138
Şekil 58. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)	139
Şekil 59. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (%- HadGEM RCP4.5).....	140
Şekil 60. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (% - HadGEM RCP8.5).....	141
Şekil 61. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (% - GFDL RCP4.5).....	142
Şekil 62. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (%- GFDL RCP8.5).....	143
Şekil 63. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (%- MPI RCP4.5)	144
Şekil 64. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (%- MPI RCP8.5)	145
Şekil 65. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Değişimi (2020-2098)	146
Şekil 66. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (1971-2000).....	157
Şekil 67. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (1981-2010).....	158
Şekil 70. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098/HadGEM RCP4.5).....	161
Şekil 71. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098/HadGEM RCP8.5).....	162
Şekil 72. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5) ..	163
Şekil 73. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5) ..	164
Şekil 74. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)	165
Şekil 75. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5)	166
Şekil 76. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (1971-2000)	168
Şekil 77. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (1981-2010)	169
Şekil 78. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (1991-2020)	170
Şekil 79. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5) ..	171
Şekil 80. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5) ..	172
Şekil 81. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)	173
Şekil 82. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5)	174
Şekil 83. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5).....	175
Şekil 84. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5).....	176
Şekil 85. TBDU' nun Değişimi (genişleme/daralma)	177
Şekil 86. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (1971-2000)	178
Şekil 87. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (1981-2010)	179

Şekil 88. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (1991-2020)	181
Şekil 89. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5) ..	182
Şekil 90. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5) ..	183
Şekil 91. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)	184
Şekil 92. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5)	185
Şekil 93. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5).....	186
Şekil 94. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5).....	187
Şekil 95. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (1971-2000).....	188
Şekil 96. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (1981-2010).....	189
Şekil 97. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (1991-2020).....	190
Şekil 98. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5).....	191
Şekil 99. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5).....	192
Şekil 100. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5).....	193
Şekil 101. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5).....	194
Şekil 102. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)	195
Şekil 103. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5).....	196
Şekil 104. İG, SG, TBDU' nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Edirne)	198
Şekil 105. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Kırklareli)	199
Şekil 106. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Çorlu).....	200
Şekil 107. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Tekirdağ)	200
Şekil 108. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Kumköy).....	201
Şekil 109. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Sarıyer)	201
Şekil 110. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Gökçeada).....	202
Şekil 111. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Çanakkale).....	202
Şekil 112. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Uzunköprü).....	203
Şekil 113. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Lüleburgaz).....	203
Şekil 114. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (İpsala)	204
Şekil 115. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Malkara).....	204
Şekil 116. Referans Döneme Göre TBDG Basamak Değerleri Korunan Alanlar (1981-2010)	210

Şekil 117. Referans Döneme Göre TBDU Basamak Değerleri Korunan Alanlar (1981-2010)	225
Şekil 118. Referans Döneme Göre TBDU Basamak Değerleri Korunan Alanlar (1991-2020)	226
Şekil 119. Referans Döneme Göre TBDU Değerleri Korunan Alanlar (HadGEM RCP 4.5)...	227
Şekil 120. Referans Döneme Göre TBDU Değerleri Korunan Alanlar (HadGEM RCP 8.5)...	228
Şekil 121. Ref. Döneme Göre TBDU Basamak Değerleri Korunan Alanlar (MPI RCP 8.5)...	230



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1. Trakya’da Yıllara Göre Ayçiçeği Ekim-Üretim-Verim Miktarları	9
Çizelge 2. Eğitim Sınıfları	45
Çizelge 3. İklim Normalleri	53
Çizelge 4. Ayçiçeği Fenolojik Gözlemleri	66
Çizelge 5. Ayçiçeği Yağış Gereksinimi	72
Çizelge 6. Temsili Konsantrasyon Rotalarının (RCP’s) Türleri	75
Çizelge 7. Minimum Sıcaklıkların Minimumları	96
Çizelge 8. Maksimum Sıcaklıkların Maksimumları	107
Çizelge 9. Dönemsel Maksimum ve Minimum Sıcaklıkların En Değerleri	117
Çizelge 10. Dönemsel Sıcaklık Genliği	118
Çizelge 11. Sıcaklık Genliği Kuşakları	119
Çizelge 12. Dönemsel Ortalama Yağışlar ve Değişimi (%)	129
Çizelge 13. Ayçiçeği Taban Sıcaklıkları	154
Çizelge 14. TBDG Değerleri ve Referans Döneme Göre Değişimi (%)	160
Çizelge 15. TBDU’ nun Değişimi (gün)	177
Çizelge 16. Termal Büyüme Dönemi Uzunlukları	197
Çizelge 17. Trakya Genelindeki Alansal Ortalamalarının Değişimi	206
Çizelge 18. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1981-2010)	209
Çizelge 19. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1991-2020)	211
Çizelge 20. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP 4.5)	211
Çizelge 21. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP 8.5)	212
Çizelge 22. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP 4.5)	213
Çizelge 23. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP8.5)	213
Çizelge 24. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP 4.5)	214
Çizelge 25. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP 8.5)	215
Çizelge 26. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1981-2010)	215
Çizelge 27. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1991-2020)	216

Çizelge 28. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP4.5).....	217
Çizelge 29. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP8.5).....	217
Çizelge 30. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP4.5).....	218
Çizelge 31. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP8.5).....	218
Çizelge 32. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP4.5)	219
Çizelge 33. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP8.5)	219
Çizelge 34. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1981-2010).....	220
Çizelge 35. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1991-2020).....	220
Çizelge 36. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP4.5).....	221
Çizelge 37. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP8.5).....	221
Çizelge 38. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP4.5).....	222
Çizelge 39. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP8.5).....	223
Çizelge 40. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP4.5)	223
Çizelge 41. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP8.5)	224
Çizelge 42. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (1981-2010).....	225
Çizelge 43. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (1991-2020).....	226
Çizelge 44. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP4.5).....	227
Çizelge 45. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP8.5).....	228
Çizelge 46. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP4.5)	229
Çizelge 47. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP8.5)	229
Çizelge 48. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP4.5)	230
Çizelge 49. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP8.5)	231

ÖNSÖZ

Trakya'daki ayçiçeği yetiştiriciliği, yöredeki potansiyeli ile iklim koşullarındaki olası değişmelerden nasıl etkileneceği araştırılması gereken konulardan biridir. Bu çalışmada, Türkiye için önemli bir yağ bitkisi olan ayçiçeğinin iklimdeki değişikliklerden mekânsal olarak nasıl ve ne yönde etkileneceğine odaklanılmaktadır.

Yağlar, insanlar açısından yaşamsal değeri olan ve beslenmede önemli yer tutan temel gereksinim maddelerindendir. Artan nüfusla birlikte beslenme, dünyada ve Türkiye'de bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu duruma koşut olarak, önemli bir bitkisel yağ kaynağı olan ayçiçek yağı gereksinimi de artmaktadır. Türkiye'de bitkisel yağ tüketiminde çoğunlukla ayçiçeği yağının tercih edilmesi ve son yıllardaki artan bitkisel yağ açığı, ayçiçeğinin önemini giderek artırmaktadır.

Türkiye'de en önemli yağ bitkisi olan ayçiçeğinin mevcut ekim alanlarında yapılan üretimi, tüketici gereksinimini karşılayamamaktadır. Bu nedenle, yağlık ayçiçeği, üretimini teşvik etmek ve yağ açığını gidermek amacıyla devlet desteklemesi kapsamındadır. Türkiye'de hızlı nüfus artışı ve sürekli artış gösteren kişi başına tüketim kaynaklı olarak, ayçiçek yağı üretimi tüketimi karşılayamamaktadır. Sürekli artan yağ açığı dış alım yoluna gidilerek karşılanmaya çalışılmaktadır.

İklim değişikliği kaynaklı çevresel sorunlar ve bitkisel yağların biyodizel üretiminde kullanılması nedeniyle, yağlık ayçiçeği tohum ve yağ fiyatları, hızla ve sürekli olarak artmaktadır. Yakın bir gelecekte alım gücünüz olsa dahi yağ veya yağlı tohum alacak pazar bulma olanağı zorlaşacaktır. Bu nedenle ayçiçeği üretim ve veriminin artırılması kaçınılmazdır. Son yıllarda ayçiçeğine uygulanan pirim ile mazot ve gübre destekleri, üretimde artış sağlamasına rağmen, mevcut potansiyeli değerlendirebilecek seviyelere ulaşamamıştır.

Trakya, yağlık ayçiçeği tohumu üretimi ve yağ sanayisi bakımından Türkiye’de önemli bir yere sahiptir. Trakya koşullarına uygun olması, köklerinin toprağın derinlerine inebilmesi, tohum ve yağ veriminin yüksek olması nedeniyle uzun yıllardır yörede ayçiçeği tarımı yapılmaktadır. Ancak, tüketici talebi karşısında yetersiz kalan üretim nedeniyle, ayçiçek yağı açığımız yıldan yıla artış göstermektedir. Gerek bu açığın kapatılması için mevcut potansiyel alandaki veriminin artırılması, gerekse iklim değişikliğinin olası etkilerine karşı, ayçiçeği tarımı açısından uyum yönünde proaktif yaklaşım sağlamak adına hazırlıklı olmak gerekmektedir.

Doktora çalışmalarım sırasında bana her zaman destek olan, sevgili eşim Nurten ve çocuklarım İrem ve Ali Murat GÜLLERCİ ile İlke ve Arda ALAN’ a, dostlukları ve desteklerini her zaman yanımda hissettiğim, Gülseren ALDOĞAN ile Hülya ve Derviş Ahmet GÜLLERCİ’ ye

Eğitim sürecim boyunca bana ışık tutan tez danışmanım Prof. Dr. İhsan ÇİÇEK, başta olmak üzere, görüş ve yönlendirmeleri ile yakın ilgilerini her zaman hissettiğim Prof. Dr. Necla TÜRKOĞLU ve Prof. Dr. Ülkü Eser ÜNALDI hocalarıma,

7/24 esasında büyük bir özveri ile çalışan, Meteoroloji Genel Müdürlüğü personeline, mensubu olduğum Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne bu çalışmada kullanılan verileri sağladığı için,

Tez çalışmaları süresinde yardım ve desteklerini esirgemeyen Selami YILDIRIM ve fahri üyesi olmaktan gurur duyduğum METLİS-83 devresi arkadaşlarım ile Zerrin DEMİRÖRS, Volkan C. DARENDE, Osman ESKİOĞLU, Dr.Hüdaverdi GÜRKAN, Dr. Hüseyin BULUT, Hasan AZTOPAL, Murat ÇALIŞKAN, Emre ŞİMŞEK, Şaban ASLAN ve Şenol ERBAY’ a,

Yardımlarını ve dostluklarını her zaman yanımda hissettiğim Adnan ÖZKAN, M. Şevket GÜNEŞ, Ahmet DÜNDAR ve Murat AĞÖREN' e,

Tezimi inceleyip düşüncelerini paylaşan Aydın BEKTAŞ' a

“Okuyun, okumanın yaşı olmaz, keşke ben sizin yerinizde olsam...” diyerek her zaman okumanın önemini vurgulayan annem ve babama can-ı gönülden teşekkür ederim.

Ankara 2023

İlker ALAN

1. GİRİŞ

Bitkilerin insan yaşamında beslenme, barınma, giyinme, yakıt ve tıbbi amaçlı olmak üzere birçok kullanım alanı bulunmaktadır (Taiz ve Zeiger, 2010). Bu özelliklerinden dolayı bitkiler, bilim insanlarının deneysel olarak en çok araştırma yaptıkları gruplardan biridir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği yer yüzeyindeki yaşamı tehdit eden en büyük tehlikedir. Bu tehlikeye karşı duyarlılığın artırılması, bilimsel araştırmaların sonuçlarına göre önlemlerin ivedilikle alınması gerekmektedir (Sağlam vd., 2008). İklimdeki değişiklikler, sıcak hava dalgaları, taşkın ve kuraklıklar gibi aşırı hava olayları ve afetlerdeki artışların, gıda temininin sürekliliğini kesintiye uğratması beklenmektedir. Dünyanın sahip olduğu gıda varlığı, tarım yapılan alanlarda ve tarımsal ürün tutarındaki değişikliklerden etkilenmektedir (Türkeş, 2020). Gıda güvenliği, insanların beslenme gereksinimlerini karşılamak için, yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya ulaşabilmesi ve gıda gereksinimlerinin etkin ve sağlıklı bir yaşam için karşılanması olarak tanımlanabilmektedir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde, beslenmede önemli bir yere sahip olan ayçiçeği, geniş uyum yeteneği, mekanizasyona uygunluğu, düşük işçilik gereksinimi, yüksek protein ve yağ içeriği nedeniyle önemli bir yağlı tohum bitkisidir. Ayçiçeği tohumları yemeklik yağ kaynağı olarak ve şekerlemelerde insan tüketimine yönelik ürünlerde kullanılmaktadır (Rosa vd., 2009).

Tarım sektörü, bünyesinde birçok yapısal ve ekonomik sorunlar barındırmasına rağmen ülke beslenmesine, gelir ve istihdama katkı sağlamaktadır. Bunun yanında ilgili sanayi işkoluna hammadde gereksinimi karşılaması ve sermaye aktarması, dışsatıma doğrudan ve dolaylı olarak katkıda bulunması ile Türkiye ekonomisi açısından önemli

işkollarından birisidir. Ancak, tarımsal etkinlikler doğal koşulların denetiminde olduğu için yıldan yıla değişiklik göstermekte ve tercihlerin buna bağlı olarak değişmesi nedeniyle ürün deseni ve üretim yöntemleri değişmektedir ([Erdem, 2012](#)).

Ürün planlaması ve yağlı tohum üretimine yönelik etkin bir politikanın olmamasından dolayı, Türkiye’de yağlı tohum üretimi istenilen düzeyde değildir. Bu nedenle dışalıma bağımlı bitkisel yağ işkolu, dünya pazarlarındaki fiyat dalgalanmalarından etkilenmektedir. Türkiye’de bitkisel sıvı yağ tüketiminin önemli bir kısmını ayçiçek yağı oluşturmaktadır. Yurtiçinde tüketilen 900 bin ton civarındaki ayçiçek yağının sadece 500-550 bin tonu iç üretimden karşılanmaktadır. Oluşan yağ açığı sorunu, yağlık ayçiçeği tohumu veya ham ayçiçek yağı dışalımı yoluyla giderilmektedir. Bitkisel yağ sanayimizin en önemli ve temel sorunu dışa bağımlılıktır. Son yıllarda dünyada bitkisel yağlar, gıda işkolu dışında biyodizel üretiminde kullanılmaları nedeniyle, enerji işkolunun da hammaddesi haline gelmiştir. Bu durum yağlı tohumlu bitkilere olan talebi ve stratejik önemi daha da arttırmıştır.

Genellikle Avrupa’nın güney ve doğu bölgelerinde yetiştirilen ve ilkbaharda ekilen bir ürün olan ayçiçeği, büyüme döngüsü sırasında sıcaklık stresinin doğrudan etkisine ve kuraklığa karşı daha savunmasız olabilir, her iki etmen de ciddi verim kaybına, yağ içeriğinin azalmasına, kısacası yağ asidi değişikliklerine neden olmaktadır. Yetiştirme (erkencilik, stres toleransı), ürün yönetimi (ekim tarihleri) ve yetiştirme alanlarının değiştirilmesi yoluyla uyarlamalar geliştirilerek, bu olumsuz etkilerle kısmen başa çıkmak olasıdır ([Debaeke vd., 2017](#)).

Türkiye üzerinde iklim değişikliği çeşitli yönleri ile pek çok farklı çalışmada değerlendirilmiştir. Gerek yapılan analizler gerekse geleceğe yönelik tahmin

alışmalarının büyük çoğunluğu, en önemli iklim parametreleri olan sıcaklık, yağış vb. unsurların uç olayları üzerine odaklanmıştır. İklım projeksiyonları sıcaklık artışlarının içinde bulunduğumuz yüzyılın sonuna kadar çok daha yükseleceğini ortaya koymaktadır. Bu projeksiyonların tamamına yakın kısmı Güney Avrupa ve Akdeniz Havzasında yağışların gelecekte önemli oranlarda azalacağını da işaret etmektedir. Türkiye'nin iklimi açısından daha sıcak ve daha kurak hava koşulları beklenmektedir (Lng vd., 2007). Havada ve toprakta artan kuraklığın başlıca nedenleri, yağışların azalması ve mevsimsel dağılımının değişmesi ayrıca, hava sıcaklığının artmasıdır (Führer, 2010; Führer ve Jr, 1992; Vrallyai, 2002, 2010; Vrallyai ve Farkas, 2008). 1971-2016 arasına ait veriler kullanılarak yapılan analiz çalışmalarına göre; Türkiye'nin aylık sıcaklık ve yağış dağılışında yaz aylarında sıcaklıklar artarken, yağışlar azalmaktadır (şensoy vd., 2013).



İklım, dünyanın birçok yerinde tarımsal ürün verimliliğini etkileyen ve denetlenemeyen en önemli ögedir. Sınırlarını doğal koşulların çizdiği ve büyük lde onun denetimi altında ya da ve uyum içerisinde sürdürülen “tarımsal etkinlikler”, teknolojik gelişmeler ve tarımsal uğraşı alanlarına sunduğu tüm olanaklara rağmen genel hatlarıyla iklim koşullarının denetimi altındadır. İklım bileşenlerindeki değişim eğiliminin, teknoloji ve verimi etkileyen diğer değişkenlerin etkilerinin güçlenmesine rağmen, ürün verimi eğilimlerini olumlu ya da olumsuz etkileyebileceğine ilişkin olarak, bilimsel literatürde somut bulgular söz konusudur. Bu değişimler yerel/bölgesel ölçeklerde küresel değerlere göre daha büyük sapmalar gösterebilir. Bu nedenle, iklim değişkenlerindeki değişim eğilimleri ve miktarları yerel ölçeklerde tespit edilmek zorundadır. Yerelde, tarımsal verimliliği artırmak için risk azaltma ve uyum stratejileri ile iyi tarım uygulamalarını araştırıp, geliştirip hayata geçirmek gerekmektedir (Skaggs ve Irmak 2012).

Ayçiçeği, Trakya’da tarımı yapılan ve Türkiye tarımsal üretim ve tüketimi açısından günümüzün en önemli yağ bitkilerinden birisidir. Tarım alanları ve tarımsal üretim hakkında doğru bilgi, karar vericilerin yapacağı planlama ve yatırımlarda daha sağlıklı karar vermelerine yardımcı olacaktır. Bunun sonucunda ülke kaynakları daha etkin ve verimli olarak kullanılabilir, sosyal maliyeti düşük, fayda/maliyet analizi pozitif yatırımlar gerçekleştirilebilecektir. Avrupa’da, Türkiye’de ve özellikle Trakya’da ayçiçeği geleceğinin, olası iklim değişikliğine potansiyel uyumu ve aynı zamanda gıda ve enerji için rekabet gücü ve çekiciliği ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Yetiştirme (erkencilik, stres toleransı), ürün yönetimi (ekim tarihleri) ve yetiştirme alanlarının değiştirilmesi yoluyla uyarlamalar geliştirilerek, bu olumsuz etkilerle kısmen başa çıkmak olasıdır.

Türkiye’nin sahip olduğu iklim özellikleri nedeniyle birçok yağ bitkisinin yetiştirilmesi mümkün olmasına karşın bitkisel yağ üretimi yurt içi tüketimi karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Nüfus artış hızına bağlı olarak, gereksinim duyulan bitkisel yağ miktarı da yıldan yıla artmaktadır. Ortaya çıkan bitkisel yağ gereksiniminin önemli bir kısmı dışalım yoluyla karşılanmaktadır ([Hatırlı vd., 2002](#)).

Yağlar, karbonhidratlar ve proteinler gibi insan vücudu için yaşamsal değeri olan ve insanların beslenmesinde önemli yer tutan temel gereksinim maddelerinden biridir. Özellikle doymuş yağ oranlarının düşük olması, hücre yapısı için gerekli olan serbest yağ asitlerini içermesi ve insan vücudunda A, D, E, K gibi yağda eriyen vitaminleri çözmesi gibi özellikleriyle bitkisel yağlar, insan sağlığına katkıları ve yüksek besin değerine içermeleri bakımından ayrı bir öneme sahiptir ([Başalma, 1991](#); [Demirörs vd., 2004](#)). Yetişkin bir insanın dengeli, sağlıklı beslenmesi ve günlük etkinliklerini yerine getirebilmesi için 2000-2400 kaloriye gereksinimi vardır. Bu miktarın yaklaşık olarak

üçte biri bitkisel yağlardan karşılanmaktadır. 1 gram yağın 9 kalori verdiği dikkate alındığında bir insanın yaklaşık olarak günlük 77 gr yağ tüketmesi gerekmektedir. Bu miktar yağın 1/3'ü sıvı olarak yemeklerle, 1/3'ü katı yağ olarak kahvaltılarda ve geri kalan 1/3'ü ise peynir, süt vb. besinlerden karşılanmalıdır. Buna göre doğrudan alınması gereken kişi başına günlük yağ miktarı toplam 51 gram olup bu da kişi başına yıllık ortalama 18,6 kg yağ tüketilmesi demektir (Kolsarıcı vd., 2000). Gelişmiş ülkelerde sağlıklı bir beslenmeden söz edilebilmesi için kişi başına yıllık yağ tüketiminin 24 kg olması gerektiği vurgulanmaktadır. Türkiye’de, hayvansal yağların üretiminin pahalı ve sınırlı olması nedeni ile tüketilen yağların büyük bir çoğunluğu bitkisel kökenli yağlardan oluşmaktadır (Hatırlı vd., 2002).



Türkiye’nin 2020 yılı ayçiçeği tohumu dışalımını 1,14 milyon ton olarak gerçekleştirmiştir. Ayçiçeği tohumu dışalımında öne çıkan ülkeler Rusya ve Bulgaristan’dır. Türkiye’nin ayçiçeği dışalımını 2020 yılı ilk altı ayında 868 bin ton iken 2021 yılı ilk altı ayında %30 azalışla 597 bin ton olarak gerçekleştirmiştir. Yurt dışı borsa fiyatlarında, dünya genelinde pandeminin etkisiyle artan tüketimle birlikte fiyat artışı yaşanmıştır. 2020 yılında ortalama olarak 420 \$/ton olan yurt dışı ayçiçeği fiyatı Ağustos 2021 tarihinde 571 \$/ton seviyelerinden işlem görmüştür. Bu durum gelişmekte olan Türkiye ekonomisi için büyük bir yük oluşturmaktadır. Tüm bunlara koşut olarak, dünyadaki nüfus artışı ve özellikle içinde bulunduğumuz son yıllarda yaşadığımız Covid-19 salgını ile Ukrayna-Rusya savaşı vb. çatışma ortamları küresel tedarik zincirini kırmış, gıda güvenliği ve sürdürülebilir tarımsal üretimin stratejik önemini ortaya çıkarmıştır. Bu durum dünyada ve Türkiye’de tarım ürünlerine olan talebin karşılanması için üretim planlaması yapılmasını kaçınılmaz kılmaktadır.

Ayçiçeği, Türkiye’ de en fazla ekim alanı ve üretime sahip yağlı tohum bitkisidir. Uyum yeteneğinin yüksek olması, kuru ve sulı koşullarda yetiştirilebilmesi, ekiminden hasadına kadar mekanizasyona uygunluğu, ayçiçeği tarımının üstün özellikleridir. Türkiye’nin ayçiçeği gereksinimini önemli ölçüde karşılayan Marmara Bölgesi’nde ayçiçeği kuru koşullarda buğday ile ekim nöbetine girmektedir. Yıllara göre ayçiçeği ekim alanlarında ve üretiminde önemli dalgalanmalar meydana gelmektedir. Bu durumun oluşmasında, uygulanan fiyat politikaları ve verilen destekler etkili olmaktadır. Trakya ve Marmara Bölgesi’nde üreticiler fiyatlardan ve desteklemelerden hoşnut olmadığında ekim nöbetinde 1 yıl buğday 1 yıl ayçiçeği ekim nöbeti yerine 2 yıl buğday, 1 yıl ayçiçeği ekerek, üretim değerlerinde önemli sapmalara neden olabilmektedirler.



Tarımsal üretim açısından en önemli iklim parametrelerinden biri olan sıcaklık; topraktan bitkinin çıkışını, gelişimini, vejetasyon periyodunu ve olgunlaşmasını belirlemektedir. Genel olarak uygun değer koşullarından uzaklaştıkça ürün yetiştirmek için daha fazla masraf yapılması gerektiğinden üretim ekonomik olmaktan çıkar. Bu durumda iklim koşulları-tarım ilişkisinin en önemli yönü üretim harcamalarına yansır (Tümertekin, 1994). İklim elemanlarındaki değişim eğilimleri, yerel/bölgesel ölçekte küresel eğilimlere göre sapmalar gösterebilir. Yerel/bölgesel tarımsal verimliliği artırmak için risk azaltma ve uyum stratejileri ile iyi tarım uygulamalarını geliştirmek ve uygulamaya geçirmek ayçiçeğinin sürdürülebilir tarımsal üretimi açısından kaçınılmaz hale gelmiştir. Doğal olarak bu durumda tarım-iklim ilişkisi, çalışma alanı olan Trakya’da ayçiçeği yetiştirmenin ekonomik olup olmayacağını belirleyen en önemli unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.1. Tezin Amacı ve Önemi

Bu çalışmada, Trakya’da İklim Değişikliğinin Ayçiçeği Tarımına Olası Etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, ayçiçeği tarımının yaygın olarak yapıldığı Trakya koşullarında; RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları temelinde 3 Küresel İklim Modeline (HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR, GFDL-ESM2M) ait 20 km. çözünürlüklü veri setleri kullanılmıştır. Model çıktılarına göre gelecekte iklimdeki değişimlere bağlı olarak, ayçiçeğinin yetiştirme koşulları ve iklim gereksinimlerindeki değişimler ile aralarındaki ilişkiler araştırılacaktır. Ayrıca, iklim değişikliği perspektifinden ayçiçeğinin yetiştirilmesi bakımından geleceğe yönelik olarak uygunluk dönemlerinin ve ekim sahalarının belirlenmesine çalışılacaktır. Bu çalışma, Türkiye için önemli yağ bitkisi olan ayçiçeğinin iklimdeki değişikliklerden nasıl ve ne yönde değişeceğine odaklanmaktadır.



Ayçiçeği ılıman bir bölge bitkisidir ancak farklı iklim ve toprak koşullarında iyi performans gösterebilmektedir. Genellikle mısır ve soya fasulyesini öldüren sonbaharın erken donlarına direnmektedir ([Khalifa vd., 2000](#)). ABD'nin güneybatısındaki çok sıcak bölgelerden doğu Kanada'daki çok soğuk bölgelere kadar uzanan geniş coğrafi, morfolojik ve habitat bazında ayçiçeği çeşitliliğinin görülmesinden hem düşük hem de yüksek sıcaklıklara uyum sağlamasının, bitkinin benzersiz özellikler geliştirmiş olabileceği sonucuna varılmıştır. Geniş uyum yeteneğine sahip olan farklı ayçiçeği melezleri, büyüme, gelişme ve olgunluk için farklı toplam birikmiş dereceli-gün sayısı veya büyüme dereceli günleri gerektirmektedir. Bitkide meydana gelen tüm fizyolojik ve morfolojik gelişmeler sıcaklıktan önemli ölçüde etkilenir ([Qadir ve Malik, 2007](#)).

Ayçiçeği, uyum yeteneği ve yağ kalitesi nedeniyle dünyanın hemen hemen tüm bölgelerinde tohum verimi ve yüksek yağ oranı için yetiştirilebilmektedir (Sencar vd., 1991). Gıda ve Tarım Örgütü'ne (FAO) göre ayçiçeği, dünyada yağ bitkisi olarak soyadan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Ayçiçeği, dünyadaki önemli bir bitkisel yağ kaynağıdır. Ayçiçeği, bitkisel yağ üretimi için yağlı tohum, insanlar beslenmesinde gıda ve kuşyemi pazarları için tohum ve kabuksuz şekerleme veya kuşyemi pazarlarında kullanılmak üzere 3 ana tür olarak yetiştirilmektedir. Ayçiçek yağı, dünya yemeklik yağ üretiminin yaklaşık %13' üne yüksek değerli katkı sağlamaktadır (Gabagambi ve George, 2010). Bu çalışmada, ayçiçeği tarımının yaygın olarak yapıldığı Trakya koşullarında; iklim değişikliğinin olası etkilerinin ayçiçeği tarımı açısından önemine dikkat çekilmiştir.

1.2. Trakya'da Ayçiçeği Tarımının Tarihi ve Önemi

Ayçiçeğinin, Türkiye'ye Romanya ve Bulgaristan'dan gelen göçmenler tarafından getirilip, yayıldığı düşünülmektedir. İlk olarak, Trakya'da başlayan üretimi daha sonra Türkiye'nin her tarafına az veya çok yayılmıştır (İncekara, 1972; İlisulu, 1973; Arıoğlu, 2015). 1858 Paris ve sonrasındaki Berlin konferansları kararlarının Osmanlı sınırları içindeki azınlıklara ve Avrupalı sanayicilere sağladığı ayrıcalıklar, özellikle tarım ve el sanatlarında gelişmiş (dokumacılık) Balkan Türklerinin ekonomik gelişimini kısıtlamış ve bu bölgede yaşayan Türk soydaşların Trakya'ya göçmelerine neden olmuştur. Balkanlardan gelerek Trakya'ya yerleşen ve zamanın en modern tarım bilgisi ile dolu olan göçmenler, ayçiçeği ve rapiska (kanola) üretimini de beraberlerinde getirmişlerdir (Gaytancıoğlu, 1994; Erdem, 2012).

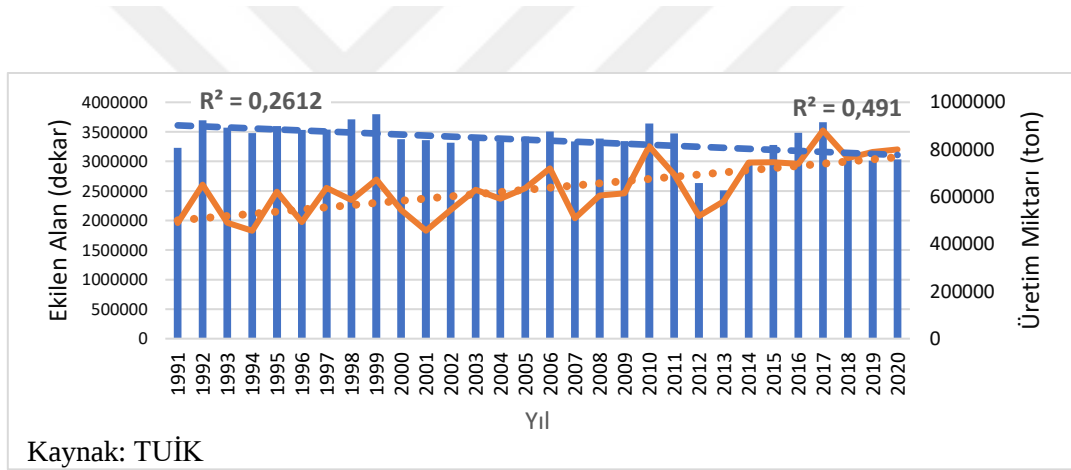
Cumhuriyetle birlikte tarımda atılımlar yapan Türkiye, ilk tarım atılımına Trakya'dan başlamıştır. Dışalımı yapılan 500 adet traktör, bu yörede teşvikle kurdurulan büyük tarım işletmelerine dağıtılmıştır. Ancak, 1929'da tüm dünyada meydana gelen ekonomik kriz, oluşum aşamasındaki bu işletmelerin kısa bir süre sonra kapanmalarına neden olmuş ve tarım, bugünkü yapısını oluşturan kırsal alan yaşayanlarına terk edilmiştir (Erdem, 2012). Trakya, önemli tarımsal potansiyele sahip olması ve Avrupa 'ya açılan kapı özelliğiyle Türkiye açısından önemli bir yöredir. Toprak yapısı, coğrafi koşullar gibi özellikleriyle tam bir tarım yöresi olan ve nüfusunun önemli bölümü tarımla uğraşan Trakya, tarımsal verimlilik, örgütlenme, mekanizasyon, gübre kullanımı vb. göstergeler açısından Türkiye ortalamasının üzerinde değerlere sahiptir. Trakya 'nın tarıma elverişli arazi miktarı 1,002,223 ha olup, bunun 965,910 ha kısmı ekilmektedir (Erdem, 2012).

Çizelge 1. Trakya'da Yıllara Göre Ayrıceği Ekim-Üretim-Verim Miktarları

YIL	EKİLEN ALAN (Da)	ÜRETİM (ton)	VERİM (Kg/Da)	YIL	EKİLEN ALAN (Da)	ÜRETİM (ton)	VERİM (Kg/Da)
1991	3.228.340	489.088	151	2006	3.507.330	720.610	205
1992	3.696.490	651.580	176	2007	3.339.959	509.174	152
1993	3.571.830	490.291	137	2008	3.385.402	604.895	179
1994	3.479.050	457.080	131	2009	3.341.329	614.868	184
1995	3.598.400	622.438	173	2010	3.641.813	814.692	224
1996	3.530.220	493.093	140	2011	3.473.397	695.087	200
1997	3.537.470	638.238	180	2012	2.634.570	518.794	197
1998	3.712.860	585.956	158	2013	2.510.580	581.473	232
1999	3.800.380	673.396	177	2014	2.940.013	744.913	253
2000	3.375.060	544.306	161	2015	3.277.354	746.392	228
2001	3.360.900	456.758	136	2016	3.482.556	740.220	213
2002	3.317.530	544.100	164	2017	3.664.353	881.127	240
2003	3.430.390	630.031	184	2018	3.134.961	764.252	261
2004	3.340.100	591.851	177	2019	3.013.185	789.109	273
2005	3.421.140	636.355	186	2020	3.036.251	800.127	275

Kaynak: TÜİK

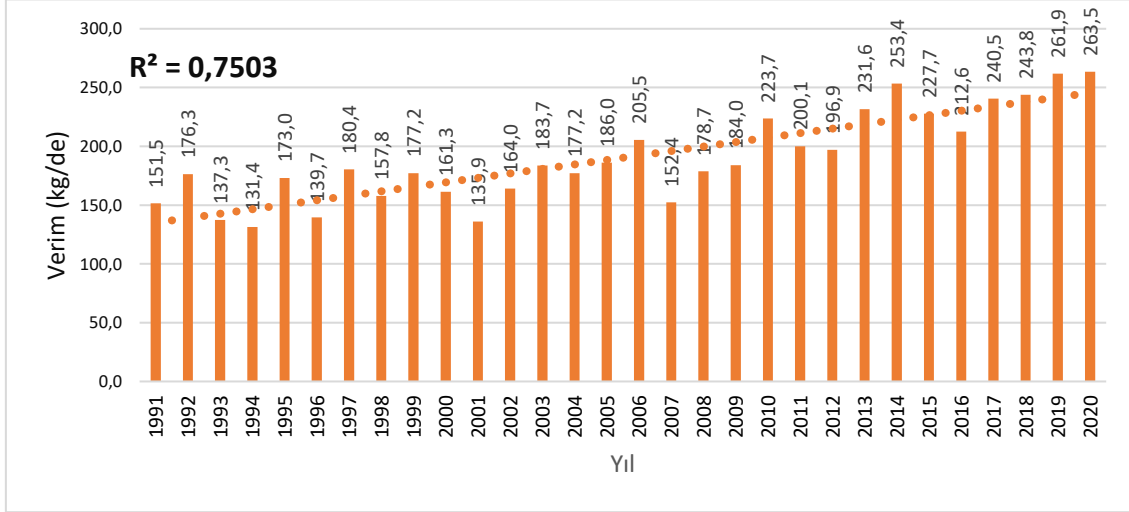
Trakya genelinde ayçiçeği ekilen alan yıldan yıla değişkenlik göstermekle birlikte üretim miktarı ve verim açısından eğilim artış yönündedir. 1991-2020 döneminde 2012, 2013 ve 2014 yılları dışında ayçiçeği ekilen alan 3,000,000 dekarın üzerindedir (Çizelge 1; Şekil 1). 1991-2020 döneminde ekilen alan için 0,26'lık R^2 değeri pozitif yönde olmakla birlikte zayıf bir korelasyona işaret etmektedir. Bu durum ayçiçeğine olan talebe karşılık, çiftçilerin ekime ayrılan alan bakımından aynı tepkiyi vermekte isteksiz davrandıklarını gösterdiği şeklinde değerlendirilmektedir. Bu durumun, destekleme primlerinde ayçiçeği ekimi için pozitif bir ayırımın olmaması ve üreticilerin, diğer yağ bitkilerine kayma yönünde bir tercihte bulunmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 1. Trakya'da Ekilen Alan ve Üretim Miktarının Yıllara Göre Değişimi

Verim açısından bakıldığında 0,49'luk R^2 değeri orta derecede pozitif bir korelasyonun varlığını göstermektedir. Bu durum, 1991-2020 dönemi boyunca aynı miktardaki ekilen alandan alınan ürün miktarındaki artışına bir nebze olsa da açıklık getirmektedir. TÜİK' ten elde edilen verilere göre, Trakya'da ayçiçeğinin verim miktarları da yıldan yıla değişkenlik göstermektedir. Ancak, birim alandan alınan verimin 1991-2021 dönemindeki genel eğilimi artış yönündedir. Özellikle, 2010 yılından itibaren dekar başına verimin 2012 yılı hariç, 200 kg'ın üzerinde olduğu

görülmektedir. Bu durum, Trakya’ da üretim veriminin 0,75’ lik R^2 değerinin de açıkça desteklediği gibi pozitif yönde kuvvetli bir korelasyonun varlığını göstermektedir. Trakya genelindeki birim alandan alınan verim artışının ayçiçeği tarımında makinalaşmanın yanında zararlılarla mücadele ve yüksek verimli tohumlukların tercihinden kaynaklandığı şeklinde değerlendirilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Trakya’da Ayçiçeği Veriminin Yıllara Göre Değişimi

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. İklim, iklim değişikliği ve tarım ilişkisi ile ilgili çalışmalar

Parry (1975), “Kalıcı İklim Değişikliği ve Marjinal Tarım” konulu çalışmasında kalıcı iklim değişikliği altında, Güneydoğu İskoçya’nın iklimsel sınırları içerisinde, marjinal ekimin bir değerlendirmesini yapmıştır. Bu çalışmada sıcaklık ve nem oranında kalıcı değişimin, marjinal tarım tarihinin uzun süreli iklim dalgalanmalarındaki rolünün hafife alındığı öne sürülmektedir.



Warrick ve Farmer (1989), “Sera Gazı Etkisi, İklim Değişikliğinde Deniz Seviyesi: Gelişim Uygulamaları” konulu çalışmalarında, sera gazlarının iklim değişikliği ve deniz seviyesine olan etkilerini literatür çalışması yaparak incelemişlerdir. Bu araştırmanın sonucunda, 1989 yılından 2030 yılına kadar küresel ortalama yüzey sıcaklığının, 1-2 °C daha fazla olabileceği, bununla birlikte 2030 yılına kadar küresel ortalama deniz seviyesinin 1989 yılına göre 17-26 cm daha yüksek olacağı tahmin edilmektedir.

Mendelsohn vd., (1994), “Küresel Isınmanın Tarıma Etkisi” konulu bir araştırma yapmışlardır. Yaptıkları analiz çalışmalarıyla küresel ısınmanın tarım üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada ağırlıklı olarak sıcak hava bitkileri yetiştirildiğinde ve daha az sulu tarım yapıldığında, küresel ısınmanın Amerika tarımına yararlı olabileceği ifade edilmektedir.

Rosenzweig ve Parry (1994), “Dünya’nın Besin Tedarik Etmesinde İklim Değişikliğinin Potansiyel Etkisi” konulu çalışmalarında, kurdukları senaryolarla besin

tedarik etmede iklim değişikliğinin potansiyel etkilerini, küresel boyutta değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda küresel üretimde atmosferik karbondioksit konsantrasyonunun gelişmemiş ülkeleri, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere nazaran, çok daha fazla olumsuz etkileyeceği öne sürölmektedir.

Reily (1995), “İklim Değişikliği ve Küresel Tarım: Yeni Bulgu ve Sorunlar” konulu araştırmasında, iklim değişikliği altında bitki çeşitlerinde ekim zamanını, gübre ve sulama dozunu ve verimdeki azalmaları tahmin etmek için, farklı kombinasyonlardaki değişimleri test etmiştir. Bu deneylere dayanarak, diğer bölgelerde yarar sağlansa bile bazı alanlarda %50 ile %80 arasında ciddi bir verim kaybı olduğu ortaya koyulmuştur.

Dale ve Drennan (1997), “İklim Değişikliği ve Arazi Kullanım Değişikliği Arasındaki İlişki” konulu literatür çalışmasında, son yıllarda arazi kullanım değişikliğinin, ekolojik çeşitlilikte iklim değişikliğinden çok daha büyük etkiye sahip olduğunu belirtmektedir. Çalışmada arazi kullanım değişikliğinin büyük kısmının, iklim değişikliği ve iklimle çok az ilgisi olduğu ifade edilmektedir. İnsanların iklim değişikliğine uyum sağlamak amacıyla, arazi kullanımı ve özellikle arazi yönetimini değiştirecekleri vurgulanmaktadır.

Türkeş vd., (2000), Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri konulu literatür çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada, içerdieği tüm belirsizliklere karşın, küresel ısınmanın sürmesi durumunda, bazı bölgeler için aşırı yüksek sıcaklıklar, taşkınlar, yaygın ve şiddetli kuraklık olayları ve bunların doğal bir sonucu olan, çalılık ve orman yangınları ile insan sağlığını ve ekolojik sistemlerin işlevselliğini de içeren bazı ciddi potansiyel değişiklikler olacağı belirtilmektedir.

Öztürk (2002), tarafından, “Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri” konusu ele alınarak araştırılmıştır. Çalışmada, küresel iklim ve iklim değişimleri üzerinde durulmuştur. Çeşitli nedenlerle oluşan iklim değişikliklerinin dünyaya ve özellikle Türkiye’ye olası etkileri incelenmiştir. Türkiye yakın jeolojik dönemler boyunca, iklim değişikliğinden en fazla etkilenen ülkeler arasındadır. Bundan sonra da tartışmasız iklimde meydana gelebilecek birçok değişiklikten en fazla etkilenecek ve büyük sorunlar yaşayabilecek bir ülke konumundadır.

Aksay vd., (2005), “Küresel Isınma ve İklim Değişikliği” konulu çalışmalarında geçen yüzyıl süresince, sıcaklıkta 0,5°C’lik bir artış, deniz seviyesinde bu yüzyılın başından beri 20 cm’lik artış, stratosfer sıcaklığında azalış, orta enlemlerdeki yağış miktarında artış ve subtropik enlemlerdeki yağış miktarında azalış olduğu belirtilmiştir. 2100 yılına kadar sıcaklıkta 3°C’lik artış, deniz seviyesinde 70 cm’lik (30-110 cm) yükselme olacağı öngörülmektedir. Orta ve daha yüksek enlemlerde yer alan ormanların büyük miktarlarda yok olmayacağı, tarımsal alanlarda ve dünya gıda üretiminde azalış olacağını ileri sürmüşlerdir. Ayrıca, tüm insan kaynaklı salımlar durdurulacak olsa bile, sıcaklıkta 1-2°C’lik bir artış beklendiğini belirtmişlerdir.

Koochehi vd., (2006), “Effects of climate change on growth criteria and yield of sunflower and chickpea crops in Iran” isimli çalışmalarında İklim değişikliğinin İran’daki ayçiçeği ve nohut bitkilerinin büyüme kriterleri ve verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. İran’da Tebriz koşulları için sulanan ve yağmurla beslenen ayçiçeği ve nohutun verim ve büyüme ölçütleri iklim değişikliği simülasyonu altında incelenmiştir. Aylık ortalama sıcaklık ve yağış, CO₂’nin ikiye katlandığı koşullar altında, Goddard Uzay Araştırmaları Enstitüsü (GISS) ve Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı (GFDL) modelleri kullanılarak tahmin edilmiştir. İklim değişikliğinin ürün büyüme

dönemine etkileri, bu ürünlerin verim bileşenleri ve su gereksinimleri bir ürün simülasyon modeli (OSBOL) ile değerlendirilmiştir.

Çelik ve Karakayacı (2007), “Küresel İklim Değişikliğinin Konya Tarımına Olası Etkileri Üzerine Bir İnceleme” konulu literatür çalışmalarında küresel iklim değişikliğinin Konya tarımına olası etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, küresel ısınmanın etkisi ile Konya ovasında son yıllarda ortalama sıcaklıklarda kış aylarında düşüş, yaz aylarında ise artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yılın son aylarında yağışta bir artış, ilk aylarında da bir düşüş yaşandığı belirtilmiştir. Yağışlarda, aylar arasında bir kayma yaşanırken, uzun yıllardaki yıllık ortalama toplam yağışların az miktarda düştüğü ortaya konulmuştur.

Korkmaz (2007), “Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi” konulu literatür çalışmasında küresel ısınmanın önüne geçebilmek için, enerji, sanayi, ulaşım ve tarım işkollarında, başta fosil yakıt kullanımının azaltılması yoluyla, gerekli politika değişikliğine gidilmesini önermektedir. Ayrıca sera gazı üretiminin sınırlandırılmasının sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının artırılması, hava, toprak, su gibi doğal dengenin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması küresel ısınmaya karşı önemli önlemler olarak belirtilmektedir. Bununla birlikte ormanların korunması ve bilinçli tarımsal uygulamaların sera gazı salınımının azaltılması için yardımcı olabileceği vurgulanmıştır.

Lane ve Jarvis (2007)’in, “Changes in Climate will modify the Geography of Crop Suitability: Agricultural Biodiversity can help with Adaptation” başlıklı makalelerine göre: İklim değişikliği, çok çeşitli ürünlerin yetiştirilmesine uygun alanlarda kaymalara neden olacaktır. Mevcut ve gelecek iklim verilerini kullanarak,

Ecocrop modeli yardımıyla, iklim değişikliğinin bitki genetik Kaynakları ve diğer başlıca temel ürünlerin yetişmesine uygun alanlar üzerindeki etkisini tahmin etmeye çalışmışlardır. Sonuçta, Dünyanın en önemli ürünlerinin geniş bir yelpazesinin yetiştirilmesi için uygun alanlar, iklim değişikliğinin bir sonucu olarak değişecektir. Genel olarak, uygun alanlar artacak, ancak alan kaybından en çok etkilenen kesimler genellikle düzensiz ve aşırı iklim olaylarının etkilerinden zaten bu konuda sıkıntı yaşayan bölgeler olacaktır. Avrupa ve Kuzey Amerika gibi bölgelerin ek tarım alanı kazanacakları görülmektedir. İklim değişikliğine uyum stratejilerini, özellikle değişikliğe toleranslı çeşitliliği hedefleyecek öncelikli türleri ve alanları belirlemek için daha fazla analiz yapılması gerektiği ileri sürülmektedir.



Kanber vd., (2008), “İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi” konulu çalışmalarında iklim ve tarımsal sistemler arasındaki ilişkileri analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre tarımın iklim değişikliğini de kapsayan doğal sistemler ve insan etkinlikleri ile etkileşim içerisinde olduğu saptanmıştır. Bu etkileşimin hem çok karmaşık hem de sistemlerde oluşacak aksaklıklar sonucu birçok sorunun ortaya çıkmasına eğilimli olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, 2070-2100 yıllarında yağışın önemli oranlarda azalacağı, kar yağışlarının miktar ve erime zamanlarının değişeceği, buğday, mısır gibi temel ürünlerin ekim/dikim zamanlarının ve daha önemlisi ekiliş yörelerinin değişeceği öngörülmektedir.

Çaldağ (2009), doktora çalışmasında Trakya Bölgesinin Tarımsal Meteorolojik Özelliklerini Belirlemeye çalışmıştır. Bu çalışmada tarım potansiyeli yüksek olan Trakya’da ekilen başlıca bitkilerin fenoloji, büyüme derece gün, vernalizasyon gibi özellikleri, karşılaştırmalı olarak ortaya konmuştur. Bitki gelişimi ve veriminin uzun

yıllık durumu, iklim değişiminden etkilenme olasılığı ile modellenerek incelenmiştir. Uydu verisi kullanımı ve kuraklık indeksi hesaplamalarıyla, orman alanları da incelemelere eklenmiştir. Tarımsal meteoroloji alanında Türkiye'nin belirli bir bölgesindeki ilk uygulamaları içeren tezin sonuçlarının karar vericilere destek sağlayacağı umulmaktadır.

Kılıç (2009), Küresel İklim Çerçevesinde Sürdürülebilir Kalkınma Çabaları ve Türkiye konulu literatür çalışmasında, küresel iklim değişikliği çerçevesinde sürdürülebilir kalkınma çabalarını ele almıştır. Bu çalışmada Türkiye'nin önümüzdeki dönemde, iklim değişikliğinin çevresel ve sosyo-ekonomik etmenler üzerinde yaratmış olduğu etkileri ortadan kaldırarak, sürdürülebilir kalkınma sürecinin devamlılığını sağlayacak ulusal ve uluslararası düzeyde önlemler alması gerektiği vurgulanmıştır.

Çetinsoy (2010), yüksek lisans tezinde “Küresel İklim Değişikliği: Avrupa Birliği ve Türk Tarımı” konusunu incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Türkiye’de küresel iklim değişikliğine bağlı ürün kaybı olmuştur. 2000-2008 yılları arasında yapılan verimlilik analizinde, yaşanan kuraklığın ürün bazında buğday, arpa, kırmızı mercimek, pamuk, çeltik ve tütünde ürün azalışına neden olduğu görölmüştür.

Dellal vd., (2011), “Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarıma Ekonomik Etkisi” konulu araştırmaları Türkiye için 2050 yılı sıcaklık ve yağış tahminleri kullanılarak yedi coğrafik bölgede ve ulusal ölçekte yapılmıştır. Türkiye’de ekilen alanların %85’ini kaplayan beş temel ürün olan buğday, arpa, mısır, ayçiçeği ve pamuk ele alınmıştır. Araştırmada öncelikle, biyofizyolojik bir model ile 2050 yılı için HADCM projeksiyonları kullanılarak, bitkilerin üretim dönemlerindeki yağış ve sıcaklık değişimlerinin verim değerlerine etkileri hesaplanmıştır. Verimdeki değişmelerin tarım

ürünleri fiyatlarına, ihracat ve ithalat miktarına, tüketici ve üreticiler ile sosyal refaha etkileri ise araştırmacıların kurdukları TARSEM (Türkiye Tarımsal Sektör Modeli) adlı ekonomik model ile tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları iklim değişikliği altında mahsul verimi değişikliklerinin %3,8 ila %10,1 oranında olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Ekonomik olarak toplam refah, üreticilerin refahının artması ve kaybedenin tüketiciler olması ile azalmaktadır.

Akalın (2014), “İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri: Bu Etkileri Gidermeye Yönelik Uyum ve Azaltım Stratejileri” ni ele almıştır. Bu çalışmaya göre; iklim değişikliği, doğal iç süreçlerin yanı sıra antropojen kaynaklı süreçler nedeniyle günümüzde etkisini giderek arttırmaktadır. İklim değişikliğinin yaratacağı bu etkilerin küresel ve bölgesel ölçeklerde ortaya çıkması beklenmektedir. Nitekim iklim değişikliği; tarım, orman ve bitki örtüsü, temiz su kaynakları, deniz seviyesi, enerji, insan sağlığı ve biyolojik çeşitliliği doğrudan veya dolaylı olarak çeşitli şekillerde etkileyebilmektedir. Tüm bunların yanında, iklim değişikliği sosyal ve ekonomik sorunlar yoluyla tarım üzerinde baskı oluşturabilmektedir. İklim değişikliği nedeniyle toprak ve su rejimleri değişime uğramakta, tarımsal üretim azalmakta ve gıda güvenliği tehlikeye girmektedir. İklim değişikliğinin uzun dönemde; su ve diğer kaynaklar üzerinde stres oluşturması, toprakları verimsizleştirilmesi, tarım alanlarının durumlarını kötüleştirilmesi, geniş çapta çölleşmelere neden olması, tarım ürünlerinde zararlı ve hastalıkların çoğalmasına sebep olması ve deniz seviyesini yükselterek kıyı ekosistemlerini tahrip etmesi beklenmektedir. Günümüzde, iklim değişikliğine bağlı bu olumsuzlukların giderilebilmesi için öncelikle iklim değişikliği senaryoları ile durumun tespit edilmesi gerekmektedir. Sonrasında ise, uyum ve azaltım stratejileri etkin bir şekilde uygulanarak bu etkiler en az düzeye indirilmesi vurgulanmaktadır.

Dellal (2014), "İklim Değişikliğinin Tarımsal Ekonomiye Etkileri" ni ele aldığı çalışmasında, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin 5. raporuna göre iklim değişikliğinin %95'i insan faaliyetlerinden kaynaklandığını vurgulamaktadır. Fosil yakıt kullanılması, nüfusun, üretimin ve tüketiminin artması, ormanlık alanların azalması gibi etmenler sera gazı emisyonlarını artırmakta, böylece sıcaklıklarda artış, yağışlarda azalma ya da mevsimsel dengelerin bozulması gibi iklimde değişiklikler gözlenmektedir. İklim değişikliği bireylerin gündelik yaşamından, küresel ekonomik dengelere kadar geniş bir çerçevede etkili olmaktadır. Tarım ise doğaya bağlı sürdürülen bir faaliyet olma özelliği ile iklim değişikliğinden en fazla etkilen sektördür ve insanların en temel ihtiyacı olan gıdayı sağlaması nedeniyle özellikle üretim azlığı endişe konusudur. Tarım, aynı zamanda ekonomik bir faaliyet olması nedeniyle, iklim değişikliği ile ortaya çıkacak üretimdeki değişimler hem ülke ekonomileri hem de uluslararası ticaret açısından önemlidir. Tarım, iklim değişikliğinden etkilenen yanı kadar, iklim değişikliğine neden olan bir faaliyettir.

Dellal vd., (2015), "İklim Değişikliğinin Tarım Sektörüne Ekonomik Yansımaları" başlıklı çalışmalarında iklim değişikliğinin tarım ile ilgisi, Türk tarımına ve ekonomisine etkileri, uluslararası anlaşmalar, Türkiye'de uyum ve mücadele konusunda yapılan çalışmalar ele alınarak irdelenmiştir. Bu çalışmaya göre, iklim değişikliği çağımızın en tehlikeli çevre sorunlarından birisi olup, ekonomi içindeki tüm sektörleri etkilemektedir. Bu durum tarım sektörünün, doğaya bağlı yapısı gereği oluşmaktadır. İklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarının azaltılması aynı zamanda ülkelerin üretim faaliyetlerini de etkilemektedir. Hal böyle olunca, iklim değişikliği aynı zamanda bir kalkınma sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak için uyum ve tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını azaltılması için mücadelede çalışmalarının etkin yapılması, uygulanan ve

uygulanacak olan politika araçlarının iklim değişikliğini de gözeterek belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmaların yanında çiftçilerin iklim değişikliği konusunda bilinçlendirilmesi için yayım çalışmaları yapılması, etki, uyum ve mücadele faaliyetlerinden beklenenlerin gerçekleşmesi için kilit rol oynamaktadır.

Bayraç ve Doğan (2016), Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkilerini 1980-2013 dönemi için incelemişlerdir. İklim değişikliklerinin tarım işkolu üzerindeki olası etkilerini belirlemek için; tarımsal GSYİH ile tarım verimi, CO₂ emisyonu, sıcaklık ve yağış miktarı arasındaki ilişkiyi ARDL modeli ile tahmin etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, tarımsal verim ve yağış miktarında görülen değişikliklerin, tarımsal GSYİH üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır. CO₂ emisyonunda yaşanacak değişimlerin ise, tarımsal GSYİH üzerinde anlamlı ve negatif bir etkisi bulunmaktadır. Ayrıca sıcaklık değişimlerinin tarım işkolu üzerinde olumsuz etkide bulunduğu yönünde bulgular elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulguların, iklim değişikliğinin tarım işkolu üzerindeki etkisinin negatif yönde olduğunu destekler nitelikte olduğu belirtilmektedir.

Deveci (2015) doktora tezinde “Trakya Bölgesinde İklim Değişikliğinin Yüzey Su Kaynakları, Toprak Nemi ve Bitki Verimine Etkisinin Modellenmesi”ne çalışmıştır. Bu çalışmada, pilot bölge olarak seçilen Çorlu Pınarbaşı Havzası için olası iklim değişikliğini, iklim değişikliğinin su kaynaklarına, toprak nemine ve bölgenin iki önemli bitkisi olan buğday ve ayçiçeği verimine olan etkileri modellemeye çalışılmıştır. İklim değişikliğinin tahmininde RegCM3 Bölgesel İklim Modeli, referans ve A2 senaryosu çıktıları kullanılmıştır. 1970-1990 yılları için araştırma alanından ölçülen sıcaklık ve yağış verileri ile model referans verileri karşılaştırılarak 2016-2025, 2046-2055 ve 2076-2085 yılları için sıcaklık ve yağış değişimi tahmin edilmiştir. Araştırma

alanında iklim değişikliğinin toprak nemi ve verim üzerine etkilerini tespit etmek için sırasıyla SWAP Model ve AquaCrop Model kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; araştırma alanında, 1970-1990 yıllarına göre, 2016-2025, 2046-2055 ve 2076-2085 yılları arasında sıcaklıklar sırası ile 0,12  C, 1,43  C, 3,05  C artacaktır. Yağışların ise 2016-2025 yılları arasında %9 artacağı, 2046-2055 ve 2076-2085 yılları arasında ise sırası ile %14 ve %12 azalacağı tahmin edilmiştir.

Yılmaz vd., (2018), “Türkiye’de Yıllık Yağış Döngüleri” isimli çalışmalarında, Türkiye’de yıllık toplam yağış serilerindeki döngüler ele alınarak, yağış zaman serilerinde düzenli bir tekrarlanmanın olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla spektral analiz kullanılmış ve 74 istasyon için analizler yapılmıştır. İlk 6 döngü kullanılmış, bu döngülerin hipotez testleri yapılarak, istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Döngülerin, coğrafi bölgelerdeki tekrar etme durumları incelenerek, bölgelere göre egemen yağış döngüleri öngörülmüştür. Sonuçta, Türkiye yağışları için kısa, orta ve uzun zaman aralığında farklı yağış döngüleri bulunduğu belirlenmiştir. Bu döngülerin coğrafi bölgelere etkisinin belirlenmesi için çoklu regresyon analizleri önerilerek, her bölgeden 1 istasyonun yağış verileri modellenerek, geleceğe yönelik öngörüler yapılmıştır. Sonuç olarak, kısa dönemde 2, 3, 4 ve 5 orta uzunluktaki dönemde, 7, 8 ve 11 uzun dönemde ise 17 yıllık yağış döngüleri belirlenmiştir.

Demircan vd., (2018), “Türkiye Sıcaklıklarının Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) İndisi ile İlişkisi”ni ele aldıkları çalışmalarında, günümüzde iklimdeki değişiklikleri izlemek için iklim kayıtlarına gereksinim olduğunu vurgulanmaktadır. Ayrıca, iklim kayıtlarının uzun bir dönem boyunca gözlenmiş meteorolojik parametrelere ait verilerden oluştuğunun altını çizilerek, iklimin zaman bağımlı davranış izlerini ortaya

koyabilmek için verilerin sürekliliği, doğruluğu ve türdeşliğinin (homojenliği) önemli olduğu bildirilmektedir. Çalışmada MGM'nin 1961-2011 dönemine ait aylık ortalama sıcaklık veri serisi tam olan 97 istasyonun türdeşlik testi yapılarak kırılma tarihleri elde edilmiştir. Bu tarihlerin birçok istasyonda aynı zamanda görülmesinin, iklimin kendi doğal kırılmaları olduğu yönünde bir değerlendirme mevcuttur. Ayrıca, türdeşlik kırılma tarihlerinin (TKT) Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) indisinin salınımı ile uyumlu olduğu da gözlemlenmiştir. Bu incelemede, Türkiye sıcaklıkları ile NAO arasında Türkiye'nin yağışına benzer bir ilişki olduğu, NAO' nun pozitif evresinde yağış azlığı ve negatif sıcaklık anomalileri, negatif evresinde ise yağış fazlalığı ve pozitif sıcaklık anomalileri gerçekleştiği belirtilmektedir. Bununla birlikte bazı yıllarda NAO'nun düşük değerli pozitif evresinde pozitif sıcaklık anomalisi ya da tam tersi bir durum gözlenmiştir. Temel bulgular içinde; olay tabanlı incelenen ilişki de ortalama sıcaklık farkları ile NAO' nun pozitif fazı ile mayıs, haziran ve temmuz aylarında güçlü ilişki olduğu, NAO' nun negatif fazı ve ortalama sıcaklık farkları arasındaki ilişkinin NAO' nun pozitif fazına göre çok daha güçlü olduğu ortaya çıkmıştır. Bulgularına göre, ilişkinin görülmediği dönemler de bunun nedeninin atmosferik engelleme olduğu düşünülmektedir.

Dellal (2021), "İklim Krizi ve Gıda-Tarım Sektörü" başlıklı çalışmasında insan faaliyetleri nedeniyle atmosferdeki sera gazı seviyesindeki artışın, iklim değişikliğinin en önemli nedeni olduğu vurgulanmaktadır. İklim değişikliği mevcut koşullar altında dünya üzerindeki her ülkeyi, her bölgeyi çeşitli şekillerde etkilemekte ve ülkelerin uyguladıkları politikaları değiştirmektedir. Bu çalışmada tarım sektörünün iklim değişikliğinden en fazla etkilenen sektör olduğu, iklim değişikliğini azaltan ve iklim değişikliğine neden olan tarımsal faaliyetler bulunduğu vurgulanmaktadır. Bunun

yanında bu bildiride, daha önce yapılan çalışmalar ışığında tarım sektörünün iklim değişikliği ile ilişkisi açıklanmış, Türkiye'deki durum anlatılarak, öneriler sunulmuştur.

Dellal vd., (2022), "İklim Değişikliğinin Türkiye'de Tarım Üzerine Etkisi: Tahıllar, Zeytin, Bağcılık" konulu çalışmalarında, tarım iklim değişikliğinden en fazla etkilenen sektördür. Çünkü sıcaklık, yağış gibi parametreler tarımsal üretimin bir girdisidir ve tarımsal üretim açık alanda, doğa bağımlı olarak yapılmaktadır. İklim değişikliğinin, bitkisel üretimde tek yıllık ve çok yıllık bitkilerde verim değişikliği, üretim miktarında azalma, ürün kalitesinin azalması, üretim deseninin değişmesi, üretim döneminin değişmesi, toprak verimliliğinde azalma, bitki hastalık ve zararlılarında artış, sulama sayısı ve miktarının artması, maliyetlerin yükselmesi gibi etkilere neden olabileceği öngörülmektedir. Bu olumsuz etkilerin yanı sıra tarımsal gelir kayıpları, tarıma dayalı sanayide üretim kayıpları, arazi fiyatlarının azalması, işsizliğin artması, tarımsal kredi temininde zorluklar, çiftçi sayısında azalma, üretimde azalma, gıda güvencesinde sorunlar ve kalkınmanın yavaşlaması gibi sorunlarla karşılaşılacağı tahmin edilmektedir.

2.2. Ekim zamanı, termal büyüme dönemi, büyüme gün dereceleri ile ilgili çalışmalar

Sojka vd., (1989), "Effect of Early and Late Planting on Sunflower Performance in the Southeastern United States" isimli çalışmalarında Amerika Birleşik Devletleri'nin güneydoğusunda erken ve geç ekimin ayçiçeği performansını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada 100 günden daha kısa sürede olgunlaşan ayçiçeği melezleri kullanılmıştır. Sonuçlar, Amerika Birleşik Devletleri'nin nemli subtropik iklim kesimlerinde ve benzer iklime sahip diğer ülkelerde ikinci ekim olarak yetiştirilebileceğini göstermiştir. Ekim

işlemleri mart ayının ortasından nisan sonlarına kadar geciktirildiğinde melezlerin verimi ve yağ içeriği, sadece hafifçe düşmüş, ancak 7 ağustos'tan 2 eylül'e kadar gecikmeli ekimle verim ve yağ içeriği, keskin bir şekilde düştüğü gözlenmiştir. Çiçeklenme aralığı ekim tarihine bağlı olup, yaz gündönümü yakınındaki tarihler ekim için en kısa süredir. 18 ağustos'tan sonraki ekimler, verim için yeterli olmamıştır. Ek sulama ve erken kurutma verimi etkilememiştir. Hasat zamanında yapılmazsa kuş hasarı ve zararı önemli olduğu gözlenmiştir. Ayçiçeği verimi ve yağ üretim potansiyeli açısından, 18 ağustos'tan önceki ekim tarihleri çok iyi sonuçlar vermiş ve bu iklim bölgesinde ayçiçeği ile ikinci ekim için iyi bir potansiyel olduğunu göstermiştir.

Kadioğlu ve Şaylan (2001), Türkiye'de Büyüme Derece Günlerin Eğilimi konusunu ele alıp incelemiştir. Bu çalışma, yüzey sıcaklıklarındaki değişiklikler, yani daha da artacak sıcaklıkların orta kuzey enlemlerinde bitki büyümesinde artışa neden olacağı ve bunun atmosferik CO₂ ile bir ilişkisi olduğu hipotezi üzerine odaklanmıştır. Bu hipotezi araştırmak için Türkiye'deki yetmiş dört istasyona ait (yaklaşık 60 yıl) günlük sıcaklık kayıtları kullanılmıştır. Aylık ve mevsimsel büyüme dereceli günler için hesaplama ve analizler yapılmıştır. Mann-Kendall istatistiğinin sıralı versiyonu, aylar ve mevsimler boyunca 5 °C'nin üzerindeki birikmiş BDG'lerde olası doğrusal olmayan eğilimlerin varlığını göstermek için uygulanmıştır. Türkiye'nin bazı bölgelerinde uzamsal olarak tutarlı ve istatistiksel olarak anlamlı BDG eğilimleri gösterilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı eğilimler, Türkiye'nin kıyı bölgelerindeki yaz ve sonbahar mevsimlerinde çoğunlukla olumsuzdur. Bu sonuçlar, Türkiye üzerindeki maksimum sıcaklıklarda zayıf soğuma eğilimlerinin gözlemlendiği önceki çalışmalarla güçlü bir şekilde uyumludur. BDG' deki önemli düşüşlerin, Türkiye'nin kıyı bölgelerinde vejetasyon büyümesinde uzun vadeli düşüşlere yol açabileceği ileri sürülmektedir.

Yoldaş ve Eşiyok (2005) “Termal Zamanın (°C-Gün) Bitkisel Üretimde Kullanımı” üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmaya göre, dereceli gün yetiştiricilikte bitkinin farklı gelişim safhalarının uzunluğunun tahmininde sıklıkla kullanılmaktadır. Ürünün olgunlaşması için istenilen toplam değerlerin bilinmesi, yaklaşık olgunlaşma süresinin kestirilmesinde önemli rol oynar. Termal zaman modelleri kullanılarak ne zaman ne kadar ürünün piyasaya çıkarılabileceği tahmin edilebilmektedir. Termal zaman toplamları, her ülke ya da bölgede planlanan üretimlerde, farklı çeşitlerin kullanılması gerektiğini ve o çeşit için uygun olan doğru ekim-dikim zamanlarının belirlenmesi gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak, bu çalışmalar her ürün ve her çeşit için sıcaklık toplam gereksiniminin aynı olmadığını açıkça göstermiştir. O yüzden, yetiştiricilik yapılacak bölge için sıcaklık toplam değerlerini kullanarak hem doğru çeşit hem de doğru ekim-dikim zamanlarını önermenin daha uygun olacağı belirtilmektedir.

Birgücü ve Karsavuran (2009), Büyüme Derece Gün Modellemeleri ve Bitki Korumada Kullanım Olanaklarını incelemişlerdir. Sıcaklık ile organizma gelişimi arasında sıkı bir ilişki olması nedeniyle modelleme yöntemlerinin en çok üzerinde durulanlarından bir tanesi de gün-derece modellemeleri olmuştur. Derece-Gün-modellemeleri, modellemeler arasında görülen farklılıklar ve kullanım olanakları bu çalışmada ele alınmıştır. Bitki koruma açısından modellemelerinin amacı bir erken uyarı sistemi geliştirerek ilaçlama zamanının belirlenmesi ve ilaçlama sıklığının ve masrafının en düşük düzeye çekilmesidir. Herhangi bir zararlıya karşı savaşın başarısı her şeyden önce zamanının doğru saptanmasına bağlıdır. Zararlılar ile savaş zamanı eğer önceden tahmin edilebilirse, hazırlıkların zamanında yapılabilmesi nedeniyle bu başarı daha da artmış olacaktır. Bu amaçla zararlı böceklerin belirli bir biyolojik döneme geçiş tarihlerini en doğru şekilde tahmin etmek ilk hedefi oluşturmaktadır. Modelleme yöntemi takvimsel ilaçlama yöntemine göre daha başarılı bulunmaktadır.

Rezadoust vd., (2009), “Sıcaklık ve Fotoperiyota dayanarak Ayçiçeğinin Gelişim Aşamalarının Modellenmesi”ni çalışmışlardır. Deney, İran’ın Batı Azerbaycan Bölgesinde Khoy şehrinin tarımsal araştırma ve doğal kaynaklar istasyonunda gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, tüm üretim aşamalarının, özellikle de üretken aşamanın ekim tarihinden etkilendiğini ve her aşamanın süresinin ekimdeki gecikmeyle azaldığını göstermiştir. Modellerin tasarımı, bitki örtüsü aşamasında ve farklı ayçiçeği çeşitlerinin tüm yaşam döngüsü boyunca minimum sıcaklık ve fotoperiyodun gelişme oranı üzerindeki doğrusal etkisini göstermiştir. Ancak gelişme oranı, acil durumlarda gün uzunluğu arttıkça fizyolojik olgunluğu doğrusal olarak azalmıştır. Gelişme oranı ve fotoperiyot arasındaki ilişki, bu ayçiçeği çeşitlerinin fizyolojik olgunluk süresini tahmin etmek için pratik bir model olarak kullanılabileceği ifade edilmektedir.

Kaleem vd., (2011), “Effect of growing degree days on autumn planted sunflower” isimli çalışmalarında Büyüme Derece Günlerinin ayçiçeği melezlerinin performansı üzerindeki etkisini belgelemek için iki yıl boyunca (2007 ve 2008), Pakistan, Rawalpindi’deki Pir Mehr Ali Şah Tarım Üniversitesi’nde sonbaharda tarla deneylerinin sonuçlarını paylaşmışlardır. Bu çalışmada, dört ayçiçeği melezi, Alisson-RM, Parasio-24, MG-2 ve S-278 sonbahar mevsiminde ekilmiştir. Ayçiçeğinin, çeşitli iklim koşullarında yüksek derecede uyarlabilirliğe sahip olması, ürünün değişik ortamlarda üretken olmasına izin vermektedir. Bulgularına göre, verim özellikleri açısından iyi verim elde etmede BDG birikimi hayati rol oynamaktadır. Çeşitli ayçiçeği özellikleri arasındaki farklılıkların, ürün yaşam döngüsü boyunca hüküm süren sıcaklığa dayanan farklı iklim koşullarına bağlı olabileceği ileri sürülmektedir.

Yıldız (2008), Farklı Ekim Zamanlarının Yağlık Ayçiçeğinin Verim ve Tarımsal Özellikleri Üzerine Etkisi konulu yüksek lisans çalışması yapmıştır. 2006 yılı

sonuçlarına göre Erzurum ekolojik koşulları için yağlık ayçiçeğinde nisan'ın son haftası en uygun ekim zamanı olduğu tespit edilmiştir.

2.3. Yetiştirme koşulları, verim, kalite ve üretim modelleriyle ilgili çalışmalar

Kadayıfçı ve Yıldırım (2000), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürüttükleri ve Ayçiçeğinin Su-Verim İlişkilerini inceledikleri çalışmalarında; Ayçiçeğinin büyüme dönemi boyunca su gereksiniminin tam ve eksik karşılandığı koşullar ile erken vejetatif gelişme, geç vejetatif gelişme, toplam vejetatif gelişme, çiçeklenme ve dane oluşumu dönemlerinde sulama suyu uygulanmayan koşullarda dane ve yağ veriminin elde edilmesi, topraktaki nem eksikliğine duyarlı büyüme periyotlarının verim-tepki ve su-verim ilişkisi etmenlerinin belirlenmesini araştırmışlardır. Bu çalışmada, ayçiçeğinin bitki su tüketimleri ölçülmüş ve bazı tahmin yöntemleri ile hesaplanan değerlerle karşılaştırılmıştır. Sonuçta, deneme koşulları için ayçiçeği bitkisinde sulama zamanı planlanmasında bitki su tüketiminin tahmininde kullanılabilecek en sağlıklı yöntemlerin Christiansen-Hargreaves kap buharlaşması yöntemi ile Jensen-Haise yöntemi olduğu saptanmıştır.

Niemelä ve Tulisalo (2000), yaptıkları çalışmada Finlandiya büyüme koşullarına uyarlanmış ayçiçeği melezlerini ele almışlardır. Kuzey enlemleri için, kısa boylu ve erken olgunlaşan (EMSS) ayçiçeği melezleri geliştirmek için 1970'lerin sonunda bir ayçiçeği ıslah programı kurulmuştur. Bu çalışmada, EMSS ayçiçeği melezleri birkaç yıl boyunca verim denemelerinde test edilmiştir. Ayçiçeği çeşitlerinin Finlandiya yetiştirme koşullarında fizyolojik olgunluğa ulaşması için 1100 büyüme dereceli gün ($baz + 5^{\circ}C$) civarında gereksinimleri olduğu ortaya konulmuştur.

Erdem (2001), “Tekirdağ Koşullarında Ayçiçeğinin Su Tüketimi” ni araştırmıştır. Tekirdağ koşullarında 1998 ve 2000 yılları arasında yürütülen bu çalışmada, yüzey sulama yöntemi ile sulanan ayçiçeği bitkisinin onar günlük dönemler için ölçülen su tüketimi değerleri ve bazı referans bitki su tüketimi tahmin eşitlikleri ile hesaplanan değerler karşılaştırılmıştır. Sonuçta, ayçiçeği bitkisinin mevsimlik su tüketimi ortalama olarak 804,37 mm olarak ölçülmüştür. Ayrıca, deneme koşulları için ayçiçeği bitkisinin sulama zamanı planlamasında bitki su tüketimi tahmininde Penman yönteminin FAO modifikasyonunun daha sağlıklı sonuç verdiği belirlenmiş ve bu yönteme ilişkin bitki katsayısı (K) eğrisi hazırlanmıştır.

Muralidharudu vd., (2003), “Vertisollerde Ayçiçeğinin Fosfor Uygulamasına Tepkileri”ni ele almışlardır. Bu çalışma saha deneyleri olarak, düşük, orta ve yüksek seviyeli fosfor durumu için vertisol topraklara kademeli fosfor uygulamalarına ayçiçeği melezinin (KBSH-1) tepkisini incelemek için yapılmıştır. Fosfor ‘un ayçiçeğinin verimi ve verim özelliklerindeki artış etkisi, düşük fosfor statülü topraklarda daha belirgin olarak gözlenmiştir.

Şimşek ve Sinan (2004), tarafından, Çukurova koşullarında, farklı ekim sıklıklarında yetiştirilen bazı ayçiçeği çeşitlerinin, tarımsal ve teknolojik özelliklerini ve bunlar arasındaki ilişkileri saptamak amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Çalışmalarında, tohum verimi ile ham yağ verimi ve ham protein oranı arasında önemli olumlu bir ilişki saptanmıştır.

Ergen ve Sağlam (2005), “Bazı Çerezlik Ayçiçeği Çeşitlerinin Tekirdağ Koşullarında Verim ve Verim Unsurları” isimli çalışmalarında altı farklı ayçiçeği çeşidinin Tekirdağ koşullarında verim ve verim unsurlarını belirlemek amacıyla, T.Ü.

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında tescil edilmemiş iki melez ve dört köy popülasyonu kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; çerezlik ayçiçeğinde tane verimi ve protein oranına, özellikle tane boyu ile bitki boyunun doğrudan etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Mızrak (2006), yüksek lisans tezi olarak “Çukurova’da Sulanamayan Koşullarda Ayçiçeği Çeşitlerinin Verim ve Teknolojik Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma” başlığı altında ele alıp incelemiştir. Çalışmasında Çukurova bölgesinde sulanabilen alanlarda, uygulamada en fazla ekimi yapılan SANBRO çeşidi olmasına karşın, sulanamayan alanlarda KORAL çeşidinin ham yağ veriminin daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Yerdelen vd., (2008), Edirne İlinde Ürün Deseninin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri Kullanılarak Belirlenmesi ve Ayçiçeği Verim Tahmini çalışmalarında; ürün deseninin belirlenmesi ve verim tahmini yapmışlardır. Bu kapsamda uydu görüntülerinin sınıflandırılması ve verim tahmini için Edirne’nin 9 ilçesinde GPS ile 500 adet koordinat toplanmıştır. Uydu görüntüleri sınıflandırılarak, Edirne ilinde ayçiçeği üretim alanı 114,562 ha olarak belirlenmiştir. Ayrıca FAO’nun geliştirmiş olduğu agrometeorolojik simülasyon modeli (AGROMETSHELL) kullanılarak verim tahmini yapılmıştır.

Kaya vd., (2009), “Ayçiçeğinde Yağ Verimi ve Bazı Verim Ögeleri Arasında İlişkileri” çalışmalarında ayçiçeğinde yağ veriminin oluşumunda belirleyici rol oynayan verim ögeleri arasındaki ilişkileri, regresyon ve korelasyon analiziyle belirlemek istemişlerdir. Bu çalışma, Edirne koşullarında 2000-2007 yılları arasında kuru şartlarda kurulan verim denemelerinde elde edilen veriler kullanılarak yapılmıştır. Yapılan regresyon analizleri sonucu ortaya çıkan sonuçlara göre, 70 g dan fazla bin tane ağırlığı,

%53'ten fazla yağ oranı ve 24 cm'den fazla tabla çapı istenildiğinde, yağ veriminden taviz verilmesi gerektiği bulunmuştur. Fenolojik açıdan ise, çiçeklenmede 73, fizyolojik olgunlukta 105 ve tane doldurma döneminde 45 günden sonra, yağ verimindeki artışlar yerini düşüslere bırakmıştır.

Kılıç (2010), yüksek lisans çalışmasında “Bazı Melez Ayçiçeği Çeşitlerinin Trakya Koşullarında Verim ve Verim Unsurları” konusu incelemiştir. Trakya ekolojik koşullarında elde edilen bulgulara göre tabla çapı, tane verimi ve Orobanch spp.'a dayanımın etkileri her iki deneme yılında da önemli bulunmuştur. Trakya Bölge'sinde yetiştirilebilecek en uygun ayçiçeği çeşitleri Tunca, P4223 ve DKF2525 olarak belirlenmiştir.

Poyraz (2012) yüksek lisans tez çalışmasında “Farklı Olgunlaşma Grubundaki Melez Ayçiçeği Çeşitlerinin Verim ve Kaliteleri Üzerine Bitki Sıklığının Etkisi” ni ele alıp incelemiştir. Bu çalışmada, Trakya Bölgesinde yaygın olarak ekimi yapılan farklı olgunlaşma grubundaki üç melez ayçiçeği çeşidi üzerinde, iki farklı konumda uygulanan beş farklı sıra üzeri ekim mesafesinin verim, bazı morfolojik ve fizyolojik karakterler ile yağ oranına etkileri araştırılmıştır. Denemeler 2010 yılında Tekirdağ ilinin Merkez ilçesinde yer alan Demirkaya ve Kırklareli ili Lüleburgaz ilçesi Ahmetbey köyündeki çiftçi arazilerinde kurulmuştur. Araştırmada DKF2525 (erkenci), Tunca (orta erkenci) ve P64M69 (geççi) çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada bitki sıklığının etkisi belirlenirken çeşitler ile yetiştirildiği toprak ve iklim etmenlerinin de dikkate alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Renganayaki ve Krishnasamy (2013), “Meteorolojik parametrelere dayalı ayçiçeği hibrid KBSH-1 Ebeveyn Hatlarında Senkronize Çiçeklenme İçin Korelasyon

Denklemleri Uygulamasını” üzerine çalışılmıştır. Bu çalışmada, ayçiçeğinin soya fasulyesinin yanında dünyanın ikinci en önemli yağlı tohum ürünü olduğu ve Hindistan'da hektar başına 601 kg verimlilik ile 1,33 milyon hektarlık alanda yetiştirildiği belirtilmektedir. Çalışmada, sıcaklık, bağıl nem, yağış, gün uzunluğu, güneşli saatler ve ışık yoğunluğu gibi çevresel etmenlerin, çiçeklenmeye, çiçeklenme süresine ve çiçeklenmenin tamamlanmasına kadar geçen günlere karar vermede önemli bir rol oynadığı ifade edilmektedir. Sonuçta, çevresel etmenlerin etkisi, çiçeklenme başlangıcında diğer büyüme dönemlerine kıyasla daha belirgindir. Çiçeklenme senkronizasyonu sıcaklıktan büyük ölçüde etkilenir ve böylece farklı dikim dönemlerinde ayçiçeği melezlerinin ebeveyn hatlarında senkronizasyonda değişiklik gözlemlendiği belirtilmektedir.

Khoufi vd., (2013), “Assessment of Diversity Of Phenologically And Morphologically Related Traits Among Adapted Populations Of Sunflower” isimli çalışmalarında; morfolojik özellikler ve fenolojik çeşitlilik açısından 73 uyarlanmış hat, 100 tohum ağırlığı için 7 kontrol kullanılarak, sulu ve yağmurlu koşullar altında değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, 73 uyarlanmış ayçiçeği ve 7 melezin çeşitliliğini ve varyasyonunu belirlemek için morfolojik ve fenolojik analizler birleştirilmiştir. Varyans analizi, temel bileşenler analizi ve kümeleme farklı hatlar arasında morfolojik ve fenolojik varyasyon göstermiştir. Kritik büyüme aşamalarında hüküm süren kuraklık ve sıcaklık stresi ayçiçeği ürününün verim yeteneğini kontrol eden en önemli kısıtlamalar arasında olduğu vurgulanmaktadır.

Aminzadeh vd., (2014), coğrafi bilgi sistemleri teknikleri ile ayçiçeğinin tarımsal iklim koşulları üzerine çalışmışlardır. Bu araştırmada, İran Meteoroloji Örgütü'nden günlük, aylık ve yıllık veriler alınmış ve daha sonra veriler Wald-

Wolfowitz Run testinde araştırılmıştır. Araştırmanın yöntemi istatistiksel tanımlayıcı tiptedir. Veri analizi, büyüme dereceli günler ve optimum yüzdeden sapma yöntemiyle, istatistiksel yazılım (EXCEL ve SPSS) ortamında termal potansiyel ve fenoloji indeksi tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Agroklimatik koşullar altında, bu araştırmanın sonuçları, temmuz ve eylül ayları arasındaki sürenin, bu bölgedeki termal potansiyele dayalı tarım açısından aktif aylar olarak kabul edildiğini göstermiştir. Mayıs ayı ortalarında, ayçiçeği ekimi için en iyi takvimdir. Ayçiçeği ürününün hasat zamanı Bijar, Saghez ve Sanandaj yöreleri için ağustos ayının sonu iken Marivan' da ağustos ortasıdır. Fenolojik yönetime ilişkin olarak, tomurcuklanmaya kadar ekim tarihleri, çiçeklenme ve çiçeklenme aşamasının sona ermesi ve olgunlaşma, Marivan yöresinde bu bölgedeki diğer kesimlerden daha erken başlamadığı bulunmuştur.

Herbei ve Sala (2015), Landsat görüntüleri kullanarak ayçiçeğinde bitkisel aşamaları değerlendirmeye çalışmışlardır. Bu araştırmanın temel amacı, ayçiçeği bitkisel gelişim dinamiğinin uydu görüntülerinden elde edilen spektral bilgilere dayanarak incelenmesidir. NDVI, vejetasyon döneminin başlangıcından itibaren maksimum değerin kaydedildiği çiçeklenme dönemine kadar artan bir eğilim kaydetmiştir. Daha sonra bu göstergenin dağılımı fizyolojik olgunluğa kadar azalan bir eğim göstermiştir. Bu çalışmanın, uydu görüntülerine dayanarak ayçiçeği için vejetasyon aşamalarının yüksek doğrulukta karakterizasyonunu kolaylaştırdığı ifade edilmektedir.

Uçak vd., (2016) “Çukurova Koşullarında Ekim Tarihinin Ayçiçeği Genotiplerinin Verim, Bitki Su Stres İndeksi ve Su Kullanım Randımanı Üzerine Etkileri”ni araştırmışlardır. Bu çalışmada, 2012 ve 2013 yıllarında Çukurova koşullarında 6 adet ayçiçeği genotipi üzerine ekim tarihinin, bitki su tüketimine, su

kullanım etkinliğine, bitki su stres indeksi ve klorofil içeriği üzerine etkileri araştırılmış ve elde edilen veriler ışığında sıcak iklim koşullarına en uygun genotip belirlenmeye çalışılmıştır. Vejetasyon süresi boyunca ortalama bitki su tüketimi birinci ekim zamanı denemesinde (567 mm), ikinci ekim zamanı denemesinde (578 mm), uygulanan ortalama sulama suyu miktarı birinci ve ikinci ekim zamanı denemesi için (524 mm) olarak belirlenmiştir. Bulgulara göre, bitki çiçeklenme süresi, fizyolojik olum süresi, bitki su tüketimi (ET), su kullanım randımanı, bitki su stres indeksi (CWSI), 1000 tane ağırlığı ve dane verimi istatistiksel olarak önemli düzeyde değişmektedir.

Gürkan vd., (2016), “İklim Değişikliğinin Ayçiçeği Verimine Olası Etkilerinin İncelenmesi: Marmara Bölgesi Örneği” ni ele almışlardır. Bu çalışma ayçiçeği verimi ile iklim etmenleri arasındaki ilişkiyi belirlemek ve iklim değişikliklerinin gelecek dönemlerde ayçiçeği verimi üzerindeki olası etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, Marmara Bölgesi’ndeki 10 il değerlendirilmiştir. Materyal olarak; 1985-2014 yıllarına ait ayçiçeği üretim verileri ile meteorolojik gözlem değerleri, 2016-2099 arası dönemi kapsayan HadGEM2-ES küresel modeli ve RCP8.5 senaryosu temelinde oluşturulan 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyonları verileri kullanılmıştır. Kullanılan iklim parametreleri; minimum sıcaklık $< -5^{\circ}\text{C}$ olan gün sayısı, aylık ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık $> 35^{\circ}\text{C}$ olan gün sayısı, aylık ortalama nispi nem, ortalama nispi nem > 70 olan gün sayısı, aylık toplam güneşlenme süresi ve aylık toplam yağıştır. Çalışmanın ilk kısmında; gözlem değerleri ve üretim verileri arasında tekli ve çoklu korelasyon analizleri ile en küçük kareler yöntemiyle doğrusal regresyon analizleri yapılmıştır. İkinci kısımda; oluşturulan regresyon denklemleri ile iklim projeksiyonu verileri kullanılarak gelecek dönemler (2016-2040, 2041-2070, 2071-2099) için öngörülen iklim değişikliklerinin yıllık ayçiçeği verimi üzerine olası etkileri ortaya konulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre iklim etmenlerinin verim üzerinde

önemli bir belirleyici etmen olduğu belirlenmiştir. Verim tahmini analizlerine göre Marmara bölgesinin ayçiçeği yetiştiriciliği açısından olumsuz etkileneceği öngörülmektedir.

Sezen vd., (2016), tarafından Çukurova koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan Oleko çeşidi ayçiçeğinde farklı sulama programlarının verim, verim bileşenleri, yağ verimi, yağ kalitesi ve su kullanımı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2010-2011 yıllarında Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Tarsus Toprak ve Su Kaynakları arazisinde bir araştırma yürütülmüştür. Bu çalışmanın amacı damla sulama koşullarında farklı sulama programlarının ayçiçeğinde verim ve yağ kalitesine etkisinin belirlenmesidir. Uygulanan toplam sulama suyu miktarları yıllara göre 199-563 mm, bitki su tüketimi değerleri 243-611 mm arasında değişmiştir. Sulama aralığı ve sulama düzeyi ayçiçeğinde yağ %'sini önemli derecede etkilemiştir. Su stresinin doymuş (palmitik ve stearik asit) ve doymamış (oleik ve linoleik asit) asit içeriklerini etkilediği belirtilmektedir.

Debaeke vd., (2017), ayçiçeği ürünü ve iklim değişikliğini, kırılganlık, uyum ve zarar azaltımı potansiyelini Avrupa'daki vaka çalışmaları açısından ele alıp incelemişlerdir. Bu çalışma iklim değişikliğini, Avrupa tarımı için daha yüksek sıcaklıklar, yüksek atmosferik CO₂ konsantrasyonları, aşırı iklim tehlikeleri ve daha az su demek olarak ifade etmektedir. Bu araştırma Avrupa'nın güney ve doğu bölgelerinde ilkbahar mevsiminde ekimi yapılan ayçiçeğinin, büyüme döngüsü sırasında tomurcuktan çiçek açıncaya kadar olan süreçte, kuraklıktaki ısı stresinin doğrudan etkisine karşı daha savunmasız kalabileceğini ortaya koymaktadır. Bu durum ciddi verim kaybı, yağ içeriği azalması ve yağ asidi değişikliklerine yol açabilecektir. Ortaya çıkması olası olumsuzlukların üstesinden gelmek için, yetiştiricilik (erkencilik, stres

toleransı), ürün yönetimi (ekim tarihleri) ve yetiştirme alanlarının kaydırılması yoluyla uyum çalışmaları yapılmalıdır. İklimdeki beklenen olası değişmelerin, şu anda ayçiçeği yetiştirilmeyen Avrupa' nın kuzey bölgelerinde tahıl tabanlı üretim sistemlerinin çeşitlendirilmesine yararlı bir katkı sağlayarak, yeni yetiştirme fırsatları ortaya koyabilecektir. Tüm bunlara ek olarak, ayçiçeği ürünü, tahıl ve kanolaya kıyasla düşük sera gazı yayıcısı olarak azaltma çözümüne katkı sağlayacaktır. Çalışmada ayrıca verim ve yağ tahminlerindeki belirsizlikleri azaltmak için çevresel etmenleri dikkate alan ayçiçeği ürün modellerinin gözden geçirilmesi önerilmektedir. Bunun yanı sıra Avrupa'da ayçiçeğinin geleceği, çok büyük olasılıkla yalnızca iklim değişikliğine potansiyel uyumu ile değil, aynı zamanda gıda ve enerji için rekabet gücü ve çekiciliği ile de ilgili olduğu kuvvetle ifade edilmektedir.

Shafiullah vd., (2018), “Changing Climatic Scenario and Yield of Sunflower in Pakistan” isimli çalışmalarına göre; küresel ölçekte en önemli yemeklik yağ ürünü olan ayçiçeğinin çok çeşitli iklim koşullarına uyarlanabilir olması ve geniş uyum aralığı nedeniyle Pakistan'da yılda iki kez (ilkbahar ve sonbahar) yetiştirilmektedir. Bölgesel ve küresel iklim, endüstriyel ozon tabakasının incilmesi, küreselleşme ve ormansızlaşma ve sıcaklık artışından olumsuz etkilenmektedir. Pakistan' da sıcaklık ve yağmur düşüşü kıştan yaza doğru kaymaktadır. Bu bakımdan tek çözümün, ekim zamanını değiştirerek ayçiçeğinden maksimum tohum ve yağ verimi elde etmek için sıcaklığa dayanıklı genotipler geliştirmek olduğu ifade edilmektedir.

Elsagbh vd., (2019), “Önemli Yağ Bitkileri Üzerindeki Kuraklık Stresi Etkisi ile Bu Konudaki Uygulamalar ve Zarar Azaltım Stratejileri” ni gözden geçirmişlerdir. Bu derlemeye göre; yağlı tohumlar, hayvan yeminin yanı sıra insan tüketimindeki en temel beslenme bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Kuraklık, özellikle kurak ve

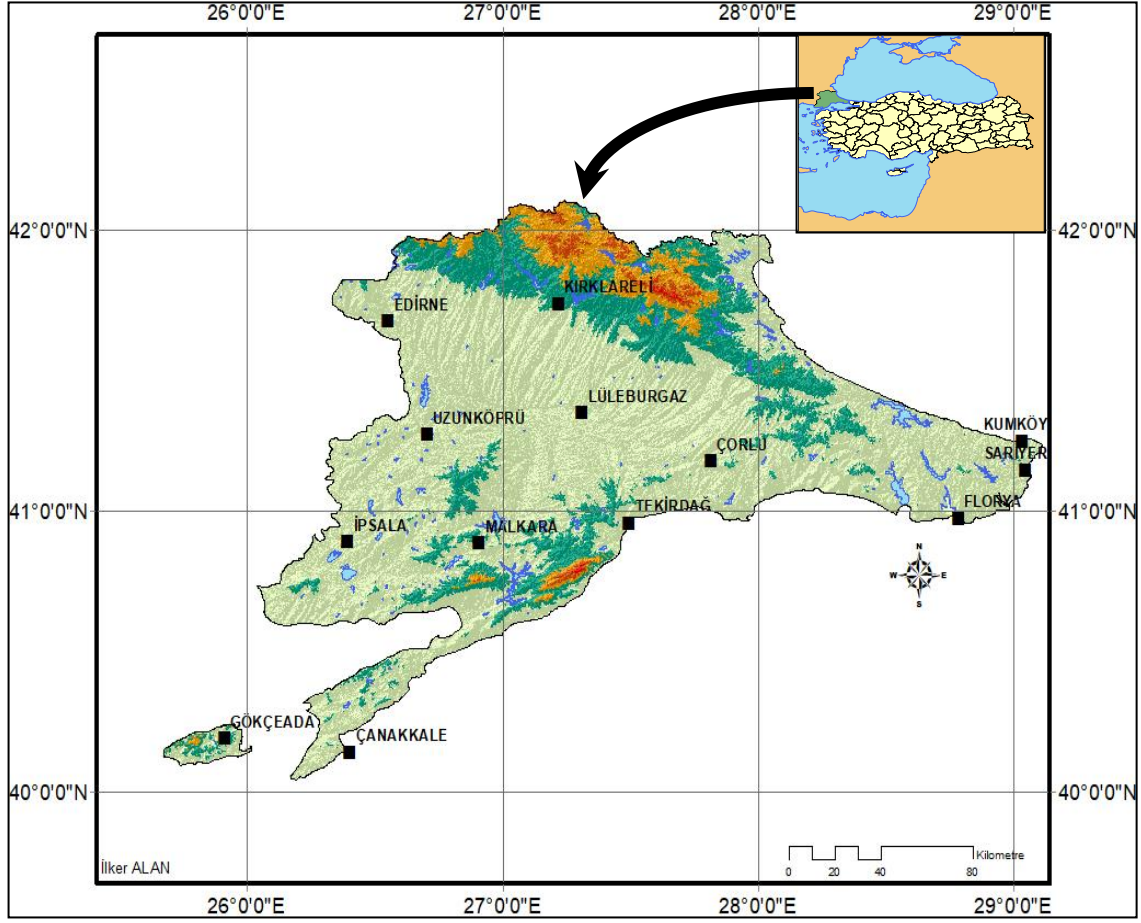
yarı kurak bölgelerde, önemli yağlı tohum bitkilerinin nitel ve nicel özelliklerini önemli ölçüde etkileyen en etken abiyotik strestir. Bu çalışma, kuraklığın yağlı tohum ürünlerinin nitel ve nicel özellikleri üzerindeki olumsuz etkilerini ölçmek ve ürünlerdeki kuraklığa toleransı artırmak için stratejiler önermektir. Kuraklığın, yağ kalitesi üzerindeki strese bağlı etkileri, daha büyük ortamların yanı sıra bitki türleri ve bunların etkileşimleriyle de değişebilmektedir. Bitkilerin tohum/tahıl doldurma aşamasında kısa ve uzun süreli kuraklık meydana geldiğinde, tahıl verimini ve ürün kalitesini olumsuz etkilenmektedir. Bu derlemede, kuraklığın olumsuz etkisini hafifletmenin iki yolunun olduğu, kuraklığa toleranslı ürün çeşitlerinin geliştirilmesinin yanı sıra temel makro ve mikro besin yönetimi ile organik madde (kompost, yeşil gübreler, inek gübresi ve ekin kalıntılarının eklenmesi) kullanımı da dahil olmak üzere gelişmiş yönetim yaklaşımlarını takip etmenin gerekliliği vurgulanmaktadır.

Gürkan (2019), “Konya Havzasında İklim Değişikliğinin Ayçiçeği Verimine Olası Etkilerinin Tahmin Edilmesi” isimli doktora çalışmasında; Aquacrop ve DSSAT bitki benzetim modelleri ile 2015-2016 yıllarında Konya koşullarında Eklor ayçiçeği çeşidi kullanılarak toprak, bitki ve bitki bakım işlemleri verileri ile meteorolojik gözlem değerleri kullanmıştır. İklim projeksiyonları olarak, RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları temelinde Küresel İklim veri setleri kullanılarak, gelecek (2019-2040, 2041-2070, 2071-2098) üç ayrı dönemde değerlendirmiştir. İklim değişikliğinin olası etkilerini kapsamlı değerlendirebilmek amacıyla analizler susuz ve tam sulama koşulları olmak üzere iki ayrı kategoride yapılmıştır. Her iki iklim senaryosunun temelinde atmosferdeki sera gazları yoğunluklarının artacağı şeklinde varsayımlar yer almaktadır. Sera gazları içerisinde yoğunluğu en fazla olan bileşen karbondioksittir (CO₂). Günümüzde atmosferde yaklaşık 410 ppm düzeyinde olan CO₂ konsantrasyonlarının IPCC bünyesinde hazırlanan raporlarda yüzyılın sonunda RCP4.5 senaryosuna göre 650 ppm

düzeyine, RCP8.5 senaryosuna göre ise 850 ppm düzeyine ulaşacağı öngörülmüştür (IPCC 2013). Bu durum yeterli miktarda sulama yapılması halinde iklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklıklar ve CO2 konsantrasyonlarındaki artışların C3 bitkisi olan ayçiçeği verimliliği üzerine olumlu katkı sağlayabileceğini ortaya çıkarmaktadır. Araştırma sonucunda, iklim değişikliğinin susuz koşullardaki tarımsal üretim üzerine ciddi olumsuz etkilere neden olabileceği ortaya konmuştur.

Mehrabi vd., (2019), tarafından gelecekteki iklim değişikliğine bağlı olarak ayçiçeğinin ekili olduğu abiyotik ve biyotik ortamlardaki değişimler araştırılmıştır. Bu çalışmaya göre, ayçiçeği, ürün tepkilerini ve iklim değişikliğine uyumu değerlendirmek için eşsiz bir ürün çeşididir. Çalışmada, ayçiçeğinin dünya çapında nerede yetiştirildiğine dair mevcut bilgilere dayanarak, ekili ayçiçeğinin iklim istekleri ile gelecekte muhtemelen yaşayacağı iklim ile güçlü bir şekilde örtüştüğü ifade edilmektedir. Araştırma bulgularında, küresel olarak ekili ayçiçeği bölgelerinde mevcut ve gelecekteki iklim alanı arasında %8'lik bir değişim ve bitkinin kökeni olan Kuzey Amerika'da ise %48'lik bir değişim bulunduğu ileri sürülmektedir. Küresel olarak, ayçiçeği ürününün yabani akrabalarının işgal ettiği mevcut yerler, ekimi yapılan ayçiçeği için gelecekteki iklime uyum sağlamak açısından çok az fırsat sunmaktadır. Ayçiçeğinin yabani akrabalarının kullanımıyla iklime dayanıklı ürünlerin yetiştirilmesi, gelecekteki iklim değişikliğine uyum sağlamak için önemli bir strateji olarak önerilmektedir.

3. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ



Şekil 3. Çalışma Alanının Lokasyon Haritası

Çalışma alanı, yaklaşık olarak 26°-29° Doğu meridyenleri ile 40°-42° Kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Karadeniz, Marmara ve Ege Denizi ile üç taraftan çevrelenmiştir. Tekirdağ, Kırklareli, Edirne illerinin tamamı ile İstanbul ve Çanakkale illerimizin bir kısmı çalışma alanı sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 3).

3.1. Fiziki Coğrafya Özellikleri

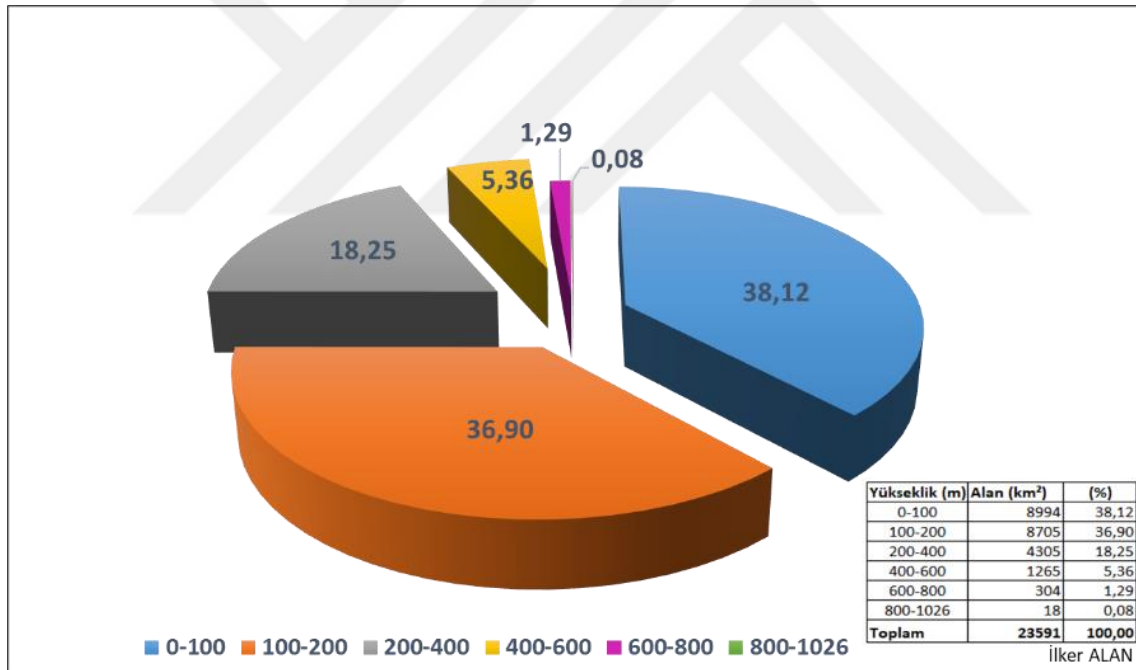
Trakya, Güneydoğu Avrupa'da yer alan güney Bulgaristan, kuzeydoğu Yunanistan ve Türkiye'nin Avrupa kıtasındaki topraklarını içeren, tarihi çok zengin bir

yöredir. Trakya, Türkiye'nin yüksekliği az olan kesimlerindendir. Karadeniz kıyılarına paralel uzanan Istranca (Yıldız) Dağları yüksek yerlerindendir. Bu dağlar, Çerkezköy'den başlar ve kuzeye doğru gittikçe yükselir. Istrancalar, Trakya'nın Karadeniz kıyılarına paralel olarak, Bulgaristan'dan İstanbul iline kadar yaklaşık 150 km uzunluğunda bir dağ zincirinden oluşmaktadır. Bu zincirin en yüksek noktası Kırklareli ilinde bulunan yaklaşık 1.031 metrelik Mahya Dağı zirvesidir. Bu çalışmada kullanılan yükseklik verisinde en yüksek yer 1026 m'dir. Istranca dağlarının güneyinde geniş Ergene Havzası yer alır. Trakya ortası çukur, kenarları yüksek bir konumdadır. Trakya'nın güney kesimlerinde ise Tekir, Kuru ve Ganos Dağları bulunmaktadır. Tekir Dağları, Kumbağ'dan başlayarak Gelibolu yönünde bir sıradağ halinde uzanmaktadır. Yörenin denize yakın kesimlerdeki küçük kıyı ovalarının dışında, iç kesimlerinde geniş tabanlı vadileri kaplayan verimli ovaları bulunmaktadır. Trakya, Türkiye'nin ortalama yükseltisi en az olan yöresidir. Ergene Havzası geniş ve önemli düzlüklerindendir. Trakya'nın en önemli akarsuları, Ege Denizine dökülen Ergene ve Meriç'tir. Gölleriye Büyük Çekmece, Küçük Çekmece ve Terkos gölleridir.

Temel fiziki coğrafya öğelerinin tarımsal faaliyetlere etkisinin olduğu bilinmektedir. Bu çerçevede, tarımsal üretime etkisi bakımından, Trakya'nın topoğrafik özellikleri kapsamında yükselti, eğim ve bakı özelliklerinin açıklanmasına çalışılmıştır. Ayrıca, yöremizde egemen olan iklim koşulları, Trakya'daki tarımsal üretimin biçimlenmesindeki önemli etki ve katkısından dolayı bu kısımda ele alınarak incelenmiştir.

3.2. Topografya

Coğrafi Bilgi Sistemleri teknikleri kullanılarak, çalışma alanı yükseklik basamaklarına ayrılmıştır (Şekil 4). Bu değerlendirme sonuçlarına göre, 0-100 m arasındaki yükseltiye sahip alanlar 8994 km²'lik yüzölçümü ile %38,1' lik yer kaplamaktadır. 8705 km²'lik 100-200 m arasındaki yerlerin oranı ise %36,9'dur. Yükseltisi, 200-400 m arasındaki yerler 4305 km²'lik yüzölçümü ile %18,3 paya sahip iken, 400-600 m arası yükselti basamağındaki yerlerin oranı ise, 1265 km² yüzölçümü ile %5,36'dır. 600-800 m'lik yükselti aralığındaki yerlerin alanı 304 km² ile %1,3 paya sahip iken en yüksek basamak olan 800 m'den yüksek olan kesim %0,08 lik bir alanı kaplamaktadır.



Şekil 4. Çalışma Alanının Yükseklik Basamaklarına Göre Dağılımı

Başka bir deyişle, inceleme alanı içerisinde 17,699 km² lik bir kesimin, yani tüm alanın %75' inin ortalama yükseltisi 0-200 m arasında değişmektedir. Tanoğlu (1947)'nin hesaplamalarına göre 180 m, Özşahin ve Eroğlu (2018)'na göre ise 155,68 m olarak hesaplanan ortalama yükselti değeri, bu çalışma kapsamında tercih edilen

projeksiyon ve dönüşüm parametreleriyle 159,5 m olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, Elibüyük ve Yılmaz (2010) tarafından “Türkiye’nin Coğrafi Bölge ve Bölümlerine göre Yükselti Basamakları ve Eğim Grupları” konulu bir çalışma yapılmıştır. Ancak söz konusu çalışmada, Trakya için bir değer verilmediğinden karşılaştırması yapılamamıştır.

Özşahin ve Eroğlu (2018) CBS tekniklerine dayalı olarak, Trakya Yarımadası’nın Jeomorfometrik Özellikleri isimli çalışmalarında, 5 m çözünürlüklü SYM kullandıklarını ve bunun kendi çalışmalarına kadar kullanılmış en yüksek çözünürlüklü veri olduğunu vurgulamaktadırlar. Analizlerinde, yükselti farkının 1031 m olduğunu, Trakya Yarımadasının 155,68 m ortalama yükseltiye ve %3,7 ortalama eğime sahip düz ve düze yakın topoğrafya özellikleri gösterdiğinin altını çizerek, Trakya Yarımadası’nın jeomorfometrik özellikleri bakımından Türkiye genelinden ve Anadolu Yarımadası’ndan oldukça farklı olduğu belirtilmektedir (Özşahin ve Eroğlu, 2018). Bu çalışma ile Özşahin ve Eroğlu (2018)’nin çalışması arasındaki yükseklik farklarının, kullanılan verinin kaynağı belirtilmediğinden tam olarak karşılaştırması yapılamamıştır. Bu durumun, kullanılan altlık veri setinin farklı olması, hücresel çözünürlük ve projeksiyon dönüşümlerinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

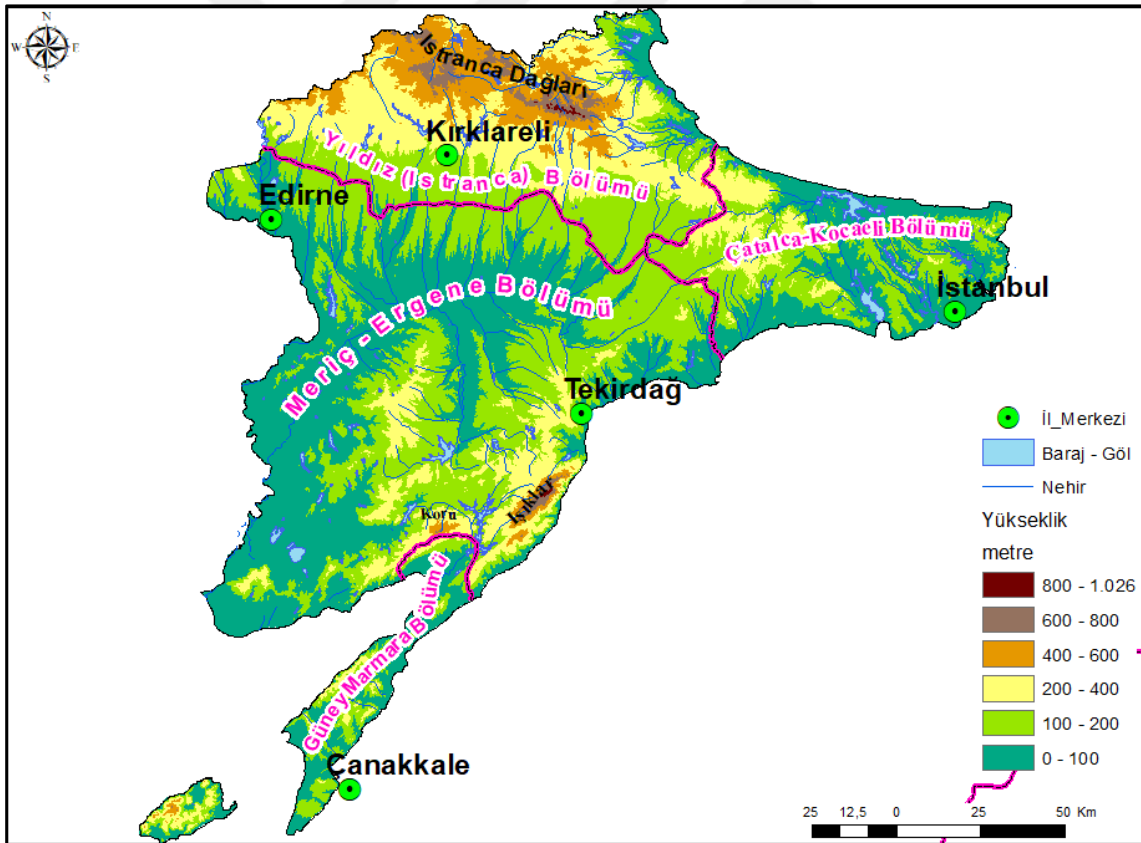
Türkiye’de yükselti arttıkça tarımsal etkinliklerin yoğunluk ve çeşitliliğinde azalmalar görülür ve belirli bir yükselti basamağından sonra ekip biçme etkinlikleri seyrelererek ortadan kalkmaktadır. Yükselti artışına koşut, yıllık yağış tutarının azlığı, bitki gelişme devrelerinin kısılması, don olayları ve sıcaklıklarda en düşük uç değerlerin sıklıkla görülmesi, tarımsal üretimi büyük ölçüde sınırlandırıcı bir rol oynamaktadır. Türkiye’de kıyılardan 500-600 m yükselti basamağına kadar tarım hayatında çok çeşitlilik görülürken, bu yükseltiden başlayarak 2000 m yükseltiye kadar

tarımsal faaliyetler giderek zayıflamakta, çeşitlik azalmakta, yetiştirilen ürünlerin verim ve üretim miktarları çok düşmektedir. Türkiye'nin ancak %10'ununa karşılık gelen 0-250 m basamağı, tarımsal anlamda ekonomik etkinliklerin gerçekleştirilmesi açısından en değerli yöreleri oluşturmaktadır.

Trakya'da dağlar ve denizel etkinin katkısıyla yükseltinin sıcaklık, basınç, yağış vb. özelliklerin değişimine neden olabileceği ve bu durumunda birbirinden bambaşka yerel koşulların oluşumunu sağlayacağı düşüncesinden yola çıkılmıştır. Bu amaçla, çalışmada yükselti ve iklim parametreleri arasındaki ilişkilerin öncelikle incelenmesi amaçlanmış, yükselti ve diğer yerel topoğrafik koşulların belirlenmesine çalışılmıştır. Bu bilgiler ışığında, çalışma alanı içerisindeki 17699 km²' lik bir kesimin yani Trakya yüzölçümünün %75' inin 0-200 m arasında değişen bir yükseltiye sahip olması, yörenin tarımsal faaliyetler açısından ne derece önemli ve elverişli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Şekil 5).

Trakya'da genel hatlarıyla tarımsal topraklar, kuzey (Istranca) ve güney (Koru-İşık) dağlık kütleleri arasında Ergene Nehri ve kollarının kapladığı kesimler, yani Meriç-Ergene bölümünü oluşturan geniş havza toprakları ile kıyı kesimlerindeki düzlükler, ovalar ve hafif engebeli araziler (0-200 m) olarak karşımıza çıkmaktadır. Güney Marmara bölümü içerisinde kalan Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi'nin kıyı kesimleri ile Çatalca-Kocaeli bölümü içerisinde kalan kıyı kesimlerinde de bu yükselti aralığında oldukça geniş tarımsal araziler bulunmaktadır. Çalışma alanı içerisinde ekili-dikili alanların en fazla olduğu ve yükseltisi 0-200 m arasında değişen bu kesimler, kuzey ve güneyde yer alan dağlık alanların eteklerine doğru sokulmakta olup, verimli topraklar olmaları nedeniyle birçok tarım ürünü bu alanlarda yetiştirilmektedir. Bu yükselti aralığında yer alan Meriç-Ergene Havzası'ndaki Ergene,

İpsala ve Tunca Ovaları yalnızca Trakya'nın değil aynı zamanda Türkiye'nin de önemli tarımsal faaliyet alanlarıdır. Ergene Ovası, Çerkezköy'den başlayarak batı yönünde Ergene nehrinin yatağı boyunca genişleyerek Uzunköprü ve Meriç ilçelerine ait tarım topraklarının önemli bölümünü kaplayan verimli bir ovadır. İpsala Ovası, Meriç nehrinin vadisi boyunca yayılarak Enez ilçesine kadar uzanan ve alüvyal toprakların yoğunlukta olduğu tarıma elverişli verimli diğer bir ovadır. Meriç-Ergene havzasının 0-200 m yükselti içinde kalan tarım arazilerinde ve eğimin düşük olduğu akarsu yatakları çevresinde sulama sistemlerinin bulunduğu sulu tarım yoğunlaşmıştır. Bu kesimlerdeki sulamalar gölet ve barajlardan sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra çiftçilerin bireysel çabalarıyla nehirlerden çekilen sularla da sulama yapılabilmektedir.



Şekil 5. Çalışma Alanının Yükselti Basamakları

Trakya'da 0-200 m yükselti aralığının dışında kalan ve 200-600 m aralığında olup, yöre yüzölçümünün %23,6'sını oluşturan kesimlerde de tarımsal faaliyetler yapılmaktadır. Kuzeydeki Istranca, güneydeki Kuru ve Işıklar dağlarının eteklerinden başlayan bu yükselti aralığındaki dikili alanlarda genellikle erik, armut, ceviz, yaban mersini, elma, ayva yetiştiriciliği ile bağcılık faaliyetleri yapılmaktadır. Tekirdağ çevrelerinde bağcılık, kiraz, vişne ve zeytin yetiştiriciliği önemli tarımsal faaliyetlerdir. Gelibolu çevrelerinde ise erik, elma, badem, zeytincilik yaygın olarak yetiştirilmektedir. 600 m'den yüksek olan kesimler toplam yüzölçümün yaklaşık olarak %1,4'ünü oluşturmaktadır. Bu yükselti aralığında kalan kesimler Istranca ve Işıklar dağlarında karşımıza çıkmaktadır. Trakya'nın en yüksek yeri olan Mahya zirvesi de Istranca dağları üzerinde bulunmaktadır (Şekil 5).

Çalışmanın konusunu oluşturan ayçiçeği tarımı 0-200 m yükselti aralığında, düz ve düze yakın, az eğimli arazilerde yapıldığından bu kesimlerin dışında kalan kesimlere kısaca değinilmiştir. Ancak, vurgulamak gerekirse, Türkiye için önemli tarım alanlarını bünyesinde barındıran yükseltisi ve eğimi az arazilerde ayçiçeği, pirinç ve buğday üretiminin dışında şeker pancarı, arpa, soğan, mısır üzüm ve fasulye de önemli ölçüde yetiştirilmektedir. Bu nedenle, iklim de beklenen olası değişimlere bağlı olarak gerçekleşecek ve doğal yaşamı olumsuz etkileyebilecek her türlü değişiklik gerçekte sadece Trakya yöresini değil, dolaylı olarak tüm Türkiye'yi etkileyecektir.

3.3. Eğim Özellikleri

Eğim, tarım için önemli bir etmendir. Eğim, toprak derinliği, erozyona yatkınlık, toprak işleme, tarım makinelerinin kullanımı, sulama, bitki uyumu vb. üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Eğimin dikliği ve uzunluğu bir alandaki toprak ve su kaybını

doğrudan etkiler. Eğimin toprak erozyonu üzerindeki etkileri birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Selby 1976; Kinnell 2000; Parlak 2012). Eğim, toprak oluşumu üzerinde de çok etkilidir. Eğim farklıysa ve iklim koşulları değişmiyorsa aynı ana malzeme üzerinde farklı topraklar oluşabilmektedir. Topoğrafya, çoğunlukla arazi kullanımının mekânsal modelini ve değişikliklerini belirler (Solaimani vd., 2009; Gobin vd., 2004). Bu nedenle, eğim tarımsal çeşitliliği etkileyen, en önemli doğal tarımsal-çevresel kısıtlamalardan biridir. Eğim, ürün verimi üzerinde az veya çok olarak doğrudan bir etkiye sahip değildir. Ancak, eğim ne kadar dik olursa, araziyi yönetmek ve ürün yetiştirmek o kadar zorlaşır. Özellikle, mekanizasyon engellenir, araziye erişim ve tüm tarımsal işlemler daha fazla zaman alır. Daha dik eğimler, genel olarak daha sık topraklarla da ilişkilidir. Örneğin, Leptosoller, Regosoller toprak bozulması ile toprak kaymaları için daha yüksek risk taşır (Eliasson vd., 2010; Böttcher vd., 2009; Jarasiunas, 2016).

Eğim, arazinin tarımsal kapasitesi ve uygunluğunu değerlendirmek için bir ölçüt olarak sıklıkla kullanılır (Van Orshoven vd., 2008; Lacko-Bartošová ve Buday, 2013). İngiliz arazi yeteneği sınıflandırmasında, mekanik tarımsal faaliyetlerde eğimin belirgin etkisi olduğu kabul edilmektedir (Bibby ve Mackney, 1969). Eğim, tarım makinelerinin potansiyel kullanımı üzerindeki belirleyici etkisinden dolayı önemli bir topoğrafik ölçüttür (Ray, 2001). Tarımsal faaliyetler sırasındaki araç devrilmesi olaylarının ana nedeni dik eğimlerdir (Vigoroso vd., 2019).

Çizelge 2. Eğim Sınıfları

Arazi Durumu	Alt Eşik (%)	Üst Eşik (%)	Eğim Özellikleri	Eğim (%)	Arazi Durum	Eğim (%)
Düze yakın	0	3	Tam düzlük	0-1	Düz ve hafif eğimli	0-5
Hafif eğimli	1	8	Düzlük	1-2	Orta eğimli,hafif dalgalı	5-10
Eğimli	4	16	Dalgalı düzlük	2-5	Çok eğimli	10-15
Orta derece dik	10	30	Az eğimli yamaç	5-10	Dik Eğimli	15+
Dik	20	60	Eğimli yamaç	10-20	Tunçdilek, N. 1969. Eğim Değerleri	
Çok dik	> 45		Dik yamaç	20-40		
ABD Tarım Bakanlığı - Doğal Kaynakları Koruma Servisi Eğim Sınıfları			Çok Dik yamaç	40+		
			Erol, O. 1993. Eğim Sınıfları			

Çalışma kapsamında, eğim değerlerinin sınıflandırılmasında (Çizelge 2), ABD Tarım Bakanlığı Doğal Kaynakları Koruma Servisi Eğim Sınıfları (United State Department of Agriculture, USDA), Tunçdilek (1969) ve Erol (1993) değerlendirmeleri ile Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim Genel Müdürlüğü “Toprak ve Arazi Sınıflandırması Standartları Teknik Talimatı” (2008)’nın, Ek:1’deki Tarım Arazilerinin Sınıflamasında Kullanılacak Standartlar, “Mutlak Tarım Arazileri (MT)” başlığının;

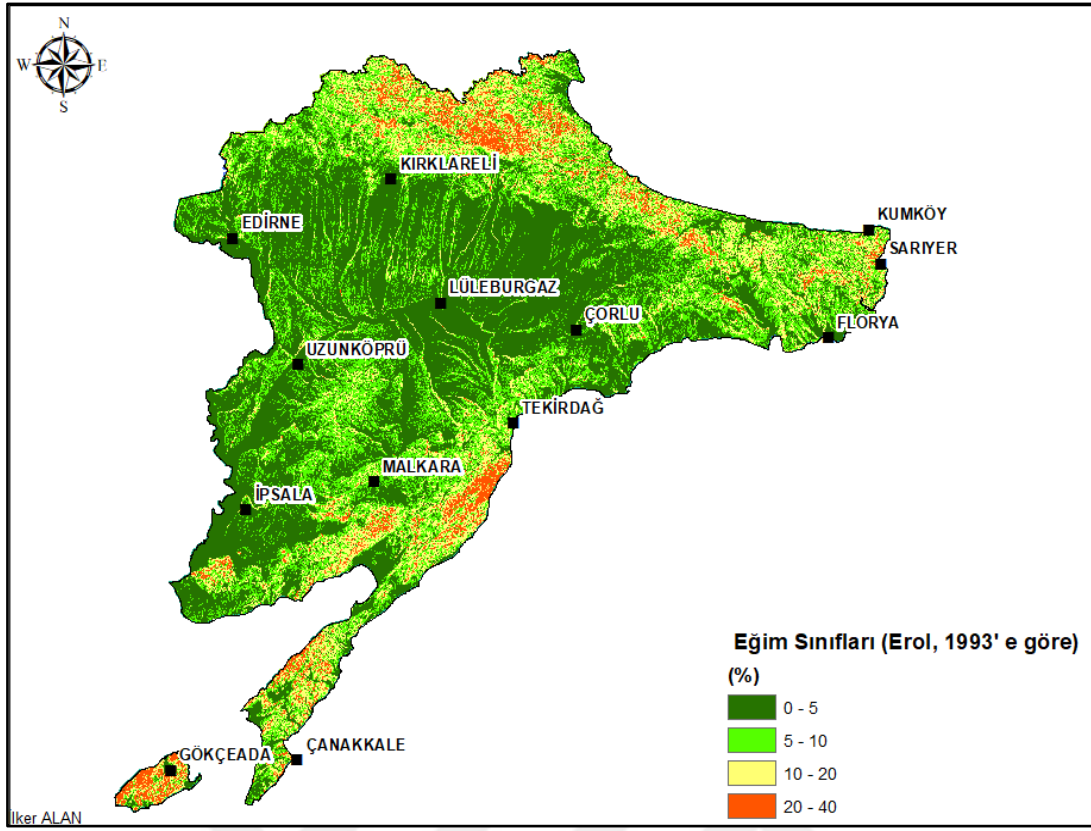
“Bu araziler sulu veya kuru tarım yapıp yapılmadığına göre SMT veya KMT sembolleri ile gösterilir. Öncelikle arazide yapılan etütlerle tesirli toprak derinliği, arazinin genel eğimi ve üzerinde yetiştirilebilen bitkiler değerlendirilerek MT olup olmadığına karar verilir. Bunun için;

- *Tesirli toprak derinliği en az 50 cm olan*
- *Arazinin genel eğimi yörede yıllık ortalama yağış miktarına göre;*

a) Yağış 640 mm’den az ise en fazla %3

b) Yağış 640 mm’den fazla ise en fazla %8 olan- yöreye uyum sağlamış tarımı yapılan her tür bitkinin münavebeye girebildiği, yöre ortalaması ve üzerinde ürün alınabilen araziler Mutlak Tarım arazisi olarak belirlenir.” şeklinde ifade olunan 1. maddesi göz önünde bulundurulmuştur.

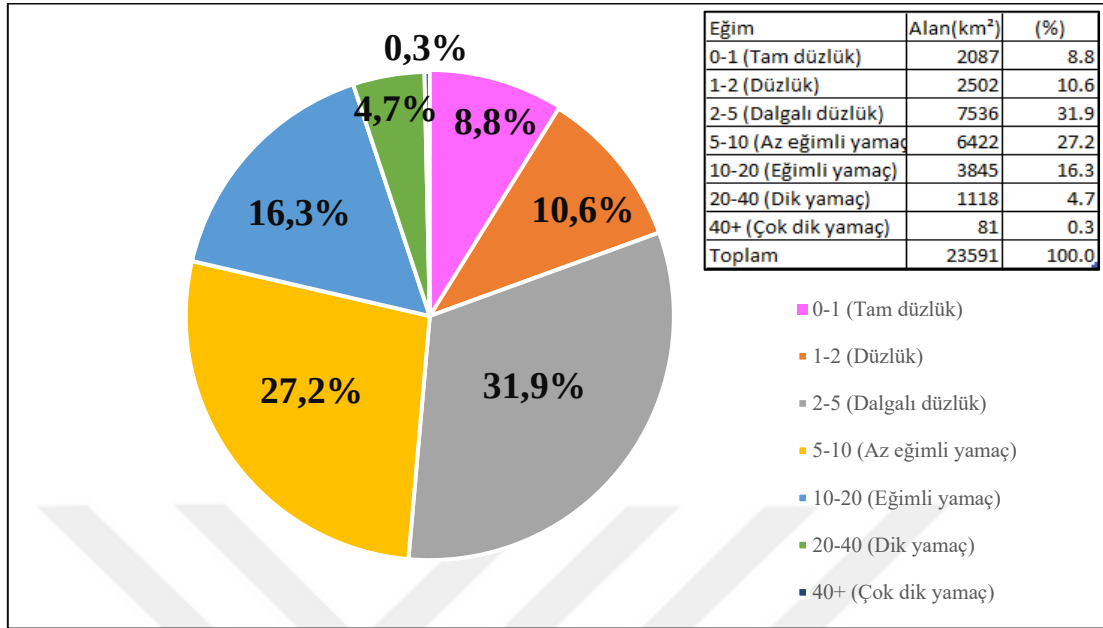
Tarımsal faaliyetler açısından önem taşıyan eğim özellikleri, ArcGIS yazılımının Spatial Analyst modülünün “Slope” aracı kullanılarak belirlenmiştir. Harita altlığı olarak, 90x90m hücresel çözünürlüklü SYM verisi kullanılmıştır. Eğim grupları, Erol (1993)’a göre düzenlenmiştir. Sınıflama %0-1(Tam düzlük); %1-2 (Düzlük); %2-5 (Dalgalı düzlük); %5-10 (Az eğimli yamaç); %10-20 (Eğimli yamaç); %20-40 (Dik yamaç) ve %40+ (Çok dik yamaç) olarak belirlenmiş ve hesaplamaları yüzde (%) olarak yapılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Çalışma Alanının Eğim Grupları

Çalışma alanı içerisindeki %0-1 eğim grubu 2087 km²'lik yüzölçümü ile %8,8 oranına sahiptir. %1-2 eğim grubunun payı ise 2502 km²' lik yüzölçümü ile %10,6'dır. %2-5 eğim grubunun kapladığı alan 7536 km² ile %31,9' dur. %5-10 eğim grubunun alanı ise 6422 km² ile %27,2 iken, %10-20 eğim grubu %16,3'lik payı ile 3845 km² alanı kaplamaktadır. %20-40 eğim grubunun alanı 1118 km², oranı ise %4,7' dir. %40 ve üzeri eğim değerine sahip alanların yüzölçümü ise 81 km² olup, %0,3'lük pay ile en düşük orana karşılık gelmektedir (Şekil 7). Çalışma alanının 23,591 km² lik toplam yüzölçümü içerisinde %0-5 eğim grubunun yani düz ve düze yakın özellik gösteren ya da diğer bir deyişle erozyonun az, toprak horizonlarının iyi geliştiği eğim grubunun payı 12,125 km²'lik yüzölçümü ile %51,3' dür. %0-5 eğim aralığındaki tarım topraklarının, mekanizasyona elverişli ve yörenin tarımsal çeşitliliğinin en önemlilerinden olan

ayçiçeğinin ekim nöbeti ile yetiştirilmesine oldukça uygun olduğu değerlendirilmektedir.



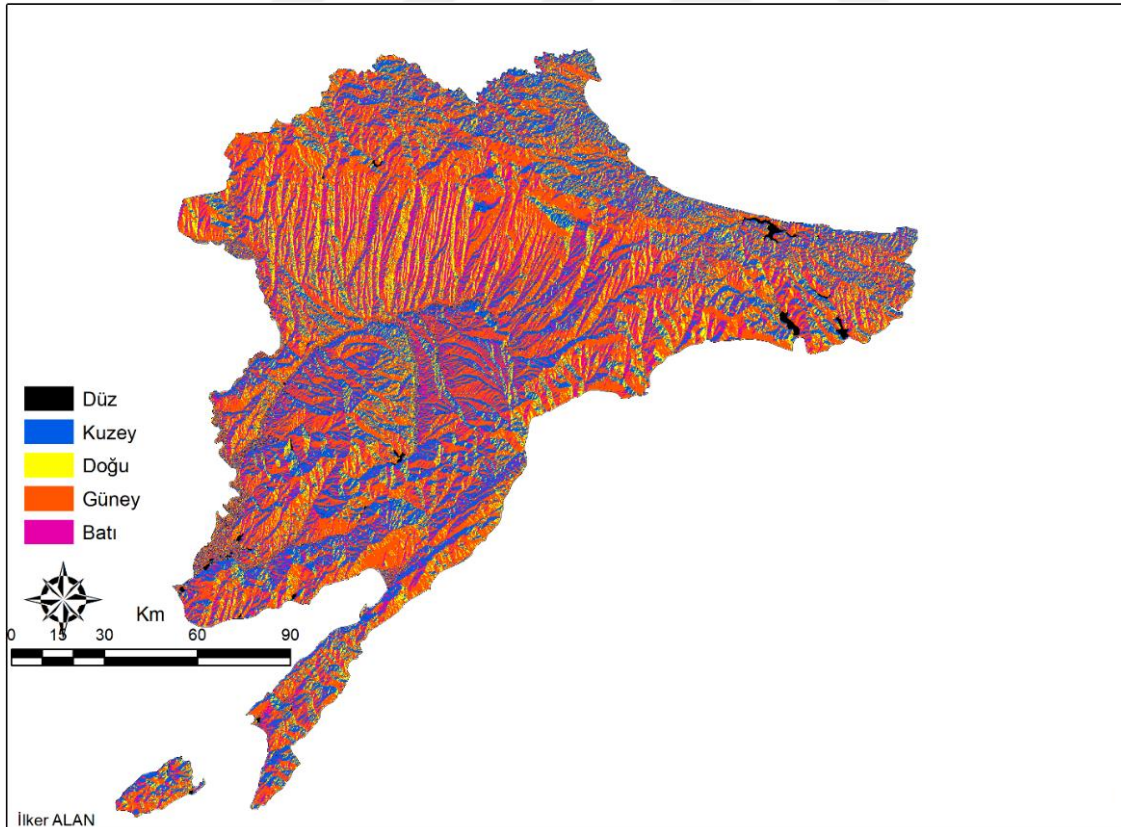
Şekil 7. Çalışma Alanının Eğim Özellikleri

3.4. Bakı Özellikleri

Bakı, bitkisel üretimdeki ana unsurlardan biridir ve ekosistem değişikliklerine neden olur. Çeşitlilik ve türlerin dağılımı, vejetasyon süresi ve ürün verimi ile ilişkilidir. Bitkiler fiziksel ve metabolik aktivitelerini gerçekleştirebilmeleri için güneş ışığına gereksinim duyarlar. Bitkiler güneş ışığından yararlandıklarında çimlenir, organlarını geliştirir ve meyve verirler (Bale vd., 1998; Yimer vd., 2006). Kuzey Yarımküre’de, güneye bakan yamaçların yüzeyi daha uzun süreli ve yoğun güneş ışığı alır, bu da nispeten daha sıcak, daha kuru özellikler anlamına gelmektedir. Yaz mevsiminde, güneye bakan yamaçlar yüksek sıcaklık ve düşük toprak nemi ile karakterizedir. Kış mevsiminde de güney yamaçlar doğrudan ışık almaktadır. Güneş ışığı, sıcaklık ve nemdeki değişimi tetikler (Rosenberg vd., 1983), bu da güneye bakan yamaçlarda daha

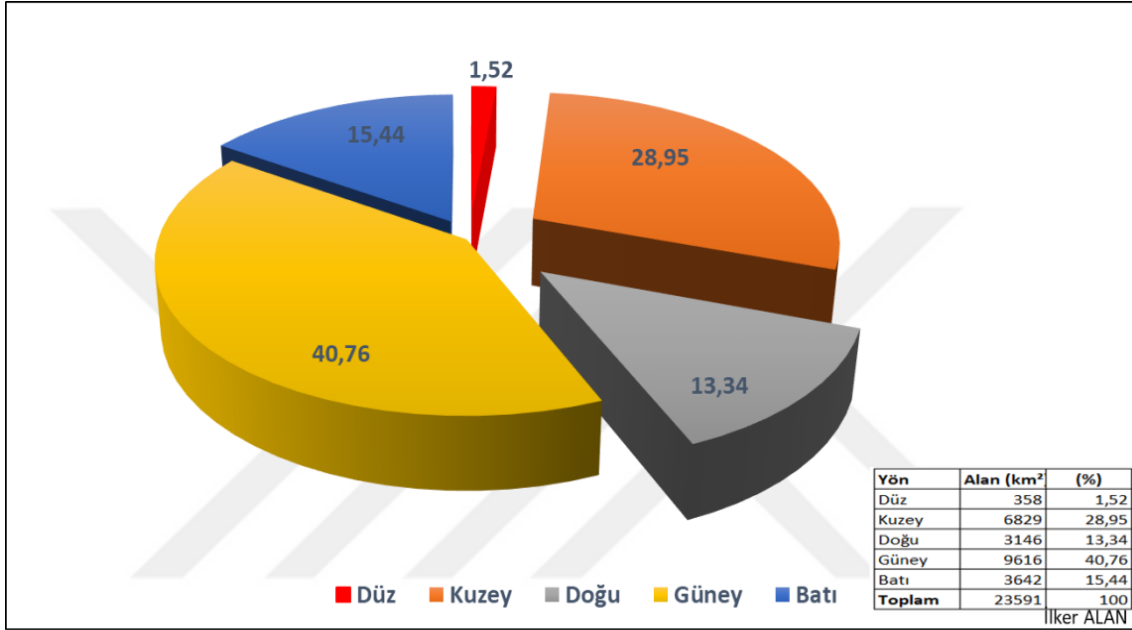
sıcak, daha kuru mikro iklim oluşmasına olanak tanır (Shanks ve Norris 1950; Cantlon 1953; Werling ve Tajchman1984; Bolstad vd., 1998; Desta vd., 2004).

Genel olarak, güneye bakan yamaçlar yazın düşük toprak nemi ve yüksek sıcaklıklar demektir (Raven 1989; Percy vd., 1994; Neufeld ve Young 2003; Warren, 2008). Tarım alanlarında güneşe dönük cephelerde yer alan topraklar genellikle en avantajlı kesimlerdir. Bitki türlerine göre değişmekle birlikte bitkilerin fizyolojik faaliyetlerini sürdürebilmeleri için güneşe maruz kalmaları önemlidir. Güneşe dönük cephelerde ısınma ve aydınlanma süresi artar, don olayları azalır, güneşten sağlanan radyasyon kazancı yükselir. Bitkiler, vejetasyon dönemi boyunca gereksinim duydukları toplam kaloriyi daha kısa sürede karşılar ve ürünler daha erken olgunlaşır. Ayrıca tarımsal verimlilik ve meyvelerin yağ ile şeker oranı da artış gösterir (Karabacak, 2021).



Şekil 8. Ana Yönlere Göre Bakı Özellikleri

Ayçiçeği tarımı açısından da oldukça önemli olan bakı özellikleri, ArcGIS yazılımının Spatial Analyst modülünün “Aspect” aracı kullanılarak belirlenmiştir. Harita altlığı olarak, daha önce bahsedilen SYM verisi kullanılmıştır. Bakı hesaplamaları, öncelikle düz ve 22,5°'lik ara yönlere göre yapılmıştır. Sonrasında, yeniden sınıflandırma (Reclassify) aracı kullanılarak, 4 ana yön esas alınarak sınıflandırılmış ve 4 yön esasına göre alansal hesaplamaları yapılmıştır (Şekil 8).



Şekil 9. Bakı Özelliklerinin Yönlerle Göre Dağılışı

Bakı özellikleri açısından, 4 ana yöne göre Trakya arazilerinin alansal değişimi değerlendirildiğinde, düzlüklerin alanı 358 km² olup, oranı da %2'dir. Kuzeye bakan araziler ise 6829 km² yüzölçümü ile %28,95'lik bir paya sahiptir. Doğu yönlü bakıya sahip olan yerler 3146 km² yüzölçümü ile %13,34 orana sahip iken, Batı yönlü arazilerin payı 3642 km²'lik yüzölçümü ile %15,44'tür. Güneyli arazilerin oranı ise %40,76 olup, yüzölçümü 9616 km²'dir. Bakı durumu açısından, sahip olunan yüzölçümü büyüklüğü ile birinci sırayı güney yönlü tarım toprakları alırken, yine büyüklüğüne göre sırasıyla kuzey, batı, doğu yönlü bakı özelliklerine sahip olanlar ve düz araziler olarak sıralanmaktadır (Şekil 9).

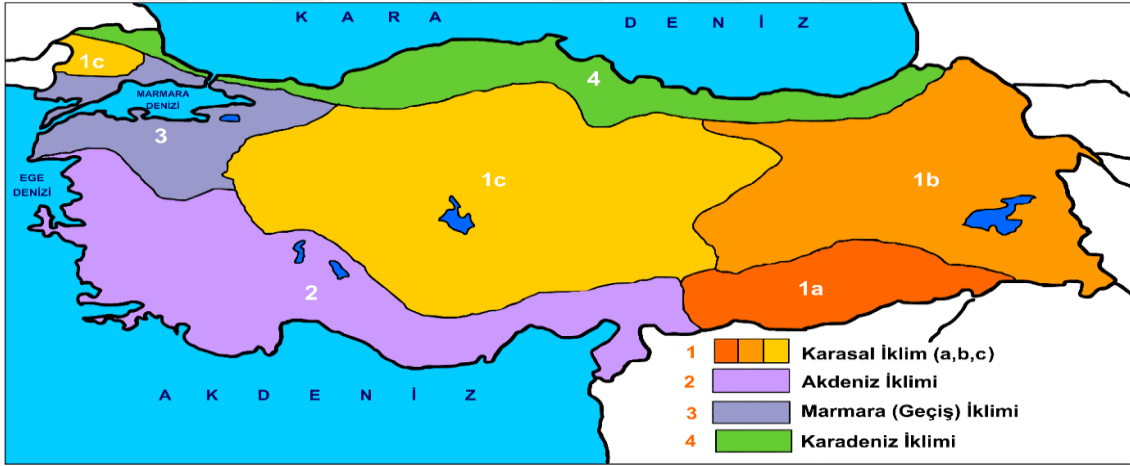
3.5. İklim Özellikleri

Türkiye, matematiksel olarak orta enlem ılıman iklim kuşağında yer almaktadır. Topoğrafik koşulların çeşitliliği, üç tarafının denizler ile çevrili olması, önemli hava kütlesi merkezlerine yakın olması, kış döneminde genel atmosfer dolaşımının, yaz döneminde ise daha çok yerel koşulların etkili olmasından dolayı kısa mesafelerde değişen çok çeşitli iklim mozaigine ve çevresel koşullara sahiptir (Erinç, 1996; Koçman, 1993; Yılmaz ve Çiçek, 2016). Bundan dolayı 1950’li yıllardan itibaren Türkiye iklim bölgelerini belirlemek amacıyla, farklı yöntemler ile birçok çalışma yapılmıştır (Çiçek, 1996; DMİ, 1972, 1988; Erinç, 1949, 1950; İyigün vd., 2013; Koçman, 1993; MGM, 2017; Sarış, Hannah ve Eastwood, 2010; Temuçin, 1990; Ünal, Kindap ve Karaca 2003; Yılmaz ve Çiçek, 2016; Öztürk vd., 2017).

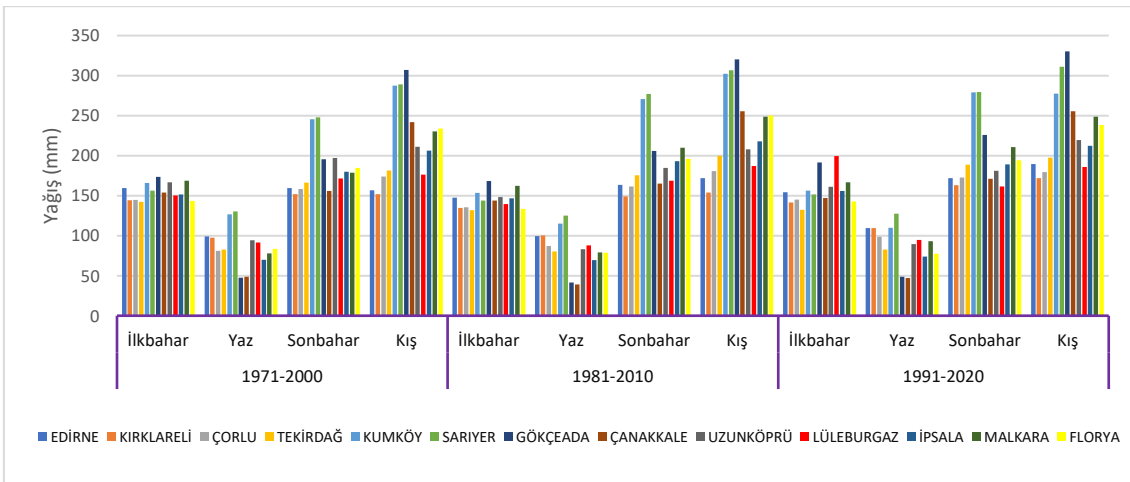
İklim koşulları tarımsal üretime doğrudan etki etmesi nedeniyle çok önemli bir fiziki coğrafya unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. İklim ögeleri, olumlu etkileriyle bir bölgede kısa veya uzun süreli tarım potansiyelinin üst seviyeye çıkmasına neden olabilirken, olumsuz etkileriyle de yine yeryüzünün herhangi bir yöresinin tarımsal potansiyelinin tamamen veya kısmen ortadan kalkmasına ortam hazırlayabilmektedir. Türkiye’nin bölgeleri arasında bariz olarak izlenebilen bu iklim farklılıkları, topoğrafik unsurların etkisiyle yer yer aynı bölge içinde de farklı mikroklimatik özelliklerin oluşmasına ortam hazırlamıştır.

Trakya’da yöresel farklılıklar nedeniyle de geçiş tipi olmak üzere birtakım farklı iklim özelliklerinin açık bir şekilde yaşandığı görülmektedir. Kuşkusuz bu iklim tiplerinin oluşmasında enlem kadar yörenin sahip olduğu özel konumu, denizlerin etkisi, yükselti ve relief koşulları etkili rol oynamaktadır. Çalışma alanının Karadeniz kıyıları

boyunca egemen olan Karadeniz iklimi tipi, her mevsimin yağışlı ve denizel termik özellikler göstermesiyle karakterize edilmektedir (Şekil 10). Bu durum Trakya genelindeki istasyonların 1971-2000;1981-2010;1991-2020 dönemlerinde gözlenmiş verilerden yararlanılarak hazırlanan yağışın mevsimlere göre değişim grafiğinde açıkça görülmektedir (Şekil 11). Karadeniz sahil şeridi hariç bütün Marmara Bölgesinde egemen olan Marmara İklimi ise genel özellikleri itibarıyla, Akdeniz ile Karadeniz iklimi arasında bir geçiş tipini oluşturmaktadır. Marmara (Geçiş) İklim tipi, Trakya topraklarında etkili olduğu alanlarda bir yandan Karadeniz iklim tipine, diğer taraftan Akdeniz iklimine ait tarımsal ürün çeşitliliğinin yetiştirilebilmesine uygun bir ortam hazırlar özellik arz etmektedir.



Şekil 10. Türkiye’de Görülen Makro İklim Tipleri (Atalay, 1997)



Şekil 11. Yağışın Mevsimlere Göre Dağılışı

Çizelge 3. İklim Normalleri

İSTASYON	SICAKLIK (°C)									YAĞIŞ (mm)		
	1971-2000			1981-2010			1991-2020			1971-2000	1981-2010	1991-2020
	Max	Min	Ort	Max	Min	Ort	Max	Min	Ort			
EDİRNE	37.8	-10.6	13.3	38.3	-10.8	13.6	38.9	-10.1	14.2	574.1	582.3	625.2
KIRKLARELİ	37.1	-9.7	13.0	37.6	-9.6	13.3	37.9	-9.5	13.8	545.3	537.5	585.6
ÇORLU	35.5	-9.1	12.7	36.0	-9.2	13.0	36.1	-8.9	13.6	557.9	564.4	595.7
TEKİRDAĞ	33.4	-7.1	13.7	33.9	-7.0	14.0	34.6	-6.6	14.6	572.8	587.5	601.1
KUMKÖY	34.2	-5.4	13.7	34.7	-5.3	14.1	35.0	-4.8	14.6	825.2	841.1	822.5
SARIYER	34.4	-3.8	13.6	34.7	-3.6	13.9	34.8	-3.1	14.5	824.0	852.6	869.5
GÖKÇEADA	35.2	-4.0	15.0	36.0	-4.1	15.3	36.4	-4.0	15.8	723.6	735.9	796.1
ÇANAKKALE	35.6	-5.5	14.8	35.8	-5.4	15.1	36.2	-5.0	15.6	600.1	603.3	620.3
UZUNKÖPRÜ	37.6	-11.2	13.3	38.3	-12.2	13.6	38.8	-11.3	14.1	669.1	623.9	651.0
LÜLEBURGAZ	38.4	-11.7	12.8	39.6	-12.2	13.4	39.8	-10.9	14.0	589.4	582.9	641.6
İPSALA	37.0	-9.6	13.8	37.5	-9.8	14.1	37.7	-8.9	14.5	607.2	627.2	630.9
MALKARA	36.1	-10.1	13.1	36.5	-10.2	13.3	36.6	-9.5	13.8	655.3	699.9	719.3
FLORYA	34.1	-4.6	14.0	34.4	-4.3	14.5	34.8	-3.8	15.0	645.2	658.0	652.6
Max	38.4	-3.8	15.0	39.6	-3.6	15.3	39.8	-3.1	15.8	825.2	852.6	869.5
Min	33.4	-11.7	12.7	33.9	-12.2	13.0	34.6	-11.3	13.6	545.3	537.5	585.6

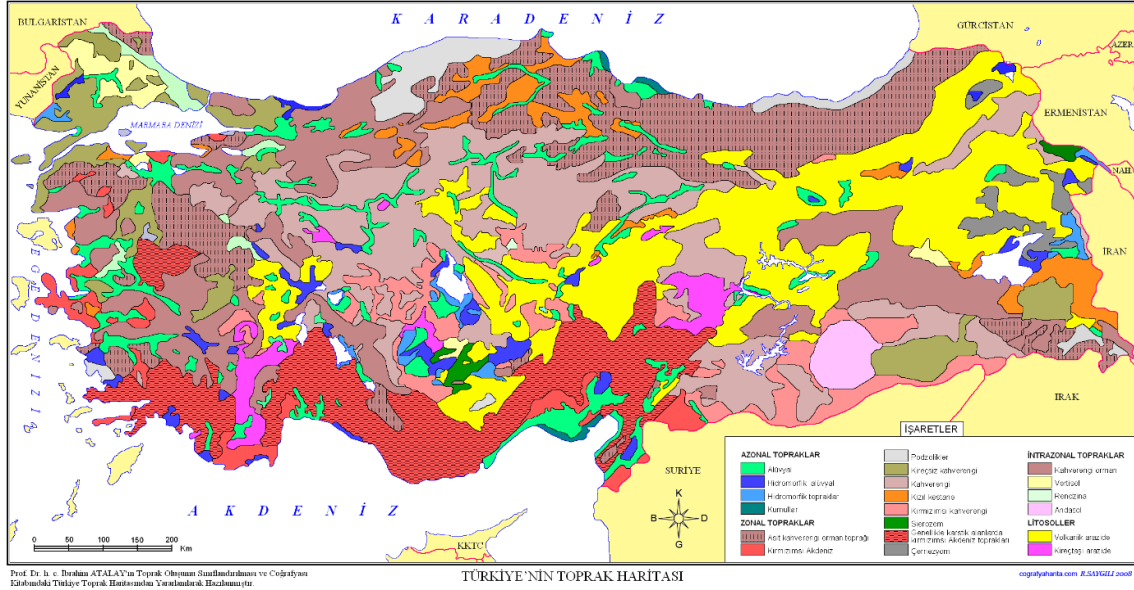
Kaynak: MGM

Karasal iklim özellikleri ise Istranca dağlarının güney kesimi, Kırklareli ve Edirne çevreleri ile Ergene Havzasında görülmektedir. Bu iklim özellikleri, Istrancalar'ın Karadeniz'in denizel etkilerinin Trakya'nın içerilerine doğru geçmesini engellediği güney kesimleri ile Marmara ve Ege'nin denizel etkilerinin sokulamadığı iç kesimlerde etkili bir iklim tipi olarak görülmektedir. Çizelge 3'teki iklim normallerine göre yöre illerinin dönemsel ortalama maksimum, ortalama minimum ve ortalama sıcaklıklarda genel olarak sıcaklık artışı ile dönemsel ortalama yağışlar da artış göze çarpmaktadır (Çizelge 3).

3.6. Toprak Özellikleri

Çeşitli süreçlerden geçerek meydana gelen toprak örtüsü bütün canlılar için çok önemli bir doğal kaynak niteliğindedir. Toprak koşulları; tarımsal üretimin türü, verimliliği ve miktarı için belirleyici unsurdur. Bu bakımdan toprak, tarımsal açıdan

tohumların çimlendiği, köklerin yayıldığı, bitki için su ve minerallerin depolandığı ana kaynak niteliğindedir. Toprak koşullarının Trakya’da özellikleri ve dağılışı incelendiğinde, yörede farklı zamanlarda oluşmuş bulunan litolojik unsurların, yöresel iklimsel farklılıkların, eğim ve zaman etmeni gibi nedenlerin farklı yetenekte büyük toprak grupları ve bu gruplara ait toprak tiplerinin oluşması için zemin hazırladığı görülmektedir (Bakırcı,2010).



Şekil 12. Türkiye Toprak Tipleri (Atalay, 2000)

Trakya toprakları genel olarak zonal, azonal ve intrazonal topraklar olmak üzere üç ana grupta ele alınmaktadır. Zonal topraklar iklim ve bitki örtüsüne bağlı olarak gelişirken, intrazonal topraklar anakaya yapısına, jeomorfolojik koşullar ve akaçlamanın denetiminde oluşurken, azonal topraklar ise dış etkenler ile taşınmış alüvyon, kil ve moren depoları gibi dolgu maddelerinden meydana gelen topraklardan oluşmaktadır (Şekil 12).

Topraklar görünüşleri, mineral içerikleri ve bulundukları yörenin özellikleriyle kavramsallaştırılmakta ve buna göre isim almaktadırlar. Türlerinin yanı sıra, kullanım yeteneklerine göre de topraklar çeşitli sınıflara ayrılmaktadırlar. 8 temel grupta

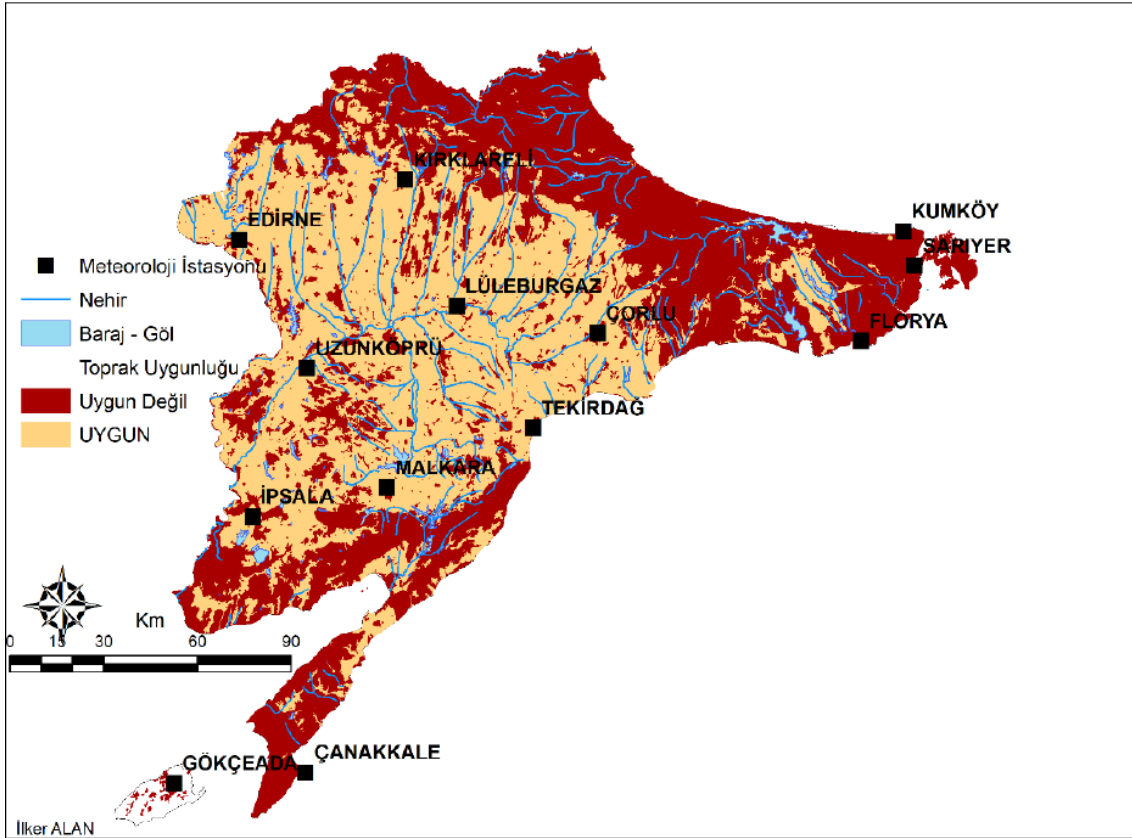
değerlendirilen bu toprak sınıflarından ilk dört sınıf (I. II. III. ve IV.) işlemeye uygun, son dört grup (V. VI. VII. ve VIII) ise orman ve mera gibi sürekli bitki örtüsü altında bulundurulmak zorunda olan toprak grupları niteliğindedir (Şekil 13). Birinci grup sürüme elverişli, ikinci grup ise sürüme elverişli olmayan toprakları kapsamaktadır (Bakırcı,2010).

Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflaması (AKK)		Diğer Toprak Özellikleri (DTO)		Şimdiki Arazi Kullanım Şekli (SAK)	
Sembol	Tanımı	Sembol	Anlamı	Sembol	Anlamı
I – II – III – IV	Toprak işlemeli tarıma elverişli araziler	h	Hafif tuzlu	S	Sulu Tarım
V - VI – VII	Toprak işlemeli tarıma elverişsiz araziler	s	Tuzlu	Sv	Sulu Tarım (yetersiz)
VIII	Tarıma elverişsiz araziler	a	Alkali	K	Kuru Tarım (nadaslı)
		k	Hafif tuzlu – Alkali	N	Kuru Tarım (nadasız)
		v	Tuzlu – Alkali	V	Bağ (kuru)
		t	Taşlı	Vs	Bağ (sulu)
		r	Kayalı	B	Bahçe (kuru)
		y	Yetersiz drenajlı	Bs	Bahçe (sulu)
		f	Kötü drenajlı	M	Mera
				Ç	Çayır
				O	Orman
				F	Fundalık
				T	Terkedilmiş (hali) arazi
				Za	Antep fıstığı
				Zç	Çay
				Zz	Zeytin
				Zf	Fındık
				Zk	Kestane
				Zm	Muz
				Zt	Turunçgiller
				Zp	Çam fıstığı
				Zi	İncir
				Zd	Dut

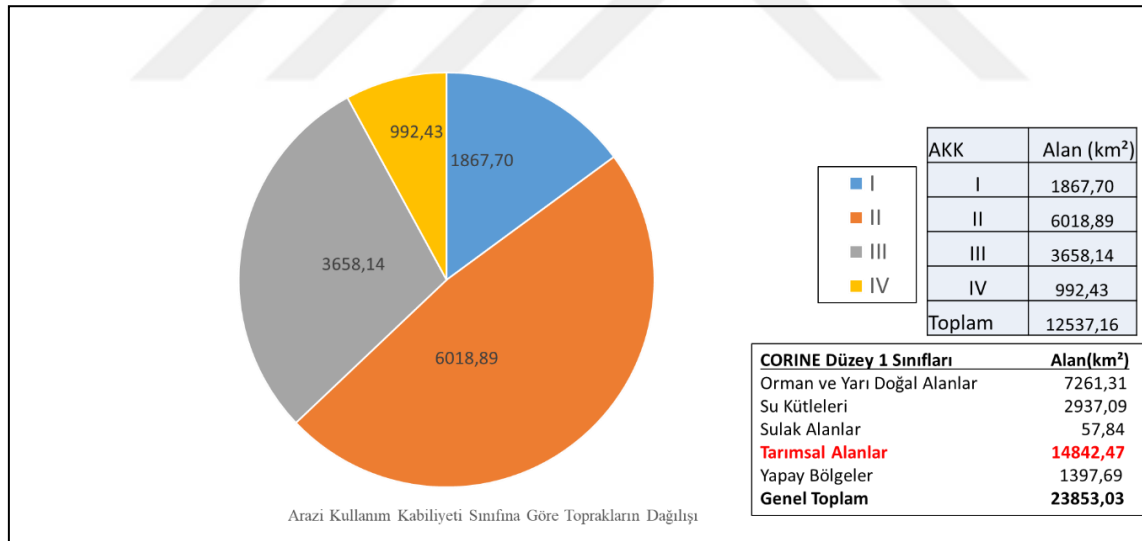
Diğer Coğrafi Veriler (DCV)		Arazi Tipleri (AZT)	
Sembol	Tanım	Sembol	Anlamı
IR	İrmak ve Nehirler	CK	Çıplak Kaya ve Molozlar
BJ	Baraj	IY	İrmak Taşkın Yatakları
GL	Göl	SK	Kıyı Kumulları
GT	Gölet	KK	Kara Kumulları
DN	Deniz	SB	Sazlık Bataklıkları
AD	Ada ve Adacıklar	DK	Daimi Karla Örtülü Araziler
AZ	Azmak		
KU	Komşu Ülke		
YR	Yerleşim Alanı		
YS	Sanayi Alanı		
YT	Turistik Alan		
KO	Kömür Ocağı		
HV	Hava Alanı		
MP	Milli Park		
ÇF	Çiftlik		
MZ	Mezarlık		
KN	Su Kanalı		

Şekil 13. Toprak Sınıflamasında Kullanılan Terimler

Bu bilgiler ışığında Tarım ve Orman Bakanlığından temin edilen toprak verisinden CBS teknikleri yardımıyla, arazi kullanım yeteneği sınıfları dikkate alınarak, ayçiçeği tarımına uygun olabilecek araziler belirlenmiştir (Şekil 14). Buna göre uygun arazilerin yüzölçümü 12537,16 km²'dir. Trakya'da arazi kullanım yeteneğini açısından 4 grup olarak tasnif edilen toprakların sınıflara göre dağılımı; I sınıf (1867,70 km²), II sınıf (6018,89 km²), III sınıf (3658,14 km²), IV sınıf (992,43 km²) olmak üzere toplam 12537,16 km² olarak hesaplanmıştır. Corine 2018 verilerinin, düzey 1 sınıfına göre yapılan hesaplara göre ise, tarım alanlarının yüzölçümü 14842,47 km² olarak belirlenmiştir (Şekil 15).

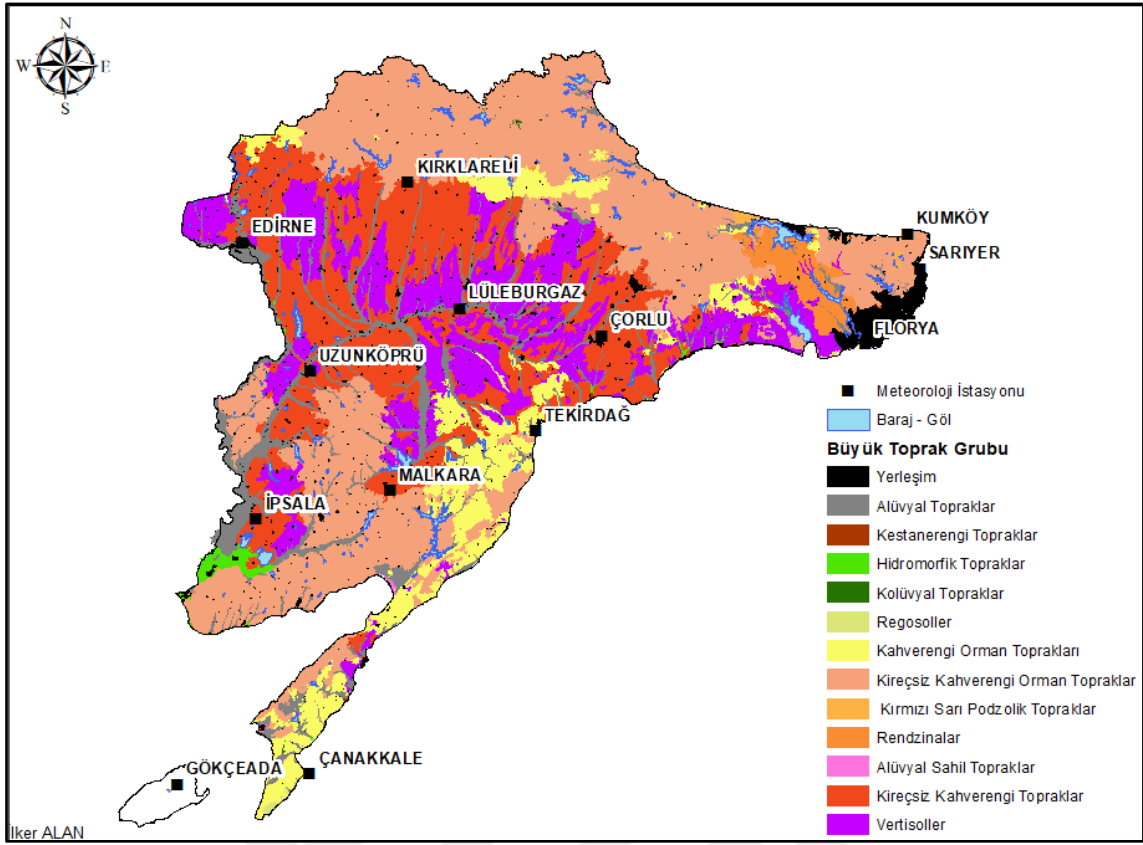


Şekil 14. Ayçiçeği Tarımına Uygun Topraklar (I, II, III, IV)



Şekil 15. Trakya’da Ayçiçeği Tarımına Uygun Toprakların Dağılışı

Ayçiçeği tarımına uygun olarak nitelendirdiğimiz toprakların uygun eğim aralıkları ile değerlendirildiğinde genel hatlarıyla Alüvyal topraklar, Vertisoller ve Kireçsiz Kahverengi topraklara karşılık geldiği görülmektedir (Şekil 16).



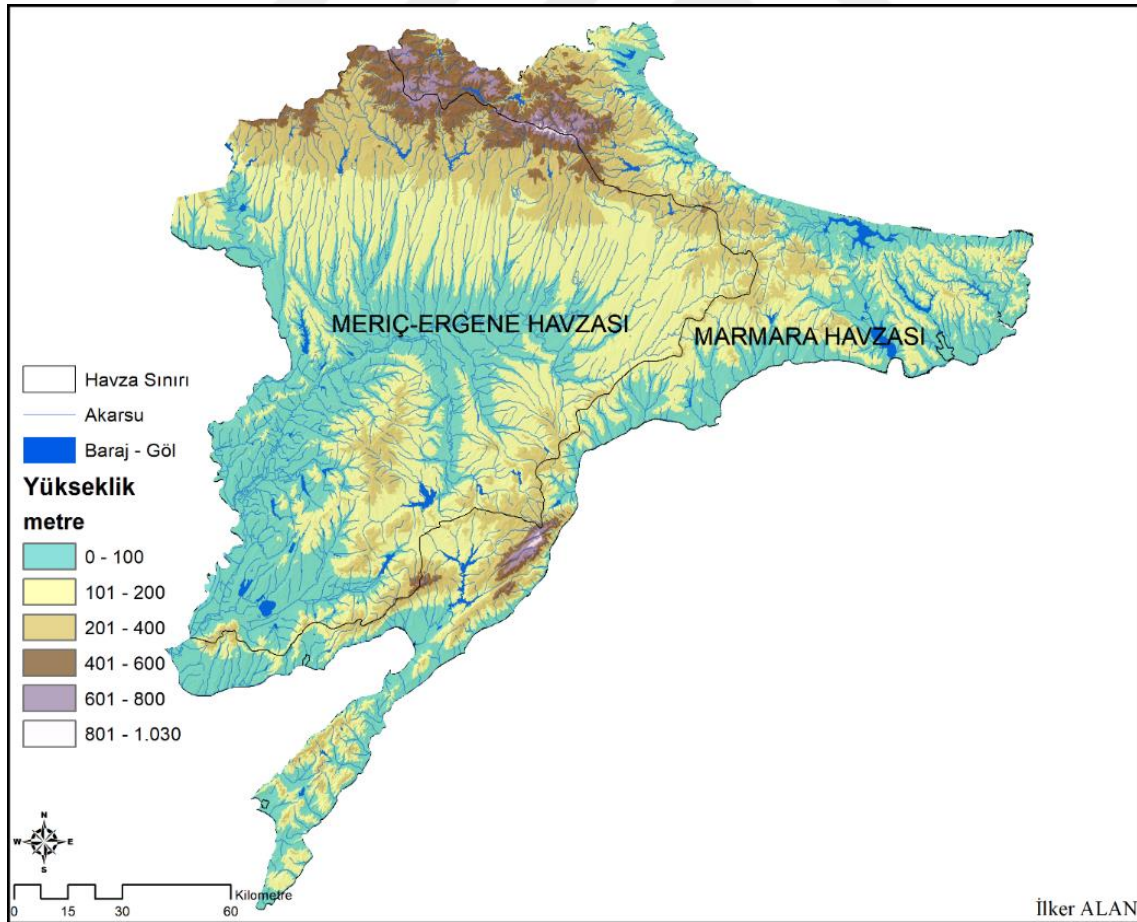
Şekil 16. Trakya Büyük Toprak Grupları (Tarım Bakanlığı)

3.7. Hidrografik Özellikler ve Su Potansiyeli

Yörenin önemli akarsuyu olan Meriç, sularının önemli bir kısmını Bulgaristan'dan alır. Arda ve Tunca kolları, Edirne dolaylarında Meriç ile birleşerek akarlar. Meriç, gerçekte yine kendi kolu olan ve Trakya'nın çok büyük kesiminin sularını toplayan Ergene ile birleştikten sonra Aşağı Meriç ovasından geçerek Ege denizine dökülür. Trakya'daki akarsular için genel akış yönü kuzeyden güneye doğrudur (Şekil 17).

Yöredeki akarsular yağmurlarla beslenir ve yaz kuraklıklarından etkilenmektedir. Bu nedenle yaz mevsiminde suları azalmaktadır. Akarsular en yüksek su seviyesine kış sonu ve ilkbahar başlarında ulaşmaktadır. Bu dönemlerde yağışlar bol, buharlaşma az

olduğu gibi, yüksek alanlarda birikmiş olan karlar da sıcak ve ılık rüzgârların etkisi altında eriyerek akarsuların su seviyelerini yükseltmektedir. İlkbahar mevsiminin sonlarına doğru, kar örtüsünün eriyerek ortadan kalkması, yağışların sona ermesi ve hava sıcaklığındaki artışlara koşut buharlaşmanın kuvvetlenmesi ile su seviyeleri düşmeye başlar ve akım azalması ağustos-eylül aylarında en düşük seviyeye ulaşır. Bu dönemlerde sonbahar yağmurlarının etkisi henüz kendisini hissettirmedeği gibi buharlaşma da kuvvetlidir ve akarsuları besleyen kaynakların bir kısmı zayıflamış hatta kurumuştur. Akarsulardan başlıca yararlanma biçimi tarımsal sulama, hayvan içme ve kullanma suyu ile su ürünleri yetiştirilmesine yöneliktir. Akarsular üzerine barajlar ve göletler yapılarak tarım sulama yapılmaktadır. Altınyazı (Edirne-Basamaklar çayı), Süloğlu (Edirne-Süloğlu çayı), Karaidemir (Tekirdağ-Karaidemir çayı), Kayalıköy (Kırklareli-Teke suyu) barajları tarım alanlarının sulanmasında kullanılmaktadır.



Şekil 17. Trakya'nın Hidroğrafik Özellikleri

Yörenin diğer su kaynakları, Mutlu dere (Rezve deresi) ve Terkos gölüne dökülen Istranca deresidir. Ayrıca, Trakya'daki Meriç-Ergene Havzası ve Marmara Havzası içinde irili ufaklı göl, baraj ve göletler bulunmaktadır. Göller; Büyükçekmece, Çeltik, Dalyan, Durugöl, Hamam, Koca, Küçükçekmece, Mert, Pamuklu, Sınır, Tuz, Tuzla gölleridir. Barajlar; Akhoca, Akıcılar, Alıç, Alibey, Altinyazı, Ayvat, Başağıl, Beykonak, Budakdoğanca, Bülbülderesi, Değirmenci, Dokuzdere, Geçkinli, Gökçeada, Kadıköy, Karadere, Karaidemir, Karakaşan, Kavacık, Kavakdere, Kızılcık, Kiremitçisalih, Kocahıdır, Korucu, Koruklu, Kumluca, Kurtbey, Malkoç, Mecidiye, Mercan, Meriç, Muzalı, Paşayenice, Rahmança, Sultankoy, Süloğlu, Şarköy, Tayfur, Uzunhızırılı, Validesultan I, Validesultan II, Yedidibek barajlarıdır. Göl ve barajların yanı sıra Akçadam ve Karakarlı göletleri yer almaktadır (Şekil 17). Trakya'nın yükseltisinin azlığı akarsuların akış hızını azaltmaktadır. Bu durumdan kaynaklı olarak, yöre akarsularının enerji potansiyeli azdır. Ayrıca, yatak derinliklerinin az olması yanı sıra yüzey şekillerinin elverişsizliği de baraj yapımını zorlaştırmaktadır.

3.8. Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Özellikleri

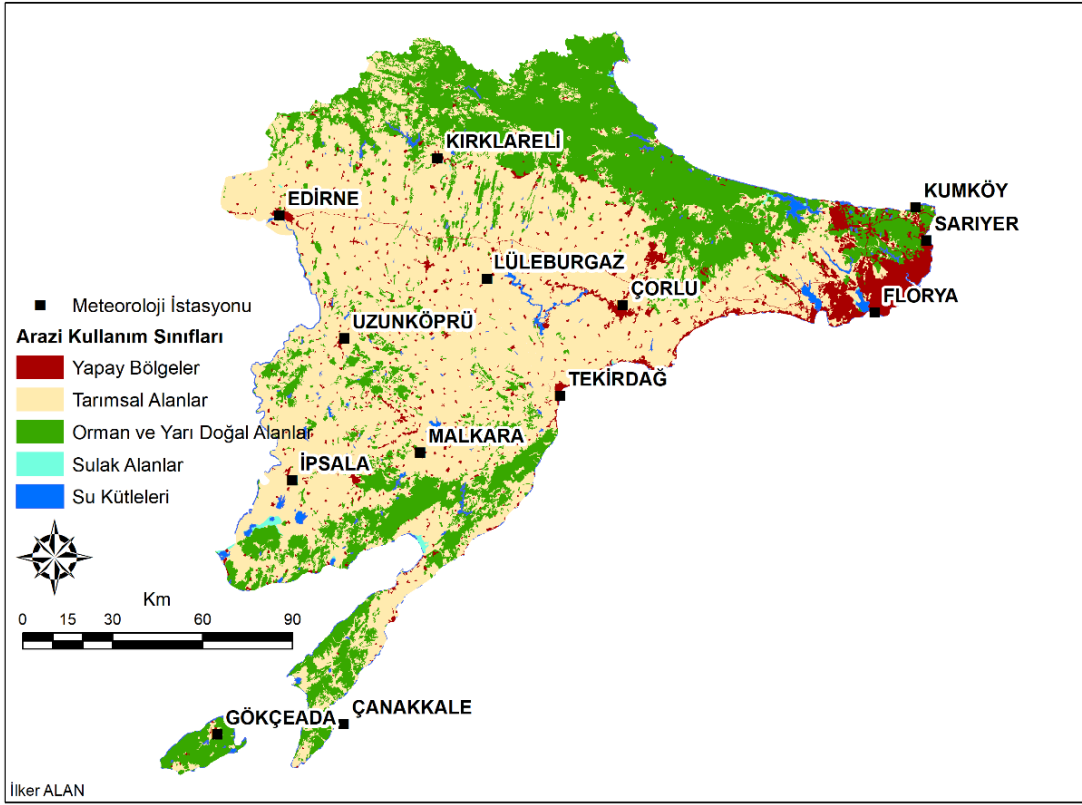
Trakya genelindeki arazi örtüsü ve arazi kullanım özelliklerinin belirlenmesi için Avrupa Çevre Ajansı'nın belirlediği ölçütler ve sınıflandırma sistemi doğrultusunda hazırlanan CORINE 2018 verileri kullanılmıştır. CORINE (Coordination of Information on the Environment- Çevresel Bilginin Koordinasyonu), Belirlenen arazi sınıflandırma sistemine göre uydu görüntüleri üzerinden bilgisayar destekli görsel yorumlama yöntemiyle üretilen arazi örtüsü/kullanımını verisidir. Proje, yaklaşık 5,8 milyon km²'lik alanda, Türkiye'nin de içinde bulunduğu 39 ülkede gerçekleştirilmektedir. Arazi örtüsü değişimlerinin hızlı olması, kalkınmada ekonomik, ekolojik kararların bir arada düşünülmesi, rasyonel kaynak kullanımı gerekliliği, çevreye duyarlı arazi kullanım

kararlarının alınması için bu değişimlerin daha hızlı tespit edilmesi gereksinimini doğurmaktadır.

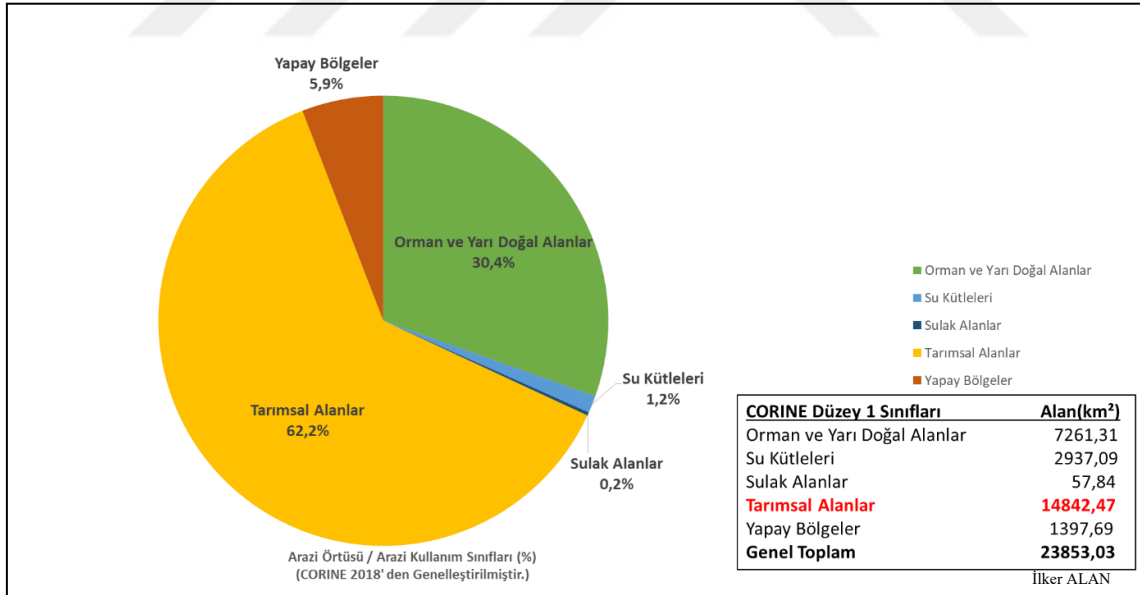
Bugüne kadar Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye için 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 yılları arazi örtüsü verisi ile bu yıllar arasındaki değişimleri gösteren veri setleri oluşturulmuştur. CORINE Arazi Örtüsü/Kullanım sınıflandırma sistemi 3 seviyeli bir sınıflandırma olup, 1. seviyede 5, ikinci seviyede 15 ve 3. seviyede 44 adet alt arazi kullanımı sınıfından oluşmaktadır. Ayrıca ülkeler kendi gereksinimleri doğrultusunda 4. Seviye olarak alt sınıflar ekleyebilmektedir. Buna istinaden Türkiye için 4. Seviyede 12 adet alt sınıf tanımlanmıştır. Türkiye'deki Arazi örtüsü çalışmalarında 1990-2000 yılları için ilk iki dönem verisi 10 yıl aralıkla, bu tarihten sonraki 2006-2012-2018 yılları için ise 6 yıl arayla üretilmiştir. CORINE projesi kapsamında:

- Minimum haritalama ölçeği 1:100.000,
- Çizgisel özellik sınıflarının (yollar, nehir vb.) genişliği minimum 100 metre,
- İlgili sınıfın minimum alan büyüklüğü 25 hektar,
- Değişim haritalama birimi 5 hektardır.

Bu çalışma kapsamında, 2018 CORINE dönemine ait vektör veriden öncelikle Trakya sınırlarına göre kesilerek, veri seti 44 sınıflı 3'üncü düzey veriden 5 sınıf halinde 1'inci düzey olarak yeniden sınıflandırılarak düzenlenmiştir. Sonrasında bu vektör veri setleri 100x100 piksel çözünürlüğünde raster veri setlerine dönüştürülmüştür ([Şekil 18](#)). Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında bu raster veri setleri işlenerek, düzey 1 sınıflaması için değer öznitelikleri oluşturularak, grafiği çizilmiştir ([Şekil 19](#)).



Şekil 18. Trakya'da Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü



Şekil 19. Trakya'da Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü Öznitelik Verileri

Arazi kullanım/arazi örtüsü sınıflarının toplam yüzölçümü 23853,03 km² olarak hesaplanmıştır. Bu toplam yüzölçümü içerisinde, orman ve yarı doğal alanlar 7261,31

km² ile %30,4; su kütelleri 2937,09 km² ile %1,2; sulak alanlar 57,84 km² ile %0,2; yapay bölgeler 1397,69 km² ile %5,9' luk yer kapsamaktadır. Tarımsal alanların, Trakya genelindeki 14842,47 km²'lik yüzölçümü ile %62,2' lik bir orana sahip olduğu görülmektedir. Başka deyişle, toplam arazi varlığının %50' den fazlasını tarım alanları oluşturmaktadır. Anlaşılacağı üzere tarım alanları yöre içerisindeki en büyük paya sahiptir. Yıllar içerisinde, nüfus artışı ve kentleşmeye bağlı olarak tarımsal alanlar açısından olumsuz bir durumun sözkonusu olduğunu vurgulamak gerekmektedir.



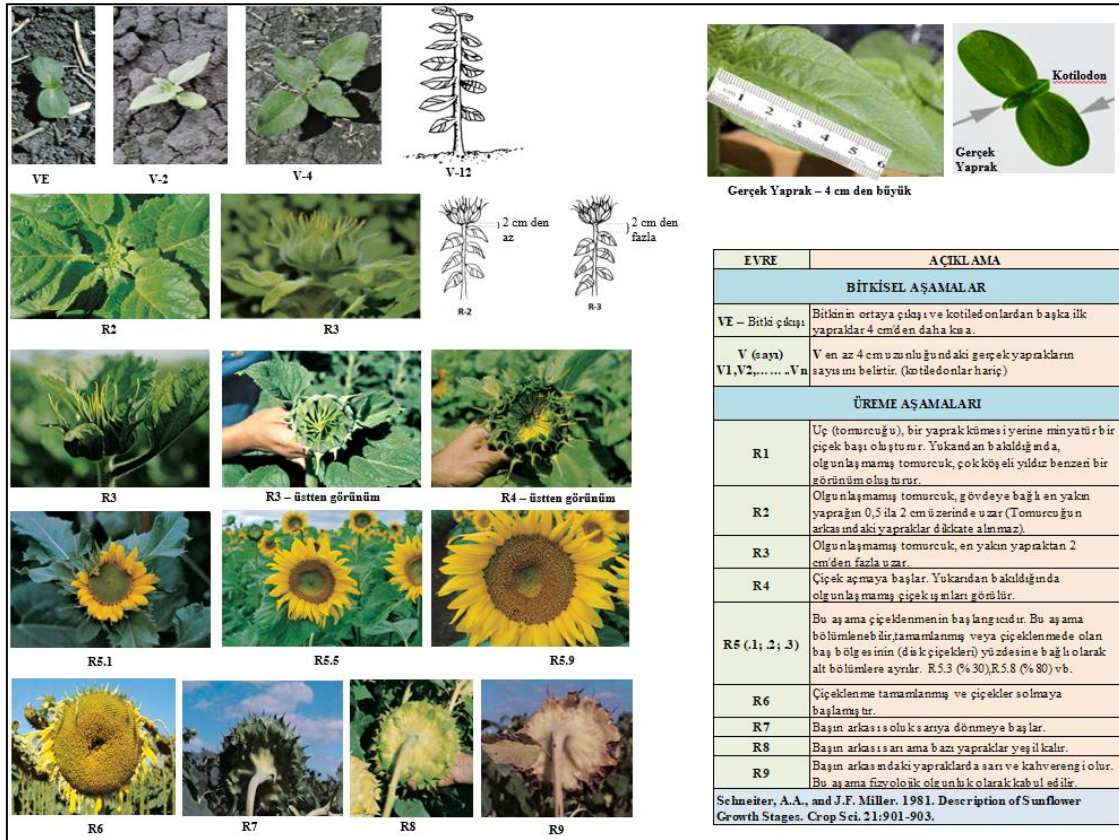
4. AYÇİÇEĞİNİN ÖZELLİKLERİ VE YETİŞME İSTEKLERİ

4.1. Ayçiçeğinin Özellikleri

Ayçiçeği (Sunflower, İng., Girasol, İsp., Sonnenblume, Alm., Tournesol, Fr., Günəbaxan, Az.), birleşikgillerden, çiçeği sarı renkli, yağı çıkarılan ve çerez olarak da yenilen tohumu için yetiştirilen bir bitkidir. Türkiye’de günçiçeği, günebakan, gündöndü ve günâşık gibi isimler ile de tanınır.

Ayçiçeği; Asterales takımından, Asteraceae familyasının bir üyesi olan Helianthus cinsinden olup, tek yıllık bir bitkidir. Helianthus cinsi 51 türe ve 19 alt türe sahiptir. Bunlardan 14’ü tek yıllık, 37’si çok yıllıktır ve farklı kromozom sayısına sahiptirler. Türlerin büyük bir çoğunluğu süs bitkisi olup, bunlardan iki önemli tür; Helianthus annuus ve Helianthus tuberosus gıda amaçlı olarak kültüre alınmaktadır (Meral, 2019).

Tek yıllık ve yazlık bir bitki olan ayçiçeği, derinlere inebilen bir kazık köke sahiptir. Toprak üzerinde oluşan gövde kalın olup, 50-500 cm boyolanabilmektedir. Gövde üzerindeki boğumlardan yapraklar çıkar. Kültürü yapılan ayçiçeği çeşitleri dallanmaz, tek tablalıdır. Ayçiçeğinde ana gövde tabla şeklinde çiçek durumu ile son bulur. Tablanın en dış kısmında altın sarısı renginde ve dil şeklinde yapraklar bulunur. Bunlar kısır çiçeklerdir. Tablanın iç kısmında ise fertil çiçekler (*Tablanın gerçek çiçeği olan ve tohum oluşturan döllenme yeteneğindeki çiçeklerdir.*) yer alır. Fertil çiçeklerin tozlanıp döllenmesinden sonra ayçiçeği tohumları oluşur. Bir tablada 800-1600 arasında tohum meydana gelir (Şekil 20).



Şekil 20. Ayçiçeği Gelişimi ve Büyüme Aşamaları

Ayçiçeğinde kendine kısırlık ve erkek organların dışı organdan daha önce olgunlaşması kendine tozlaşmayı önler. O nedenle ayçiçeği yabancı tozlaşan bir bitkidir. Ekimden ortaya çıkışa kadar geçen süre, ekim derinliği ve toprak sıcaklığı, toprak suyu içeriği ve toprak tipi gibi tohum yatağı koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Schneider ve Miller, 1981). Ayçiçeği tek yıllık otsu yapısı ile yaklaşık 120 gün içerisinde olgunlaşabilmektedir. Yaprakları geniş, sap üzerinde alternatif olarak dizilmiş olup, olgun bir bitkide sayıları 8 ile 70 arasında değişir. Sapi kalın olup, kuvvetli merkezi bir saçak kök yapısına sahiptir. Toprakta 150-270 cm derinliğine gider ve yan kökler 60 ile 150 cm yanlara gidebilir. Tarımı yapılan ayçiçekleri yeknesak olup, tek dal, tek tabla, geniş ve eş zamanlı çiçeklenme ile karakterize edilir. Bu özellikler yenilebilir yağın kaynağı, insan için yiyecek ve hayvanlar için yem olarak kullanıp kullanılmayacağını belirler. Ayçiçeği kuraklık ve soğukun her ikisine de toleranslıdır.

4.2. Ayçiçeğinin Fenolojik Özellikleri

Fenoloji, özellikle zamanlama ve çevre ile ilişkiler olmak üzere, tekrar eden bitki ve hayvan yaşam döngüsü aşamalarının incelenmesidir. Çok sayıda çevresel öge fenolojik olayları yönlendirebilir, ancak bunlar öncelikle atmosferik değişkenlerdir ve ılıman bölgelerde ağırlıklı olarak sıcaklıkla ilgilidir. Bu nedenle, iklim hem ortalama zamanlamanın hem de belirli yerlerde ve yıllarda bir fenolojik olayın gerçekleşeceği belirli tarihin belirlenmesinde baskın bir rol oynamaktadır. Fenoloji ve iklim arasındaki bağlantıların genel olarak anlaşılması, çiftçilerin faaliyetlerini yönlendirmek için mevsimsel biyolojik işaretlere baktığı tarımın başlangıcına kadar uzanmaktadır (Schwartz, 2017).

Fenolojik değişimler, iklimdeki sıcaklık artışının en açık göstergelerinden birini oluşturmaktadır. Sıcaklık, yaşam öyküsü olaylarının mevsimsel zamanlaması olan fenolojiyi etkileyen başlıca abiyotik ögedir. İklimdeki sıcaklık artışı, doğal fenolojik kalıpları giderek daha fazla bozmakta, ancak bu tür bozulmaların popülasyon dinamikleri ve tür etkileşimleri üzerindeki sonuçları yeterince anlaşılmamıştır (Miller ve Rushing, 2010; Forrest, 2016; Scranton ve Amarasekare, 2017).

İklim değişikliği, bitkilerin büyüme devresinin zamanlaması ve uzunluğunda değişikliklere yol açan değişimlere neden olarak dolaylı bir biçimde de değiştirir. Büyüme devresinde iklim değişikliğinin biyo-iklimsel koşullar için birbiriyle etkileşim halinde olan iki sonucu vardır: Bir yandan, iklim değişikliği biyo-iklimsel koşulları doğrudan değiştirir. Örneğin daha yüksek günlük ortalama sıcaklıklar nedeniyle büyüme derece-günlerini artırmaktadır. Öte yandan, yaprak açılma ve yaprak renklenme zamanlarında kaymalara neden olarak dolaylı bir etkiye sahiptir, bu da daha sıcak veya

daha soğuk günlerin büyüme dönemine dahil olmasına neden olabilir (Meier vd., 2021). İklim değişikliğinin fenoloji üzerindeki etkilerini incelemek zordur. Çünkü 1950'den önceki yıllarda fenoloji gözlemleri azdır (Templ vd., 2018).

İklim öğelerinin etkisiyle bitki bünyesinde meydana gelen değişikliklerin ve dolayısıyla vejetasyon devresi içerisindeki belirli ve kritik dönemlerin tarihleri ile tespit edilmesi fenolojik gözlemler yardımıyla mümkün olmaktadır. Canlıların gelişim evreleri ile iklim arasında yakın ilişki mevcuttur. Her canlının yaşadığı çevrede meydana gelen ve sürekli değişiklik gösteren sıcaklık, rüzgâr, nem, yağış ve buharlaşma gibi iklim öğeleri karşısında bireyden bireye değişen çeşitli tepkiler görülür.

Çizelge 4. Ayçiçeği Fenolojik Gözlemleri

İSTASYON	Fenolojik Gözlem Tarihi			Yılın Günü								
				EKİM			ÇİÇEKLENME			HASAT		
	İlk yıl	son yıl	Süre	En Erken	En Geç	Ort	En Erken	En Geç	Ort	En Erken	En Geç	Ort
BABAESKİ	1982	1991	10	67	115	102.5	148	209	183.2	222	243	236.7
ÇANAKKALE	1996	2010	15	109	124	112.9	182	201	190.9	242	259	251.3
ÇATALCA	1980	1993	14	102	140	116.3	178	219	188.5	225	283	249.2
ÇORLU	1990	1992	3	107	135	115.2	176	206	185.3	226	260	243.6
ECEBAT	1985	1993	9	113	135	121.2	187	225	204.8	211	273	262.8
EDİRNE	1975	1989	15	74	147	108.1	171	211	185.7	223	271	246.4
HAYRABOLU	1975	1984	10	100	130	107.5	197	240	214.0	218	260	245.9
İPSALA	1975	1994	20	100	147	118.9	176	240	195.6	217	263	238.4
KEŞAN	1980	1985	6	100	135	115.0	189	211	199.6	232	267	241.8
KIRKLARELİ	1996	2010	15	48	125	108.4	176	191	187.1	229	242	238.5
LALAPAŞA	1980	1991	12	100	130	110.0	181	211	201.1	227	258	244.1
LAPSEKİ	1976	1992	17	105	140	122.9	181	230	200.9	240	268	256.6
LÜLEBURGAZ	1975	1993	19	71	121	99.4	171	210	182.5	237	271	250.3
MURATLI	1985	1993	9	99	129	111.4	178	233	210.1	236	267	247.0
PEHLİVANKÖY	1975	1985	11	107	125	118.0	181	212	202.5	222	293	246.6
PINARHİSAR	1980	1993	14	86	127	105.9	173	190	181.9	231	256	239.8
TEKİRDAĞ	1982	1992	11	82	140	107.3	160	205	186.0	208	265	242.7
TTAE Edirne	2000	2006	7	78	117	94.7	164	181	170.8	237	254	244.5
UZUNKÖPRÜ	1985	1991	7	104	149	118.0	156	260	206.3	227	254	249.7
VİZE	1975	1993	19	84	132	107.9	187	211	202.7	230	290	263.4
TRAKYA GENEL			Min	48	115	95	148	181	171	208	242	237
			Max	113	149	123	197	260	214	242	293	263
			Ort	92	132	111	176	215	194	227	265	247

MGM’ de Türkiye genelinde 252 istasyondan oluşan fenolojik gözlem şebekesine ait veriler bulunmaktadır. Ancak, 2012 yılından sonra alınan bir karar ile fenolojik gözlem yapma işi sonlandırılmıştır. Bu veriler arasından Trakya genelinde fenolojik gözlem yapmış olan 20 istasyonun verilerine ulaşılabilmektedir (Çizelge 4). Veriler incelendiğinde, aynı dönemde birlikte çalışmış istasyonlardan elde edilmiş, sağlıklı bir

veri seti olmadığı anlaşılmaktadır. Bu istasyonların en eski tarihli gözlem kayıtları, 1975 yılında başlamakla birlikte, süreklilik arz etmemiştir. Trakya’ da fenolojik gözlem yapan 20 istasyon içerisinde yer alan Çorlu (1990-1992)’da 3 yıllık veri kaydı bulunurken, en uzun süreli gözlem veri serisi ise 20 yıl süresince, İpsala (1975-1994)’da kayıt altına alınmıştır. Bu durum, söz konusu verilerin BDG ve TBDU hesaplamalarında kullanmaya esas alınacak sağlıklı bir veri seti olmadığı sonucuna ulaştırmıştır. Yağmur beslemeli ayçiçeği yetiştirilmesine ilişkin literatür taramasına ağırlık verilmiş, BDG ve TBDU’ na esas alınacak ayçiçeği taban sıcaklığı hakkında incelemeler yapılmıştır. Bu çalışmanın amaçları doğrultusunda BDG ve TBDU hesaplamalarında 6,7 °C taban sıcaklığı esas alınmıştır. Bu konuya daha sonraki bölümlerde ayrıntılı olarak değinilecektir.

4.3. Sıcaklık İsteği

Ayçiçeği, Arjantin'den Kanada'ya ve Orta Afrika'dan Sovyetler Birliği'ne kadar dünyanın birçok yarı kurak bölgesinde yetiştirilmektedir. Hem düşük hem de yüksek sıcaklıklara toleranslıdır, ancak düşük sıcaklıklara daha toleranslıdır. Ayçiçeği tohumları 3,8°C'de çimlenir. Tohumlar erken çimlenme aşamalarında vernalizasyondan (soğuk) etkilenmez. Kotiledon aşamasındaki fideler -5 °C'ye kadar düşük sıcaklıklarda hayatta kalmaktadır. Daha sonraki aşamalarda donma sıcaklıkları ürünlere zarar verebilir. Olgunlaşan ayçiçeği bitkileri -2,2 °C 'den düşük sıcaklıklarda ölmektedir. Büyüme için uygun sıcaklıklar 21,0 °C ila 25,8 °C’ dir. Aşırı yüksek sıcaklıkların ayçiçeği yağ yüzdesini, tane dolgusunu ve çimlenmeyi azalttığı gösterilmiştir. Ayçiçeği genellikle gün uzunluğuna duyarsız olarak sınıflandırılır.

Sıcaklığın önemli bir görsel etkisi, gelişme hızı üzerindedir; uzun süreli yüksek sıcaklık, olgunlaşma süresini bazı durumlarda yaklaşık %50 oranında azaltır. Sıcaklığın yağ içeriğini, tohum ve yağ özelliklerini etkilediği bilinmektedir. Ancak, tarlada büyüyen bitkiler üzerindeki etkileri genellikle diğer çevresel etmenler tarafından maskelenir veya değiştirilir. Genel olarak, çiçeklenme sırasında 25°C'nin üzerinde kalan sıcaklığın, tohum verimini ve tohum yağı içeriğini azalttığına inanılmaktadır. Gelişme sırasında sıcaklık azaldıkça, linoleik asitte yüzde 49-74 aralığında bir azalış olmaktadır. Aksine, oleik asit içeriğinde bir artış söz konusudur. Linoleik asitteki belirgin azalmanın, oleik asidin linoleik aside dönüştürülmesinden sorumlu olan enzimlerin üzerinde etkili olan sıcaklığa bağlı olduğu değerlendirilmektedir. Bu nedenle, ayçiçeği belirli bir yağ türü için hedeflendiğinde, ekim zamanını çiçeklenme sıcaklığıyla ilişkilendirmek gerekebilir. Sıcaklığın etkisi, tohum yağı bileşenleri üzerindeki doğrudan etkisi ile sınırlı değildir. Çünkü, üretilen farklı yağ türleri, yerel imalatçıları ve bunların ürün yelpazesini doğrudan etkileyebilir.

4.4. Güneşlenme – Bulutluluk İsteği

Bitki ve hayvanlarda görülen hastalık ve zararlılar da belli meteorolojik parametrelerin (sıcaklık, nispi nem, çiğ, sis, yağış, bulutluluk, ışık, rüzgâr, kar örtüsü ve donma derinliği) etkisi altında ortaya çıkar, gelişir ve yayılır. Ancak, nispi nem fazlalığı, sisli ve bulutlu havalar, bitkilerde değişik hastalıkların ve mantarların hızla büyümesine ve yayılmasına ortam hazırlayarak özellikle nemli bölgelerde üretimin azalmasına neden olurlar. Bulutluluk, genellikle güneşlenmeyi azaltan bir etmendir. Çünkü bulut, güneş ışınlarının toprak yüzeyine ulaşmasını engellemekte ve sıcaklığı düşürmektedir. Bulutluluk, nemi ve yağışı artıracığından bitkilerde çeşitli mantar hastalıklarına yol açar. Bölgelere göre değişen tarımsal faaliyetleri olumlu ya da

olumsuz etkileyen meteorolojik etmenlerin (sıcaklık, yağış, rüzgâr) gün içinde beklenen değerleri, değişimleri ve bu etmenlerin olası etkileri günlük olarak yayınlanmaktadır. Örneğin dona karşı hassas bölgelerde minimum sıcaklık, rüzgâr, yağış ve bulutluluk, ilaçlama dönemlerinde rüzgâr, yağış ve sıcaklık, kurutma dönemlerinde ise sıcaklık, yağış, nem, bulutluluk ve çiğ gibi etmenler çok önemlidir.

Bulutlar, güneş ışınlarının yeryüzüne direk ulaşmasını engellemekte ve ışınları kırarak engellemeye yol açmaktadır (Kadıoğlu, 2012). Bulutluluk ve güneşlenme bir yerin ısınmasına etki eden iklim öğelerindendir. Bulutluluk, herhangi bir yerdeki atmosfer olayları ile radyasyon miktarını da etkisi altına almaktadır (Atalay, 2011). Havanın açık ya da bulutlu olması, gün boyunca alınan enerji miktarını, güneşlenme süresini ve yağış şartlarını etkilemesi bakımından önem taşımaktadır (Ceylan, 2009). Ayçiçeği bol güneş ışığına gereksinim duyar. Hatta güneş ışınlarına daha fazla maruz kalmak için güneşin hareketini izler. Araştırmacılar bu durumu bitkinin daha fazla fotosentez yapabilmek için güneşe daha uzun süre maruz kalma yönünde gösterdiği uyum olarak açıklamışlardır. Bitkinin güneşe doğru olan yönelme hareketine “heliotropizm” denilmektedir (Yürür,1995).

Ayçiçeği güneş ışığını seven bir bitkidir. Zaten bu durum (helio-güneş, antus-çiçek) adından da net olarak anlaşılmaktadır. Bu nedenle güneşin az olduğu yerlerde verim azalır ve vejetasyon süresi uzar. Çiçeklenme ve tane olgunlaşma dönemlerinde sıcaklık isteği fazladır ve bu dönemde güneşli havaları sever (Süzer 1993, 2002).

Büyüme aşamasındaki ayçiçeği bitkisi, güne başları doğuya bakacak şekilde başlar, gün boyunca batıya döner ve geceleri tekrar doğuya döner. Ayçiçeği olgunlaştıkça ve çiçek açtıkça genel büyüme yavaşlar ve bitkiler gün içinde hareket

etmeyi bırakır ve doğruya doğru yerleşir. Bunun nedeni, genel büyüme yavaşladıkça, günlük (sirkadiyen) hareketin bitkinin sabahın erken saatlerinde güneş ışığına, öğleden sonra veya akşama oranla daha güçlü tepki vermesini sağlaması ve böylece gün içinde batıya doğru hareketini yavaş yavaş durdurması gibi görünmektedir. Doğuya bakan ayçiçeklerinin sabahları daha hızlı ısındığı ve aynı zamanda beş kat daha fazla tozlaşan böceği çektiği bulunmuştur ([Hagop vd, 2016](#)).

Gün uzunluğu çiçeklenme süresini etkiler, bununla birlikte tüm pratik amaçlar için ayçiçeği, nötr gün bitkisi olarak, geniş bir coğrafi alan içinde yetişmektedir. Kontrollü çevre koşulları altında, gelişmenin 12 saat gün ışığında daha hızlı olduğu gösterilmiştir. Çiçeklenmeden olgunluğa kadar bulutsuz güneşli günlerde 40, 60 ve 80 günlük büyüme aşamalarında hastalık yoğunluğu ile bulut örtüsünün belirgin anlamlı pozitif korelasyonu fark edilmiştir. Hastalık, gölgede veya dağınık ışıktaki parlak ışığa göre çok daha fazla gelişir, bu nedenle sıcak ve bulutlu hava, mantarın yayılması için ideal koşulları sağlar. Büyüme için uygun sıcaklık 23,9 ila 35,0 °C arasındadır ([Butler ve Jones, 1949](#)). Mantar 10°C'nin altında büyümesini durdurur, 37,7°C'nin üzerinde şiddetli yağmur veya sıcak kuru hava mantarın büyümesi için elverişsizdir ([Bheemaraya vd., 2018](#)).

4.5. Toprak İsteği

Ayçiçeği, toprak tipi yönünden çok seçici değildir. Ancak, organik madde bakımından zengin, derin ve su tutma kapasitesi iyi olan topraklarda yüksek verim alınabilmektedir. Kumlu topraklardan ağır yapıdaki killi topraklara kadar, iyi akaçlama sağlanmış topraklarda tarımı yapılabilir. Ayçiçeğinin tuzluluğa karşı hoşgörüsü yok denecek azdır. Tuzlu topraklarda yetiştirilen ayçiçeği tohumlarının yağ miktarında

azalmalar görülmektedir. Ayçiçeği yetiştirilecek toprakta bulunacak tuzun çözülmeyi önemli oranlarda düşürdüğü bilinmektedir.

Ayçiçeği çok ağır ve kumlu topraklar hariç, ağır killi topraklardan hafif kumlu topraklara, az asitli topraklardan alkali topraklara kadar geniş sınırlar içinde yetişebilen bir bitkidir. Organik maddece zengin, humuslu, alüvyal, derin profilli ve su tutma kapasitesi iyi topraklarda gelişebilmektedir (Tan, 2007). Derin ve kazık kök sistemine sahip olması nedeniyle, kuraklık sorunları olan topraklardaki üretim performansı diğer bitkilerden daha iyidir. Her türlü toprakta yetişmesine rağmen, iyi drenajlı, nötr PH (6,5-7,5)'ya sahip ve su tutma kapasitesi yüksek toprakları daha fazla sever. Taban suyu yüksek, asitli topraklardan hoşlanmaktadır. Ayçiçeği için azot verimi sınırlandırıcı bir etmendir. İyi büyüme için orta ila yüksek seviyelerde (N, P, K, Ca, Mg) makro besin gerekir. Ayrıca, ekilecek toprakta üst üste birkaç yıl ayçiçeği ekimi yapılmamış olmalıdır. Çünkü yüksek boylu bitki, topraktan önemli miktarlarda besin maddesini alır. Ayçiçeği ekimi yapılacak toprakta uygulanacak ekim nöbetinde baklagiller yer alabilir. Böylece ayçiçeği bitkisinin tane verimi ve niteliğinin düşmesi önlenmiş olur.

4.6. Yağış İsteği

Ayçiçeğinin yağış gereksiniminin, çeşitli kaynaklarda 200-1000 mm arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir (Çizelge 5). Ayçiçeği, diğer bitkilere kıyasla kuraklık koşullarında iyi performans gösteren bir üründür. Bununla birlikte, ürünün kuraklığa son derece dayanıklı olduğu düşünülmemektedir, ancak diğer ürünler kuraklıktan zarar görürken tatmin edici sonuçlar vermektedir. 2 m derinliğe kadar nüfuz eden geniş dallı kazık kökü, bitkinin su stresi zamanlarında hayatta kalmasını sağlar. Su stresi için kritik zaman, çiçeklenmeden önceki ve sonraki 20 günlük dönemdir. Bu

dönemde sulama, verimi ve yağ yüzdesini artıracaktır. Ancak protein yüzdesi azalacaktır. İyi bir ayçiçeği ürünü için yaklaşık 500 mm' lik mevsimsel yağış yeterli olabilmektedir. Çiçeklenme aşamasında ise sürekli yağmur/çiseleme dönemi ile karşılaşmamalıdır.

Çizelge 5. Ayçiçeği Yağış Gereksinimi

YAĞIŞ MİKTARI	KAYNAK
450 mm	http://cifteler.ziraatodasi.org.tr/aycicek-tarimi
468 (Erzurum)	Sevim, 1984
500 mm	http://uasr.agropedias.iitk.ac.in/sites/default/files/Climatic%20and%20Soil%20Requirement%20for%20Sunflower.pdf https://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sunflower.html
500-600 mm	http://www.cukobirlik.com.tr/?tekd=777&ikid=2&syf=Ay%E7%E7e%F0i http://hayrabolutb.org.tr/media/ziraat/Aycicegi-Tarimi.pdf https://www.gencziraat.com/Tarla-Bitkileri/Aycicegi-Tarimi.html https://www.bysd.org.tr/uploads/raporlar/aycicegi.pdf http://libratez.cu.edu.tr/tezler/8232.pdf https://toros.com.tr/d%C3%9Cments/file/FlipBook/7-aycicegi-2016-07-26-17-06-48/aycicegi/files/assets/common/downloads/aycicegi.pdf Kolarıcı ve ark, 2006 İşler, N. (Ayçiçeği Tarımı Ders Notları (https://docplayer.biz.tr/129268354-Aycicegi-tarimi-prof-dr-necmi-isler-m-k-u-ziraat-fakultesi-tarla-bitkileri-bolumu.html))
500-700 mm	https://www.academia.edu/9233547/Agronomy_Rabi_Crops
600 mm (Eskişehir)	Oylukan ve Kulaksızoğlu, 1974
650 mm (Tokat)	Demirören, 1978
600-700 mm	http://www.kadirozkişi.com/aycicegi/
787 mm	Sezen ve ark, 2016
787,45 mm (Ankara)	Ayla, 1985
700-800 mm.	https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=54 https://tarfin.com/blog/aycicek-tarimi-nasil-vapilir-aycicek-Yetistirciligi https://tr.wikipedia.org/wiki/Ay%C3%A7i%C3%A7e%C4%9Fi Kaya, Y. 2018. Ayçiçeği Tarımı. Edine Tarım ve Hayvancılık Dergisi. 10-11 http://suructargeil.blogspot.com/2011/01/aycicegi-helianthus-annus-1.html
837 mm (Ankara)	Kadayıfçı ve ark, 1998
845 mm (Kırklareli)	Karaata, 1991
500-1000 mm	https://www.nda.agric.za/d%C3%Br%C3%9Ctures/prodGuideSunflower.pdf
200-1000 mm arasında değişkenlik (Türkiye ve dünya)	Unger, 1990; Erdem, T., 2001
600-1000 mm arasında değişkenlik (Avrupa Ülkeleri) Asya daha düşük	

Ayçiçeği, 300 mm'ye kadar yağış ile orta verim üretebilmektedir. Ayçiçeğinde, 1 t/ha verim genellikle 300-350 mm dolaylarındaki yağışla alınabilmektedir. Ancak, kurak koşulların tohum yağı içeriğini olumsuz etkilediği gözden kaçırılmamalıdır. Toprak, 500 ila 750 mm arasında yağış alır ve bunun bir kısmı depolanabilirse, toprak nemi büyüme periyoduna eşit olarak yayılır ve ana çiçeklenme tohum doldurmadan hemen önce durursa, normal olarak mükemmel ürünler üretecektir. Özellikle bitkiler tamamen büyüdüğünde şiddetli yağış olursa, toprakta serbest drenaj olmadığı ve

yağış miktarı 1.000 mm'nin üzerinde gerçekleştiğinde, hastalık ve konaklamadan kaynaklanan büyük verim kayıpları olabilmektedir.

Ayçiçeği genellikle kuru şartlarda yetiştirilen bir üründür. Ancak, sulamaya iyi cevap vermekte ve sulama ile ürün artışı %100'e ulaşmaktadır (Robinson, 1978, 1985; Tan vd., 2000). Ayçiçeği, kuraklığa kısmen dayanıklı olmakla birlikte vejetasyon devresinde 400 mm'den fazla yağış alan yerlerde sulanmadan yetişebilmekte, ancak daha iyi verim alabilmek için sulanması gerekmektedir. Artan su miktarı ile tohum veriminde artış sağlandığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Robinson, 1978; Tan, 1991; Tan vd., 2000; Tan vd., 2017). Sulama ile bitki boyu, tabla çapı, 1000 tane ağırlığı, tane verimi, yağ oranı ve yağ veriminin arttığı, buna karşın protein oranının azaldığı bildirilmektedir (Alessi vd., 1977; Attia, 1985; Robinson, 1985; Tan vd., 2000; Tan vd., 2017).

5. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE İKLİM MODELLERİ

İklim değışikliğı; Birleşmiş Milletler İklim Değışikliğı Çerçeve Sözleşmesi'nde (UNFCCC) “karşılaştırılabilir zaman dönemlerinde gözlenen doğal iklim değışkenliğine ek olarak, insan faaliyetlerinin doğrudan ya da dolaylı olarak atmosfer bileşimini etkilemesi sonucu iklimde meydana gelen değışiklik” olarak tanımlanmaktadır (Akçakaya vd., 2015; Gürkan vd., 2016; Demircan, 2019).

Hükümetlerarası İklim Değışikliğı Paneli (IPCC) günümüzde iklim değışikliğı ile ilgili çalışmaları koordine eden en önemli kuruluşlardan biridir. IPCC'nin en önemli çalışma konularından bir tanesi geleceğe yönelik olası alternatif durumların ortaya konması çalışmalarıdır. Geleceğe yönelik olası senaryoları oluşturma çalışmalarının yürütülmesini koordine etmektedir. Senaryo geleceğin tahmini değil, gerçekleşmesi olası alternatif durumların tanımlanmasıdır (IPCC, 2000; Gürkan vd., 2016). Bir başka deyişle ise senaryo, gelecekteki bazı olayları resmeden hikâyelerdir (Gregory ve Duran, 2001; Gürkan vd., 2016).

IPCC tarafından 5. Değerlendirme Raporu'nda kullanılacak iklim değışikliğı senaryolarında yeni bir yaklaşım belirlemek için düzenlenen geniş katılımlı "Uzmanlar Toplantısı"nda yeni emisyon/konsantrasyon senaryolarının bir setinin oluşturulmasına karar verilmiştir (Demir vd., 2013; Demircan vd., 2014). Bu karar uyarınca Temsili Konsantrasyon Rotaları (RCPs: Representative Concentration Pathways) olarak, RCP3-PD, RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.5 olmak üzere 4 adet senaryo belirlenmiştir. RCP4.5; Hedefi geçmeden 2100 öncesi sabitlik ile yüzyılın ortalarından itibaren düşüş sonucunda 2100'de CO₂'nun yaklaşık 650ppm ve ısıtım zorlamasının yaklaşık 4.5 W/m² olacağını öngörmektedir. RCP8.5 ise; 2100'e kadar artışın devam etmesini,

2100’de CO₂’nun 1370ppm ve ışıınım zorlamasının 8.5 w/m² olacağını öngörmektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Temsili Konsantrasyon Rotalarının (RCP’s) Türleri

RCP	İşınımsal Zorlama (w/m ²)	Zaman	İşınımsal Zorlama Değişimi	Konsantrasyonlar (CO ₂ eşdeğer)	Emisyonlar (Kyoto Protokolü Sera Gazları)
8.5	>8.5	2100’de	Yükselme	> ~ 1370 (2100’de)	2100’ e kadar artış devam ediyor
6.0	~ 6.0	2100 sonrası	Hedefi geçmeden stabilizasyon	~ 850 ppm (2100’de)	Yüzyılın son çeyreğinde düşüş
4.5	~ 4.5	2100 öncesi	Hedefi geçmeden stabilizasyon	~ 650 ppm (2100’de)	Yüzyılın ortalarından itibaren düşüş
3-PD	~ 3.0	2100 öncesi	3.0 w/m ² ’ye ulaşmadan zirve ve düşüş	Zirve ~ 490 ppm ve düşüş (2100’de)	Yüzyılın ilk çeyreğinde düşüş

Bu çalışmada kullanılan modeller;

- Birleşik Krallık Meteoroloji Ofisinin Hadley Merkezinin (HadGEM2-ES),
- Max Plank Enstitüsünün (MPI-ESM-MR),
- Amerika Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA)’ne bağlı Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory) tarafından geliştirilen GFDL-ESM2M küresel dolaşım modelleridir.

Bölgesel İklim Model Sistemi (Regional Climate Model System- RegCM) olarak tanımlanan ve Amerikan Ulusal Atmosfer Araştırmaları Merkezi (NCAR)

tarafından geliştirilmiş olan bölgesel iklim modelleri “Türkiye için İklim Değişikliği Projeksiyonları” çalışmalarında kullanılmıştır. RegCM, Uluslararası Abdüsselam Teorik Fizik Merkezi’nin (ICTP) Yer Sistem Fiziği Bölümü (ESP) tarafından bölgesel iklim modeli olarak uyarlanmıştır (Elguindi vd., 2011; Demircan vd., 2017). Türkiye için geleceğe yönelik en uygun projeksiyonlar, küresel veri setinden (RegCM4.3.4) üretilmiştir. Üretilen bu veri setleri, dünyaca kabul gören küresel çapta gridlenmiş gözlem verilerine sahip CRU (Climate Research Unit/ East Anglia University-İngiltere) ve UDEL’e (University of Delaware-Amerika) ait gözlem verileri ile karşılaştırılarak parametризasyonları yapılmıştır. Düşük çözünürlükteki küresel model verilerinden daha yüksek çözünürlüklü iklimsel parametreler edilmiştir (Demircan vd., 2017).

Yıllık ortalama sıcaklıkta RCP4.5 senaryosuna göre ortalama 1,5°C, RCP8.5 senaryosuna göre ortalama 2,5°C artış ön görülmektedir. Yağış miktarlarında RCP4.5 senaryosuna göre ortalama 10-15 mm/yıl, RCP8.5 senaryosuna göre ise ortalama 105-110 mm/yıl dolaylarında azalışlar öngörülmektedir. Türkiye’nin çok çeşitli coğrafik özelliklere sahip olmasına bağlı olarak, sıcaklık ve yağış ortalamaları, bölgesel bazda farklılıklar göstermektedir. Sıcaklık artışı açısından Fırat-Dicle havzası, yıllık ortalama yağış değişimi açısından ise Akdeniz Bölgesi içerisindeki havzalar en hassas yöreler olarak öngörülmektedir (Gürkan vd., 2016).

Ülkeler, iklim değişikliğinin sonuçlarına hazırlıklı olmak zorundadır. Tarımdan insan sağlığına kadar tüm sektör ve sistemler iklimde yaşanacak olası değişikliklerden etkilenecektir. Nüfusun yapısı ve büyüklüğü, ekonomik, sosyal, kültürel, teknolojik ve çevresel gelişmelere koşut olarak sera gazı salımları değişiklik gösterecektir. Bu gazların ve kirleticilerin atmosferdeki birikimlerini dikkate alan senaryolar ile iklim koşullarının gelecekte hangi yön ve hızda değişeceğine ilişkin öngörülere gereksinim

vardır. Türkiye için iklim değişikliği öngörülerine yönelik bölgesel iklim modeli çalışmaları oldukça sınırlıdır.

İklim modeli projeksiyonların üretilmesi konusunda ilk geniş kapsamlı çalışma MGM ile İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'nün birlikte yürüttüğü KAMAG projesidir. 2008 yılında tamamlanan proje kapsamında SRES (Special Report on Emissions Scenarios) senaryoları bazında Türkiye'nin 2100 yılına kadar iklim projeksiyonları üretilmiştir. Elde edilen ürünlerden birçok proje ve çalışmada yararlanılmaktadır. IPCC 5. Değerlendirme Raporu çalışmaları kapsamında ve CIMIP5 projesi bünyesinde yeni veri setleri üretilmiştir. MGM, bu senaryolar temelinde Türkiye için iklim projeksiyonları üretme çalışmaları, altyapı ve kapasite gereklilikleri tamamlandıktan sonra İTÜ ile iş birliği halinde yürütülmüştür. Çalışmalar iki temel üzerinde ilerlemiştir. Bir taraftan IPCC 5. Değerlendirme Raporu'ndaki küresel modeller ve senaryolar kullanılarak Türkiye için iklim projeksiyonları üretilirken, diğer yandan ürünlerden kullanıcıların yararlanması için bir arayüz geliştirilmiştir.

2006 yılından bu yana, Türkiye (alt bölgeleri veya çevresi) üzerinde çeşitli bölgesel iklim benzetim çalışmaları yürütölmektedir. SRES senaryolarına dayalı bölgesel iklim değişikliği simölasyonları; Krichak vd., (2007), Gao ve Giorgi (2008), Turunçoęlu vd., (2007), Önoł ve Semazzi (2009), Zanis vd., (2009), Black et al. (2010), Şen vd., (2011), Demir (2011), Özdoęan (2011), Bozkurt ve Şen (2011), Önoł (2012), Bozkurt vd., (2012), Önoł ve Ünal (2012), Bozkurt ve Şen (2013), Önoł vd., (2013) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalarda, genel olarak sıcaklık artışı ve yıllık yağış oranında bir düşüş bulunmuştur (TİDAUB, 2016; Demircan vd., 2017). Türkiye'nin İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildiriminde de yer alan projenin ilk sonuçları (Önoł ve Semazzi, 2006) ve Doęu Akdeniz için gerçekleştirilen RegCM3 bölgesel iklim modeli

alışmasının analizleri (Önol vd., 2007) IPCC SRES A2 senaryosuna göre, 2071-2100 döneminde Türkiye genelinde 2-3 °C'lık sıcaklık artışı, yağışlarda ise Ege ve Akdeniz kıyıları boyunca azalma ile Karadeniz kıyısı boyunca artış öngörülmektedir. Sonuçlar, küresel ısınma nedeniyle artan sıcaklıkların ve azalan yağışların, artan buharlaşmaya koşut olarak su kaynaklarına ve sulama planlarına olumsuz etkileri olacağını göstermektedir (Demir vd., 2008).



6. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİLERİ

6.1. İklim Değişikliğinin Tarıma Etkisi

İklimdeki değişikliklerin, gıda üretiminde önemli değişiklikleri beraberinde getirmesi beklenmektedir ([Rosenzweig vd., 1993](#)). Bazı yerlerde sıcaklıklar yükselecek ve yağışlar artacak; diğer yerlerde ise yağış azalacaktır. Bunun yanı sıra, kıyı taşkınları tarım için var olan arazi miktarını azaltacaktır ([Schneider, 1989](#)). Genel olarak, gıda ürünleri iklim değişikliğine karşı hassastır. Toprak sıcaklığını ve nem seviyelerini etkileyen bu değişim hem yararlı organizmaların hem de zararlıların canlılığını da etkiler. İklim değişikliğinin tarım üzerinde küresel etkileri olurken, bölgesel farklılıklar önemli olacaktır. Bu farklılıklar, iklim değişikliğiyle başa çıkma konusunda yeni tarım teknolojilerini uyarlamak için genel stratejiler ve çözüm yöntemleri önermedeki zorluğun altını çizmektedir. Tarımsal üretim, iklim değişikliğinin şiddeti ve hızından etkilenecektir. Değişim kademeli ise, siyasi ve sosyal kurumların uyum sağlaması zaman alacaktır. Yavaş değişim aynı zamanda doğal ortamın uyum sağlamasına uygun olabilir. Bununla birlikte, küçük bir değişiklik bile (örneğin, on yılda bir derecenin onda biri), sıcak hava dalgaları, sel, kuraklık vb. iklim aşırılıklarının sıklığında önemli değişikliklere yol açabilir ([Pimentel, 1993](#)). Hızlı iklim değişikliği dünya çapında tarımı, ormancılığı ve biyolojik çeşitliliği tehlikeye atabilir ([Woodwell, 1989](#)).

Küresel ısınmanın tarımsal ürünler üzerindeki potansiyel etkisini öngörme çabalarının arkasında pek çok denenmemiş varsayım yatmaktadır. Değişimin büyüklüğüne ve hızına ek olarak, bir ürünün kuraklığa veya sıcaklığa maruz kaldığı büyüme aşaması da önemlidir. Bir ürün çiçek açarken veya meyve verirken, sıcaklık ve nemdeki değişikliklere karşı son derece hassastır; büyüme döngüsünün diğer

aşamalarında bitkiler daha dayanıklıdır. Ayrıca, iklimdeki uzun vadeli eğilimlerden bağımsız olarak, sıcaklık ve mevsimsel yağış modelleri yıldan yıla ve bölgeden bölgeye değişmektedir. İklim değişikliğinin neden olduğu sıcaklık ve yağış değişiklikleri, olasılıkla beklenmedik tepkiler üretmek için atmosferik gazlar, gübreler, böcekler, bitki patojenleri, yabani otlar ve toprağın organik maddesi ile etkileşime girecektir (Pimentel,1993). Bu belirsizliklere rağmen, yarım derecenin biraz üzerinde bir ortalama küresel sıcaklık artışı, mısır kuşağında don olmayan büyüme mevsimini iki hafta uzatacaktır (Malone, 1974). Bununla birlikte, eğer sıcaklıklar belirli bir eşiğin ötesinde artmaya devam ederse, ürünlerin verimli yaz büyüme mevsimi kısalabilir, bu da verimi düşürür (Monteith,1981).

Yağış, dünya çapında ürünlerin büyümesinde ve üretiminde en önemli sınırlayıcı etmendir (Falkenmark, 1989). Bitkiler için, özellikle çimlenme ve meyve gelişimi sırasında yeterli nem çok önemlidir. Bu nedenledir ki, birçok ülke nehirlerden, göllerden ve akiferlerden su pompalamak için sulama sistemleri kurmuştur (Pimentel, 1993). Ürünler, terleme ile çok büyük miktarda su tüketirler. Örneğin, büyüme mevsimi boyunca, yüksek verim için büyük miktarlarda sulama suyu ve fosil yakıt gerektirir. Kloroflorokarbonların salınımı, atmosferin koruyucu ozon tabakasını ciddi şekilde tüketmiştir. Genel olarak, ozon tabakasındaki her yüzde 1'lik azalma, Dünya'ya ulaşan ultraviyole radyasyon miktarında yüzde 2'lik bir artışa neden olur. İncelenen 300 tür ve çeşidin üçte ikisi, ultraviyole radyasyon hasarına duyarlı görünmüştür. Ozon tabakasındaki yüzde 25'lik bir azalmanın soya fasulyesi verimini yüzde 20 azaltabileceği öne sürülmektedir. Soya fasulyesinin aksine, bazı ürünler ultraviyole radyasyona karşı daha toleranslı olabilir. Bununla birlikte, bu tür ürünler ayrıca hastalığa daha duyarlı olabilir. Örneğin, buğday ultraviyole radyasyonu tolere ediyor gibi görünse de deneysel ultraviyole radyasyonu ortam seviyelerinin yüzde 8'den 16'sına

yükseltildiğinde "Red Hard" enfeksiyon oranları %9'dan %20'ye yükselmiştir (Biggs ve Webb, 1986). Çeltik normalden daha yüksek ultraviyole radyasyona maruz kaldığında hastalık oranları artmıştır (Holman vd., 1990).

Karbondioksit, fotosentezde önemli bir bileşiktir; aynı zamanda bitkilerde su kullanım verimliliğini de artırır. Atmosferdeki karbondioksit seviyesinin artışı, birçok üründe büyüme ve su kullanım oranlarını iyileştirebilir (Goudriaan ve Unworth, 1990). Bazı bitkiler yüksek düzeyde karbondioksitten yararlanırken, diğerleri faydalanamaz. Örneğin artan karbondioksit seviyeleri soya fasulyesine mısırdan daha fazla fayda sağlayacaktır (Clark, 1982). Yüksek karbondioksit seviyeleri ayrıca diğer bazı çevresel eksiklikleri de karşılayabilir. Örneğin, yüksek karbondioksit altında yetişen bitkiler daha az suya uyum sağlayarak ve gelişmeye devam edebilir. Buğday gibi ürünler için, yüksek seviyedeki karbondioksit, sınırlı miktardaki toprak azotunu da telafi edebilir. Bununla birlikte, yüksek karbon dioksit seviyeleri, azalan fosfor veya potasyum mevcudiyetini telafi etmez (Clark, vd., 1982). Bazı avantajlara rağmen, soya fasulyesi ve buğday için karbondioksit artışlarının olumlu etkileri, düşük yağış ve yüksek sıcaklıkların neden olduğu nem stresindeki ilgili artışlarla dengelenebilir. Ayrıca, daha yüksek küresel sıcaklıklar nedeniyle artan bulut örtüsünün fotosentezi sınırlayacağı ve üretimin azalmasıyla sonuçlanacağı öngörülmektedir (Allen vd., 1990)

Küresel ısınma, sıcaklığı 2 °C'den biraz daha fazla yükseltirse, böcekler çoğalacak ve gelişecektir. Büyüme mevsimi boyunca, bazı böcekler her iki haftada bir dişi başına 500 yavru üretir. Yükselen sıcaklıklar üreme mevsimini uzatacak ve üreme oranını artıracaktır. Bu da ürünlere saldıran böceklerin toplam sayısını artırıp, ürünlerde önemli kayıpların yaşanmasına neden olacaktır (Chippendale, 1979). Amerika Birleşik Devletleri'nde öngörülen ısınma eğilimine göre, çiftçiler, ürün çeşidine bağlı olarak,

böceklerden kaynaklanan kayıplarda %25-100'lük bir artış bekleyebilirler ([Pimentel vd., 1993](#)).

Kurak koşullara tarımsal ürünlerden daha iyi uyum sağlayan yabancı otlar, nem, besin maddeleri ve ışık için artan bir rekabeti getirecektir. Kurak koşullarda uygulanan herbisitlerin (zararlı bitki öldürücü) bir başka sorunu da toprakta birikerek ciddi çevre sorunlarına yol açabilmesidir. Genel olarak, yabancı otlardan kaynaklanan ürün kayıplarının bazı ürünler için ABD'de %5'ten %50'ye yükseleceği öngörülmektedir. Benzer şekilde, Afrika için öngörülen sıcak ve nemli koşullar zararlılardan kaynaklanan ürün kayıplarını artıracaktır. Ek olarak, artan atmosferik karbondioksitin ürünlerin besinsel yapısını değiştirmesi ve böylece böceklerden ve hastalıklı organizmalardan gelen saldırıların şiddetini etkilemesi beklenmektedir ([Pimentel vd., 1991](#)). Toprak, su ve biyolojik kaynakların sıcaklığa bağlı olarak bozulmasına ve bunların tarımsal ürünlerin üretimindeki potansiyel etkilerine ilişkin araştırmalar da dahil olmak üzere, iklim değişikliğinin olası etkileri hakkında ek araştırmalara gerek duyulmaktadır.

Türkiye'de toplam tarım arazisinin önemli bir kısmında kuru tarım yapıldığı dikkate alındığında yağış rejiminde beklenen olumsuz değişikliklerin (topraktaki nemin azalması açısından) tarım işkoluna etkisinin yüksek olacağı öngörülmektedir. Ormanlık ve makilik gibi diğer yeşil alanlardaki yangınların artması söz konusudur. Yükselen sıcaklık ve kuraklık, yangınların yaygınlaşmasını sağlayacaktır. Yangınlar, doğrudan ve dolaylı etkileri yönünden tarım işkolunu olumsuz etkileyebilir ([Kadioğlu vd., 2017](#)).

Artan sıcaklık, beraberinde, çalışma koşullarının ağırlaşmasını, sağlık sorunları yaşanmasını, yani emek verimliliğinin düşmesini getirecektir. Türkoğlu vd.,'nin (2016) belirttiği gibi, artan sıcaklıkların tarla bitkileri ve meyve bahçelerinde bitki gelişme

aşamalarını erkene kaydıracak olması tarla bitkileri ve meyvelerin don zararına uğrama riskini arttıracaktır.

Deniz seviyesindeki yükselme uzun dönemde kıyılar ve nehir ağzlarındaki tarımsal alanlarda kayıplara neden olabilir. Ayrıca, yükselen suların bir etkisi de özellikle kıyı alanlarındaki yer altı sularının tuzlanması şeklinde kendini gösterecektir.

Ayrıca, artan sıcaklığın tarımsal ürünlerin stoklanmasında (mantar vb. oluşumların artması nedeniyle) da sıkıntı yaratması beklenmektedir.

Türkiye tarımı, gerek artacak ortalama sıcaklık ve azalacak yağışlar gerekse de aşırı hava olayları olmak üzere iklim değişikliğinin etkilerini yoğun olarak hissedecektir. Bu etkiler tarımda verim kayıplarını beraberinde getirecektir. Ancak, her ürünün benzer oranda etkilenmesi söz konusu değildir. IPCC'nin (2014) çalışmasına göre küresel ortalama sıcaklıkta 1 °C'lik artışın, küresel ortalama arazi verimlerini çeşitli tarımsal ürünlerde farklı olarak etkileyecektir. Bu durum ürün deseni değişikliklerini beraberinde getirecektir.

İklim değişikliğinin etkileri günümüzde tarım işkolunda da hissedilmeye başlanmıştır. Karapınar vd.,'ne (2020) göre, 1991-2015 arası dönemde tahıllarda ürün desenine etkileri incelendiğinde iklim değişikliği nedeniyle buğday ve arpa ekim alanlarında daralma ve başka ürünlere kayma, ayçiçeği alanlarında ise genişleme etkisi yaptığı gözlemlenmiştir.

Sıcaklık ve yağış öngörülerine göre, farklı ürünlerde beklenen verim kayıplarını, coğrafi bölgelere yönelik modelleme çalışmaları bulunmaktadır. Dellal vd., (2011)'nin

alışması bu alandaki ilk kapsamlı modelleme çalışmasıdır. 7 coğrafi bölge için beş temel ürün temelinde 2050 yılı öngöröleri, buğday %7,6, arpa %7,6, mısır %10,1, pamuk %3,8 ve ayçiçek için %6,5'lik verim kayıplarına karşılık gelmektedir. Ancak, bölgesel kırılımlara bakıldığında, söz konusu kayıpların farklılaşmasının beklendiği de belirtilmektedir. Verim kayıplarının, ürün deseni değişikliğini beraberinde getirmesinin ötesinde, bir yandan tarım ürünlerinde fiyat artışlarına ve sonuçta gıdaya ulaşımında özellikle düşük gelirliiler için sıkıntılar yaşanmasına, diğer yandan da dışsatım/dışalım kalemlerinde değişikliklere neden olması beklenmektedir. Bu etkilerin bölgelere/yörelere göre farklılık göstermesinin yanında tarımdaki aktörlerin niteliğine göre de etkiler farklı ağırlıkta olacaktır. Ürünler, en elverişli mikro iklim koşullarına ve büyüme mevsimine sahip ortamlarda yetişebilmektedir. Bu elverişli seviyelerin farkına varmak, çiftçilerin, yörelerinde değişen iklim koşullarına tepki olarak ürün desenlerini değiştirmelerini sağlayacaktır. Ancak, başka ürönlere yönelmek, bir çiftçinin aynı miktarda üretim yapacağını veya aynı kârdan yararlanacağını garanti edemez. Bu ve benzeri sorunları Trakya yöresinde daha da karmaşık hale getirebilecek şey, bazı çiftçilerin bu değişikliklere kendi başlarına uyum sağlama kapasitesinden yoksun olmalarıdır.

6.2. Tarımın İklim Değişikliğine Etkisi

Tarımsal faaliyetler, iklim değişikliğine katkıda bulunmaktadır. Tarım, günümüzde en büyük çevresel etkiye sahip ekonomik işkollarından biridir. Tarımsal ürünler üretildikten sonra depolanarak işlenmekte, paketlenildikten sonra satın almaya hazır gıda olarak, tüketicilerin beğenisine sunulmaktadır. Gıda tedarikinin her aşamasında atmosfere sera gazları bırakılır. Tarım işkolunu, iklim değişikliği çerçevesinde değerlendirmek gerekirse hem sera gazı kaynağı hem de karbon yutak

alanı olarak işlev gören bir uygulamalar bütünüdür. Tarımsal çalışmalar sırasında sera gazı salımlarına neden olan başlıca etkinlikler;

- Hayvancılık (CH₄),
- Mide fermentasyonu,
- Gübre kullanımı ve yönetimi,
- Azotlu gübre kullanımı (N₂O) ve anızların yakılması (CO₂),
- Çeltik üretimi (CH₄) şeklinde gruplandırılmaktadır.

Toprağa yapılan etkilerin yoğunluğunu gösteren toprak işleme sistemlerinde, en fazla CO₂ çıkışı toprağın çok fazla havalandırıldığı alışlagelmiş yöntemlerde gerçekleşmiş, diğer azaltılmış toprak işleme faaliyetlerinde ise daha az gaz çıkışı tespit edilmiş olup, en az CO₂ çıkışı toprak işlemesiz tarım sistemlerinde gerçekleşmiştir (Reicosky, 2003; Zaimoğlu, 2019).

Tarımsal mekanizasyon uygulamalarında makinelerin verimli çalışabilmesi için arazinin topoğrafik yapısı ve büyüklükleri önemlidir. Tarım arazisinin boyutları büyüdükçe makinaların verimlilikleri artmaktadır. İşletmelerde parçalık durumuna bağlı olarak tarım makinalarının verimli işletilebileceği büyüklükte toplulaştırma yapılması çok doğru bir yaklaşım olacaktır. Diğer bir deyişle arazi toplulaştırması uygulamalarının verimliliği arttırması yanında, CO₂ salımını azaltıcı yönde etkileri bulunmaktadır.

Arazi kullanım değişikliği dolaylı olarak sera gazı salımlarını artırdığından önlem alınması gereken etkinlikleri kapsamaktadır. Bu etkinlikler ormanların, bataklıkların ve turbalıkların tarım alanına veya meraya dönüştürülmesi ile yer üzerindeki biyokütlenin yok olmasına ya da bozulmasına yol açmaktadır. Sulak alanlar birer yutak gibi çalışmakta, tarım arazilerinin ve insanların üretim amacı dışında

kullandıklarının (orman, mera, tarım, yerleşim, vb.) aksine atmosferden aldıkları karbonu depolama özelliğine sahiptir. Bu alanların kurutulması, tahrip edilmesi ve yok edilmesi, atmosferdeki karbon emisyonunun artmasına sebep olmaktadır. Bir çeşit sulak alan olan turbalıkların ekonomik değerleri dolayısıyla işletilmesi ve yağmur ormanlarının tahrip edilmesi bu anlama gelmektedir (Zaimoğlu, 2019).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), iklim değişikliği ve arazi özel raporu yılda 10,8 ila 19,1 milyar ton CO₂ eşdeğeri emisyon aralığı bildirmektedir (Mbow vd., 2019). Tarımsal üretim, ormancılık ve ilgili arazi kullanımı değişiklikleri dahil olmak üzere tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı (GHG) emisyonları, IPCC, (2019)'a göre antropojenik emisyonların önemli bir kısmından (%30'a kadar) sorumludur.

- Arazi kullanımı (ormansızlaşma, turbalıkların bozulması ve yangınlar ile ekili topraklardan kaynaklanan emisyonlar),
- Tarımsal üretim (sentetik gübrelerden ve bunları üretmek için kullanılan enerjiden kaynaklanan emisyonları içerir; gübre; çiftlik hayvanları ve çeltikten kaynaklanan metan emisyonları; su kültürü; ve çiftlik makinelerinden yakıt kullanımı),
- Tedarik zinciri (soğutma gibi gıda işleme, paketlenme, nakliye ve perakende satıştan kaynaklanan tüm emisyonlar),
- Satış sonrası faaliyetler (tüketicilerin evde soğutma ve yemek pişirme gibi yiyecekleri hazırlamak için kullandıkları tüm enerjidir. Aynı zamanda tüketici gıda atıklarından kaynaklanan emisyonları da içerir), tarımsal kaynaklı sera gazları salımında etkili olmaktadır.

Tarım sektöründen kaynaklanan emisyonların hesaplanmasında tüketici yemek pişirme ve atıklarından kaynaklı emisyonlar her zaman dahil edilmez: Belirlenmesi en kolay olanlar tedarik zincirinin perakende aşamasına kadar olan emisyonların ölçülmesidir ([Poore, ve Nemecek, 2018](#)). Tüketicilerin enerji kullanımını veya tüketici atıklarını içermezler. Arazi kullanımı emisyon tahminleri farklıdır: en büyük fark, arazi kullanımı emisyonlarındadır. Küresel ormansızlaşmanın tamamı tarıma tahsis edilmektedir. Bununla birlikte, bazı yazarlar, ormansızlaşmanın yalnızca yaklaşık %80'inin tarımsal genişlemeden (geri kalanı kentsel gelişim, madencilik ve diğer insan kaynaklı arazi kullanımı değişikliklerinden) kaynaklandığını ileri sürmektedir. Pamuk, yün, deri, kauçuk ve biyoyakıtlar gibi gıda dışı tarım ürünleri her zaman tarım sektöründen kaynaklanan emisyonlara dahil değildir ([Crippa vd., 2021](#)).

7. VERİ VE YÖNTEM

7.1. Veri

Tez çalışması;

- MGM'ye ait Trakya genelinde dağılışı gösteren gözlem istasyonlarında (Çanakkale, Çorlu, Edirne, Florya, Gökçeada, İpsala, Kırklareli, Kumköy, Lüleburgaz, Malkara, Sarıyer, Tekirdağ, Uzunköprü) 1971-2000; 1981-2010; 1991-2020 dönemlerinde ölçülmüş günlük veriler,
- 2020-2098 dönemi için MGM tarafından geliştirilen 3 Küresel İklim Modeli (GFDL, HadGEM ve MPI) ve 2 senaryo (RCP4.5 ve RCP8.5) temelindeki projeksiyon verileri,
- MGM Fenolojik Gözlem Verileri,
- Uluslararası Tropikal Tarım Merkezi (International Centre for Tropical Agriculture “CIAT”)’ den sağlanan WGS 84 datumundaki SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) 90x90 m hücresel çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) verisi,
- TÜİK tarafından istatistiksel hesaplamalarda kullanılması önerilen Lambert Azimutal Eş Aralıklı Projeksiyonu (Lambert Azimuthal Equal Area “LAEA”) 1x1 km hücresel çözünürlüklü temel altlık verisi,
- TÜİK-Tarımsal Üretim (Ayçiçeği) Verileri,
- Tarım ve Orman Bakanlığı-CORİNE 2018 Arazi Kullanım ve Arazi Örtüsü verisi,
- Tarım ve Orman Bakanlığı- Büyük Toprak Grupları verisi,
- Karayolları Genel Müdürlüğü- Ulaşım Ağı Verisi,
- DSİ Genel Müdürlüğü- Akarsular, Baraj, Gölet vb. su yapıları verisi,

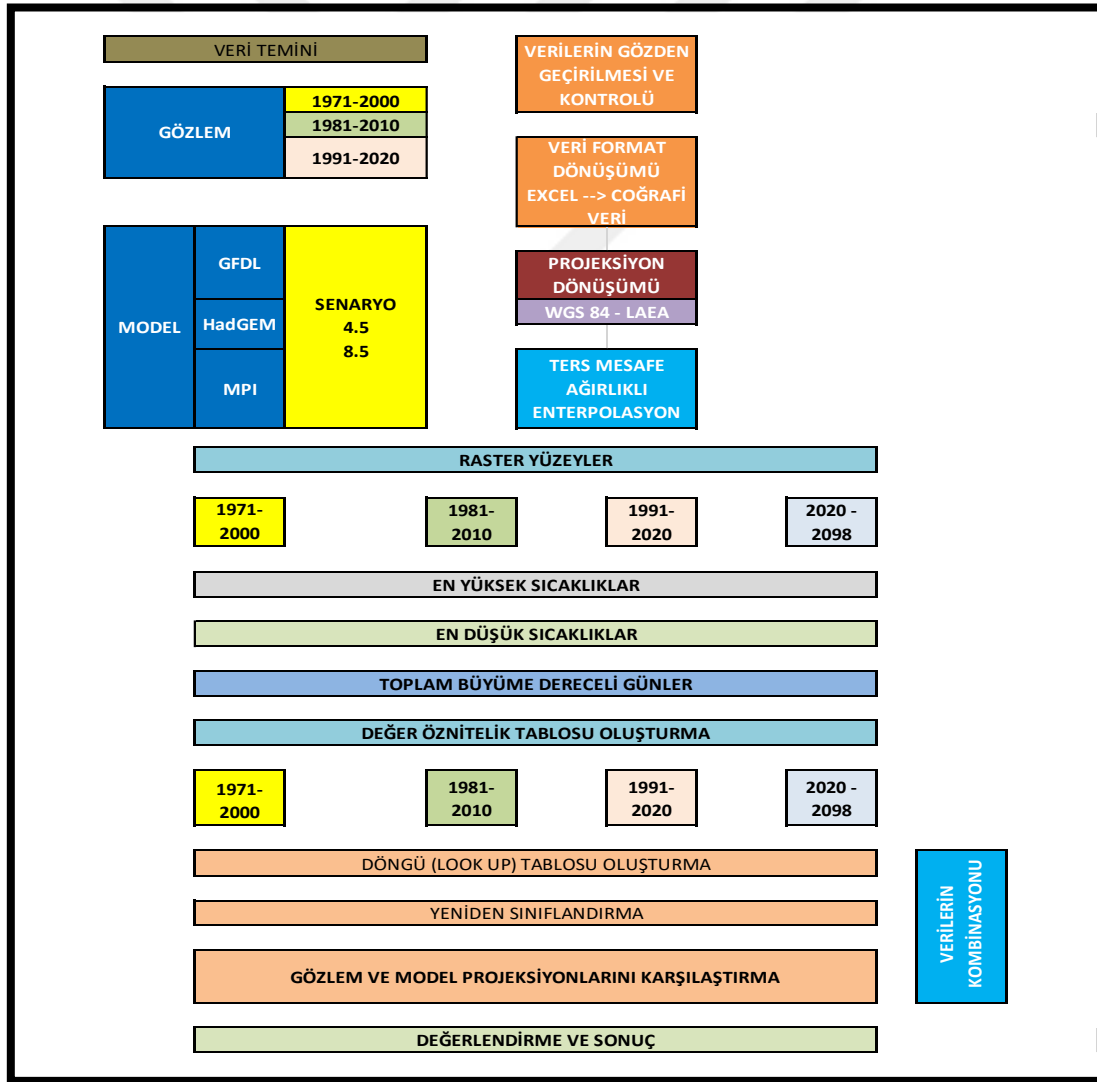
- FAO Ayçiçeği Ekim ve Üretim Verileri kullanılarak yürütülmüştür.

7.2. Yöntem

Bu çalışmada uygulanan yöntemlerin esası, MGM gözlem istasyonlarında 1971-2000;1981-2010;1991-2020 dönemlerinde ölçülmüş olan maksimum ve minimum günlük sıcaklık verileri ile iklim modellerinin projeksiyon verilerine dayanmaktadır. Bu amaçla, 30'ar yıllık sürelerde ölçülmüş olan maksimum ve minimum günlük sıcaklık değerlerinin en yüksek ve en düşük değerlerinden derlenen uç değerler veri setleri elde edilmiştir. Ayrıca, MGM tarafından geliştirilen 3 Küresel İklim Modeli (GFDL, HadGEM ve MPI) ve 2 senaryo (RCP4.5 ve RCP8.5) temelindeki günlük iklim projeksiyonu verileri, 1971-2000 dönemi gözlem verileri referans alınarak öncelikle düzeltme uygulanmış ve MGM gözlem istasyonlarının koordinatları esas alınarak, bu noktalara 2020-2098 dönemi için günlük iklim projeksiyon verileri üretilmiştir (Gürkan vd., 2015). Üretilen günlük maksimum ve minimum değerlerin uç değerlerinden model veri setleri elde edilmiştir. Bu veriler ile Microsoft Excel ortamında çalışmanın esasına uygun biçimde tüm düzenleme ve hesaplamalar yapılarak, çizelgeler ve grafikler oluşturulmuştur.

Haritalama çalışmaları, Avrupa İstatistik Ofisi (EuroStat) ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından kullanılması önerilen Lambert Eş Aralıklı Projeksiyonu (LAEA) esas alınarak yürütülmüştür. Çalışmanın amacına yönelik olarak üretilen haritalar 1x1 km grid çözünürlük ile örneklenmiştir. Buna göre araştırma sahasının yüzölçümü 23857 km² olarak hesaplanmış ve tüm değerlendirmeler buna göre yapılmıştır. Değerlendirmelerde MGM'nin Edirne, Uzunköprü, İpsala, Malkara, Çanakkale, Gökçeada, Kırklareli, Lüleburgaz, Tekirdağ, Çorlu, Kumköy, Sarıyer ve

Florya istasyonlarına ait, 30 yıllık zaman dilimlerinde (1971-2000; 1981-2010; 1991-2020) ölçülmüş veriler ile Küresel İklim Model Projeksiyonları tarafından üretilen veriler (2020-2098) kullanılmıştır. Çalışma alanındaki istasyonlar için uç değerler kullanılarak, iş akış diyagramına uygun ve 6,7 °C temel sıcaklık değerini esas alarak 1971-2000; 1981-2010; 1991-2020 30'ar yıllık dönemler ile 2020-2098 dönemi iklim modeli projeksiyonlarının RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına ait veri seti oluşturulmuştur (Şekil 21). Bu veri seti, ArcGIS yazılımı kullanılarak öncelikle coğrafi veri seti haline dönüştürülmüş ve oluşturulan bir CBS iş modeli ile çalışmanın esasına uygun olarak haritalar üretilmiştir.

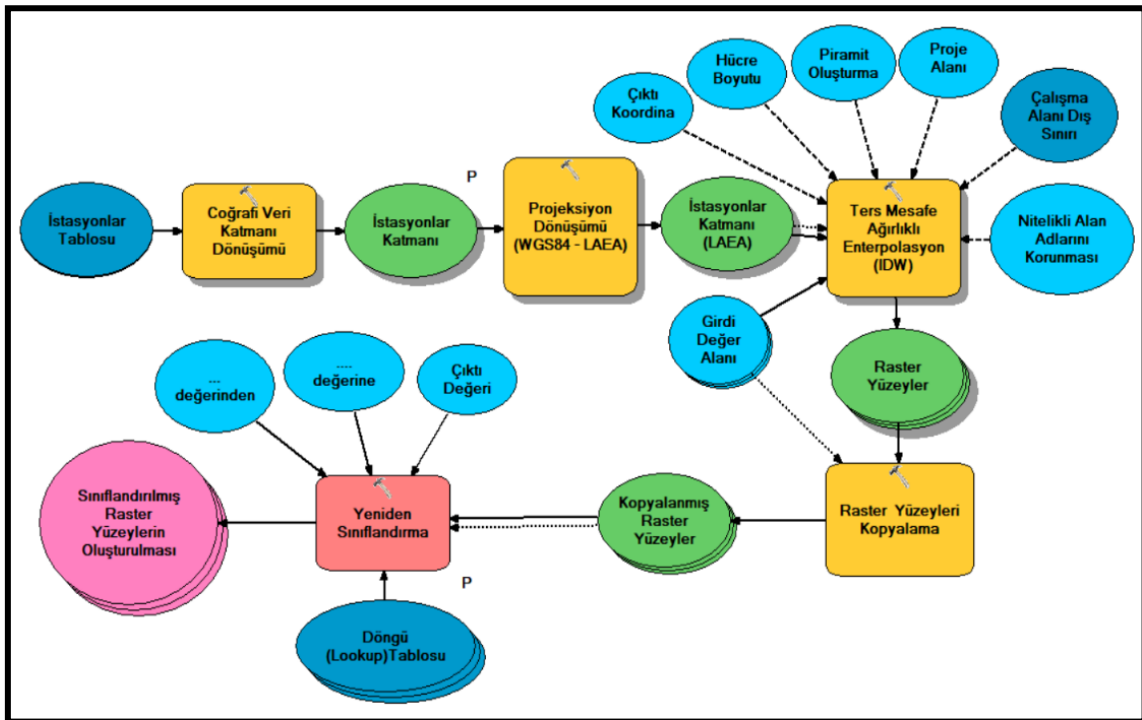


Şekil 21. İş Akış Diyagramı

Mekânsal enterpolasyon teknikleri, değerleri bilinen veri noktalarına dayalı olarak ölçülmemiş konumlardaki değerleri tahmin etmek için paha biçilmez araçlardır. Bu teknikler arasında IDW (Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon), basitliği ve uygulama kolaylığı ile öne çıkmaktadır. IDW, noktasal verilerden sürekli yüzeyler oluşturmak için çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Waldo Tobler (1970)'e göre coğrafyanın temel yasası, "***her şey diğer her şeyle ilişkilidir, ancak yakın şeyler uzak şeylerden daha ilişkilidir***" şeklindedir. Bu yasa, mekânsal bağımlılık ve otokorelasyon kavramlarının temelidir (Tobler, 1970). Coğrafyanın temel yasası, Waldo Tobler'in ekonomik coğrafya dergisinde yayınladığı bir makalede coğrafi literatüre girmiştir (Nigel, 2017). IDW'nin dayanağı, bilinen bir veri noktasının etkisinin ölçülmemiş konumdan uzaklaştıkça azalmasıdır. Başka bir deyişle, yakındaki noktalar tahmini değeri daha uzaktaki noktalardan daha fazla etkiler. Bu, ölçülmemiş konumdan uzaklıklarına dayalı olarak bilinen veri noktalarına ağırlıklar atayarak elde edilir. IDW, mekânsal enterpolasyon için nispeten basit ve sezgisel bir yöntemdir ve sonuçları, haritalar ile görselleştirilebilir. Bununla birlikte, mekânsal otokorelasyon için dikkate alınmaması ve mesafe ile etki arasındaki ilişkinin çalışma alanı kapsamında sabit olduğu varsayımı gibi bazı sınırlamaları vardır.

Bu çalışmanın haritalarının üretilmesi için ölçülen noktaların değerlerine dayanarak ölçülmemiş konumlardaki değerlerin tahmin edilmesine yönelik, mekânsal analizde ve CBS'de yaygın kullanılan IDW yöntemi tercih edilmiştir. Bunun için öncelikle, gözlem ve model verileri MS Excel yazılımında düzenlenmiş ve çeşitli çizelgeler oluşturulmuştur. Bu çizelge halindeki veriler öncelikle, coğrafi veri setlerine dönüştürülerek, istasyonlar coğrafi katmanı üretilmiştir. CBS Modeli ile coğrafi veri katmanı, LAEA Projeksiyon sistemine dönüştürülerek, IDW yöntemi ile 1x1 km² grid çözünürlüklü raster veriler elde edilmiştir. Söz konusu raster veriler, döngü çizelgesi

(lookup table) oluşturularak, tüm coğrafi veri setlerindeki sıcaklıkları kapsayacak şekilde standartlaştırılarak, aralıklı olarak sınıflandırılmış ve bu sınıf aralıkları, yeniden sınıflandırma yöntemiyle (reclassify) tekdüze hale dönüştürülmüştür. Sonrasında, 1971-2000 referans yılı esas olmak üzere Trakya geneli için ilgili iklimsel parametrelerin dağılışındaki alansal ve zamansal değişimin belirlenmesi için 1981-2000; 1991-2020 ile 2020-2098 dönemi için HadGEM, GFDL ve MPI modellerinin RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre haritaları üretilmiştir (Şekil 22).



Şekil 22. CBS Modeli

8. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

8.1. Gözlem ve Model Verilerinin Analizi

Günlük ortalama sıcaklık, genellikle iklim değişikliği çalışması için evrensel bir ölçüt olarak kullanılır. Bununla birlikte, ortalama sıcaklık tek başına karmaşık iklim değişikliklerini yansıtmak için yeterli değildir. Aslında, ortalama yüzey sıcaklığındaki eğilimler genellikle günlük maksimum ve minimum sıcaklıklardaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır (Sun vd., 2006). Dolayısıyla günlük sıcaklık genliği de iklim değişikliği için önemli bir göstergedir (Karl vd., 2004).

Bitkiler, altında gelişimleri olmayan belirli bir sıcaklığın üzerinde en iyi büyüme koşullarına uyum sağladıkları temel sıcaklığa gereksinim duyarlar. Her ürün tipinin kendi temel sıcaklık eşiği vardır. Ürünler üzerindeki ısı etkinin değerlendirilmesi temel sıcaklıklar dikkate alınarak yapılmaktadır (Kelchevskaya, 1971; Edey 1977; Gordon ve Bootsma, 1993; Karing vd., 1999; Gordeev vd., 2006; Fealy ve Fealy, 2008; Grigorieva, 2008; Grigorieva vd., 2010). Bu sıcaklık sınır değerlerinin, ürün gelişiminin başlangıcı ve sonu ile yakın ilişkisi vardır (Gordeev vd., 2006, Grigorieva vd., 2010). Çalışmamızda iklim değişikliğine bağlı olarak yaşanacak en kötü senaryolara hazır olmak ve bu konuda ön almak için ayçiçeği yetiştiriciliği açısından uygun koşulların en dış sınırlarının belirlenmesi istenmiştir. Trakya genelindeki ayçiçeği tarımı için uygun alanların ana hatlarının belirlenmesinde iklim normalleri dönemlerine ait dönemsel en düşük minimum ve en yüksek maksimum sıcaklıklar ile çalışılmıştır. Böylece, ayçiçeği yetiştirme potansiyeli olan yerlerin alansal değişimleri ve zamansal eğilimi ile mekânsal kalıplarının ortaya konulmasına çalışılmıştır.

Bu çalışmada, minimum ve maksimum sıcaklıklar ile sıcaklık genliği, iklim değişikliğinin önemli bir göstergesi olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından bilimsel çalışmalarda kullanımı önerilen edilen 30'ar yıllık üç iklim normali dönemi (1971-2000; 1981-2010; 1991-2020) ile geleceğe yönelik olarak (2020-2098) GFDL, HadGEM ve MPI küresel iklim modellerinin RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarının günlük çıktıları kullanılmıştır. Gözlem ve model verilerinden çalışmaya esas dönemler için günlük minimum ve maksimum sıcaklıkların uç değerleri dikkate alınarak, minimum ve maksimum sıcaklıklar veri seti düzenlenmiştir. Böylece her bir gözlem istasyonu için sıcaklık genliği hesaplanarak, sıcaklık genliği veri seti oluşturulmuştur.

Dönemsel yıllık günlük sıcaklık değişimi, aynı dönem içinde meydana gelen en yüksek sıcaklık ile en düşük sıcaklık arasındaki değişimi ifade etmektedir. Bu amaçla, yaz aylarında yüksek sıcaklıkların ve kışın ise soğukların yaşandığı Trakya genelinde sıcaklık genliğinin alansal olarak dağılışını göstermek, ana hatları ile dış sınırları belirlemek ve dönemsel olarak değişimi ortaya koymak için çalışmanın kapsam ve içeriğine uygun haritalar üretilmiştir. Bu haritalar, gözlem dönemlerinde gündüz saatlerinde meydana gelen günlük maksimum sıcaklıklara ve genellikle geceleri meydana gelen günlük minimum sıcaklıklara dayanmaktadır. Her istasyonda, kaydedilen inişler ve çıkışlar, MGM' nin tarihsel kayıtları ve model projeksiyonlarının öngörülerine ait veri setleri ile haritalandırılarak değerlendirilmiştir.

Söz konusu haritalar ile MGM (1971-2000; 1981-2010; 1991-2020) gözlem dönemlerinde ve model öngörülerinin 2020-2098 dönemi için olağandışı sıcak ve soğuk günlük sıcaklıklardaki değişimleri göstermektedir. Bu haritalar, 1971'den beri faaliyet gösteren 13 istasyonunu kapsamaktadır. Veri setleri, 1971'den 2020'ye kadar tüm

günlük minimum ve maksimum sıcaklıkların uç değerlerinin gözden geçirilmesi ve belirlenmesiyle oluşturulmuştur. Haritalar, 30' ar yıllık dönemlerde Trakya'da en düşük ve sıcaklıklar ile sıcaklık genliğinin zaman içinde konumsal olarak nasıl ve ne yönde değiştiğini göstermektedir. Tarımsal faaliyetler açısından son derece önem arz eden düşük ve yüksek sıcaklıklar ile bu değerlerden üretilen sıcaklık genliğinin alansal dağılışı haritalanarak, "sıcaklıkların en değerlerinden" Trakya genelindeki sıcaklık genliğinin dış sınırları belirlenmiştir. Böylece, üretilen dağılış haritaları ile dönemsel olarak, Trakya'da dönemsel günlük hava sıcaklığı genliğinin değişimleri, zamansal eğilimi ve mekânsal kalıpları ortaya konulmuştur. Üretilen dağılış haritalarının ayçiçeği tarımı açısından iklim değişikliğinin bir göstergesi olarak bundan sonra yapılacak olası tarımsal faaliyetlere ve bilimsel çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Haritalar, gözlem ve model dönemleri için Trakya'nın dönemsel sıcaklık genliğini, maksimum ve minimum sıcaklığı göstermektedir. Çeşitli iklim etmenlerine bağlı olarak dönemden döneme dalgalanmalara rağmen, daha ayrıntılı ve yüksek çözünürlüklü çalışmalarla artan veya azalan eğilim istatistiksel olarak belirlenebilir. Özellikle son on yıllardaki düşüş eğilimi daha belirgindir. Maksimum ve minimum sıcaklıklar ile sıcaklık genliği farklı dönemsel-konumsal kalıplara sahiptir. Bu dönemsel-konumsal kalıplar değişik davranışlar göstermektedir. Su kütlelerine yakınlığı nedeniyle, kıyı kesimlerinde sıcaklık genliği iç kesimlerdeki kadar belirgin değildir.

8.2. Minimum Sıcaklıkların Analizi

MGM gözlem verilerinden minimum sıcaklıklara yönelik olarak veri seti oluşturulmuştur. Bu çizelge incelendiğinde, 1971-2000 döneminde Trakya genelinde ölçülen en düşük sıcaklık değerlerinin -27,8 °C (Lüleburgaz) ile -8,1 °C (Gökçeada)

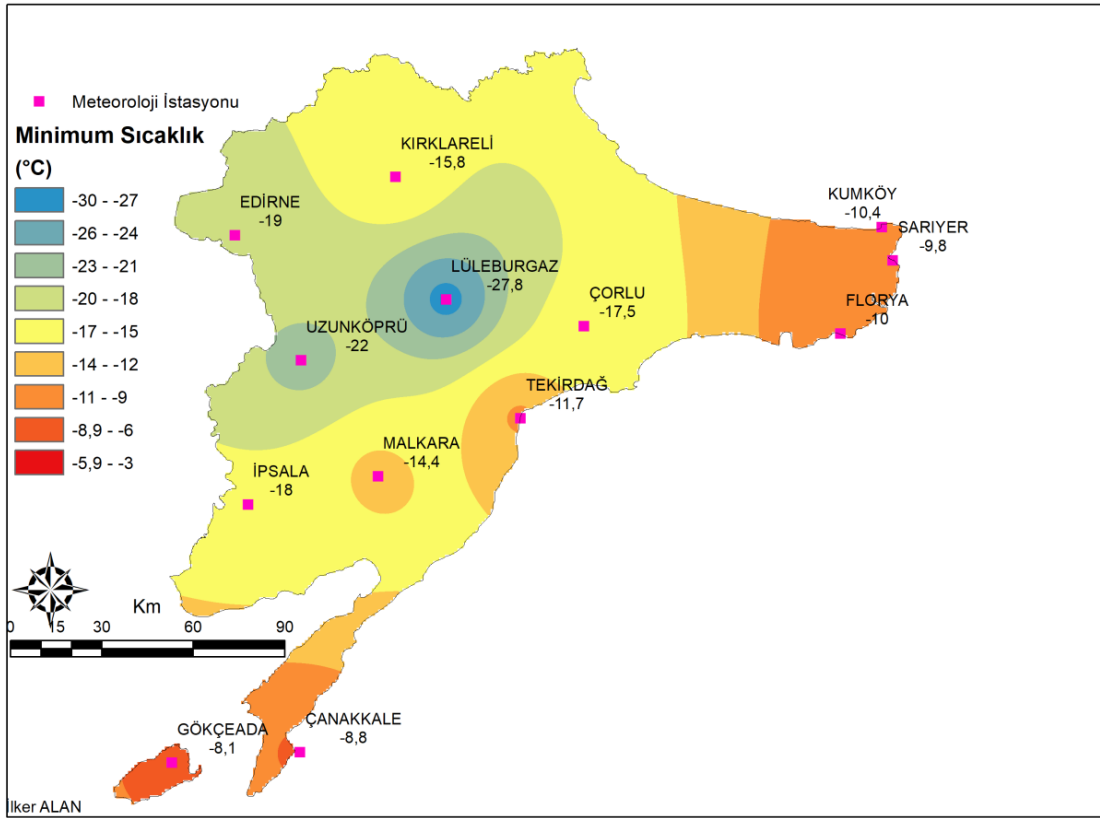
arasında değiştiği görülmektedir. 1981-2010 döneminde bu değerler, bir önceki dönemde olduğu gibi -27,8 °C (Lüleburgaz) ile -8,4 °C (Sarıyer) arasında değişim gösterirken, 1991-2020 dönemine gelindiğinde ise bu değişimin -19,4 °C (Lüleburgaz) ile -7,1 °C (Sarıyer) arasında olduğu görülmektedir. 2020-2098 Dönemi için model projeksiyonlarına ait çıktılar incelendiğinde, GFDL RCP4.5 senaryosunda, -19,9 °C (Lüleburgaz) ve -12,5 °C (Gökçeada) arasından beklenti mevcut iken, GFDL RCP8.5 senaryosu için ise -18,7 °C (Lüleburgaz) ve -12,5 °C (Gökçeada) arasında değişen öngörüler mevcuttur. MPI RCP4.5 senaryosu bu aralığı -16,9 °C (Çorlu) ve -9,3 °C (Gökçeada) arasında öngörürken, MPI RCP8.5 senaryosunda ise minimum değerler -17,0 °C (Kırklareli) ile -7,0 °C (Gökçeada) arasında değişmektedir. HadGEM RCP4.5 senaryosunun öngörüsü -23,3 °C (Çorlu) ve -8,8 °C (Sarıyer) arasındadır. HadGEM RCP8.5 senaryosunda bu sıcaklık aralığı -16,2 °C (Lüleburgaz) ve -6,3 °C (Gökçeada) arasında değişkenlik göstermektedir (Çizelge 9).

Çizelge 7. Minimum Sıcaklıkların Minimumları

İSTASYONLARIN GÖZLENMİŞ SICAKLIK UÇ DEĞERLERİNİN DÖNEMSEL EN DÜŞÜK GÜNLÜK DEĞERLERİNDEN OLUŞTURULAN MINİMUM SICAKLIKLARIN MINİMUMLARI										1971-2000 REFERANS YILINA GÖRE SICAKLIK FARKI (°C)							
İstasyon	1971-2000	1981-2010	1991-2020	2020-2098						1981-2010	1991-2020	2020-2098					
				GFDL45	GFDL85	MPI45	MPI85	HadGEM45	HadGEM85			GFDL45	GFDL85	MPI45	MPI85	HadGEM45	HadGEM85
EDİRNE	-19	-19	-15,2	-18,7	-16,6	-13,6	-16,4	-22,1	-14,3	0,0	3,8	0,3	2,4	5,4	2,6	-3,1	4,7
KIRKLARELİ	-15,8	-15	-14,8	-19,9	-16,6	-13,8	-17	-18,8	-13,7	0,8	1,0	-4,1	-0,8	2,0	-1,2	-3,0	2,1
ÇORLU	-17,5	-17,5	-14,4	-17,2	-18,1	-16,9	-14,8	-23,3	-15,5	0,0	3,1	0,3	-0,6	0,6	2,7	-5,8	2,0
TEKİRDAĞ	-11,7	-11,5	-11,5	-15,2	-15,1	-12,4	-11,8	-16,8	-12,9	0,2	0,2	-3,5	-3,4	-0,7	-0,1	-5,1	-1,2
KUMKÖY	-10,4	-10,4	-8,2	-14,5	-15,2	-13	-10,9	-9,6	-9,5	0,0	2,2	-4,1	-4,8	-2,6	0,5	0,8	0,9
SARIYER	-9,8	-8,4	-7,1	-13,7	-14,4	-12,2	-10,1	-8,8	-8,7	1,4	2,7	-3,9	-4,6	-2,4	-0,3	1,0	1,1
GÖKÇEADA	-8,1	-8,9	-8,9	-12,5	-12,5	-9,3	-7	-9,8	-6,3	-0,8	-0,8	-4,4	-4,4	-1,2	1,1	-1,7	1,8
ÇANAKKALE	-8,8	-11,2	-11,2	-13,7	-13,7	-10,5	-8,2	-11	-7,5	-2,4	-2,4	-4,9	-4,9	-1,7	0,6	-2,2	1,3
UZUNKÖPRÜ	-22	-22	-17,8	-17,5	-17,5	-14,1	-16,4	-21,2	-14,9	0,0	4,2	4,5	4,5	7,9	5,6	0,8	7,1
LÜLEBURGAZ	-27,8	-27,8	-19,4	-19,1	-18,7	-14,7	-14,8	-20,3	-16,2	0,0	8,4	8,7	9,1	13,1	13,0	7,5	11,6
İPSALA	-18	-18	-14,3	-17,5	-15,9	-13,9	-14,4	-16,8	-15,1	0,0	3,7	0,5	2,1	4,1	3,6	1,2	2,9
MALKARA	-14,4	-14,4	-14,6	-17,1	-16,3	-13,7	-13	-20,6	-13	0,0	-0,2	-2,7	-1,9	0,7	1,4	-6,2	1,4
FLORYA	-10	-10	-7,2	-15,1	-13	-11,4	-8,4	-10,2	-8,1	0,0	2,8	-5,1	-3,0	-1,4	-1,6	-0,2	1,9
Max	-8,1	-8,4	-7,1	-12,5	-12,5	-9,3	-7	-8,8	-6,3	1,4	8,4	8,7	9,1	13,1	13,0	7,5	11,6
Min	-27,8	-27,8	-19,4	-19,9	-18,7	-16,9	-17	-23,3	-16,2	-2,4	-2,4	-5,1	-4,9	-2,6	-1,6	-6,2	-1,2

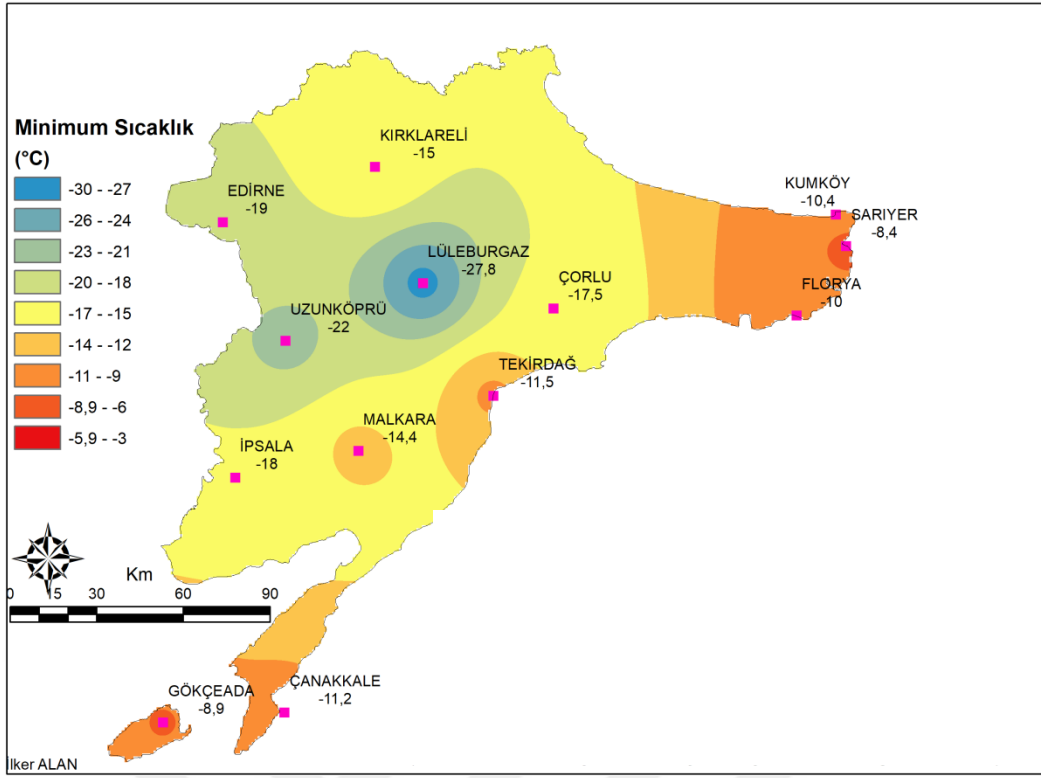
Çizelge 7’ de mavi renkli gösterilen istasyonlar için 1971-2000 referans yılına göre, 1981-2010 ve 1991-2020 dönemleri için (Çanakkale: -2,4 °C, Gökçeada: -0,8 °C) minimum sıcaklıklarda artış söz konusudur. Gri renk ile gösterilen istasyonlar (Edirne,

Çorlu, Kumköy, Uzunköprü, Lüleburgaz, İpsala, Malkara, Florya) için herhangi bir sıcaklık değişimi söz konusu değildir. 2020-2098 dönemi model verilerinde ise Tekirdağ için tüm model projeksiyonlarında bir sıcaklık azalması yönünde öngörüler bulunmaktadır. HadGEM RCP8.5 senaryosu ise Tekirdağ (-1,2°C) dışında kalan tüm istasyonlara yönelik olarak 0,9 °C ile 11,6 °C arasında değişen sıcaklık artışları öngörmektedir. Uzunköprü, Lüleburgaz, İpsala gibi denizden içeride kalan istasyonlar için tüm model projeksiyonları 0,5 °C ile 13,9 °C arasında sıcaklıkta artış beklentisi öngörmektedir. HadGEM RCP4.5 senaryosunun azalma öngörüsü istisna olarak bir tarafa bırakılırsa, Edirne’ de 2020-2098 dönemi için minimum sıcaklıklarda artış beklentisi olan yerler arasında sayılabilir ([Çizelge 7](#)). Yarımada halinde olmasına rağmen Meriç-Ergene havzasında “Trakya Karasal İklimi” hakimdir. Yazlar sıcak ve kurak kışlar soğuk geçmektedir ([Pelen vd., 2013](#)). Özellikle kış mevsiminde soğuk ve ağır havanın yamaç boyunca aşağıya doğru hareketi ile Ergene nehrinin vadi tabanında yer alan Lüleburgaz çevresi en soğuk kesimler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum, 1971-2000 dönemi gözlenmiş en düşük sıcaklıkların Trakya genelindeki dağılışı için üretilen harita incelendiğinde, Uzunköprü-Lüleburgaz hattı boyunca içinde Ergene Nehrinin yer aldığı çukur sahanın ve bu sahayı çevreleyen kesimlerin en düşük sıcaklık değerlerini barındırdığı görülmektedir. Çalışma sahasının ve Marmara Denizi’nin en kuzeyi ile İstanbul boğazının çevresi ve güneydeki Çanakkale ve Gökçeada kesimlerinde $[(-6)-(-8.9)]$ °C’ lik bir kuşak mevcuttur. 1971-2000 döneminde kıyı kesimlerindeki gözlenmiş en düşük sıcaklıkların, Tekirdağ ve yakın çevresinde etkili olduğu ortaya çıkmaktadır ([Şekil 23](#)).



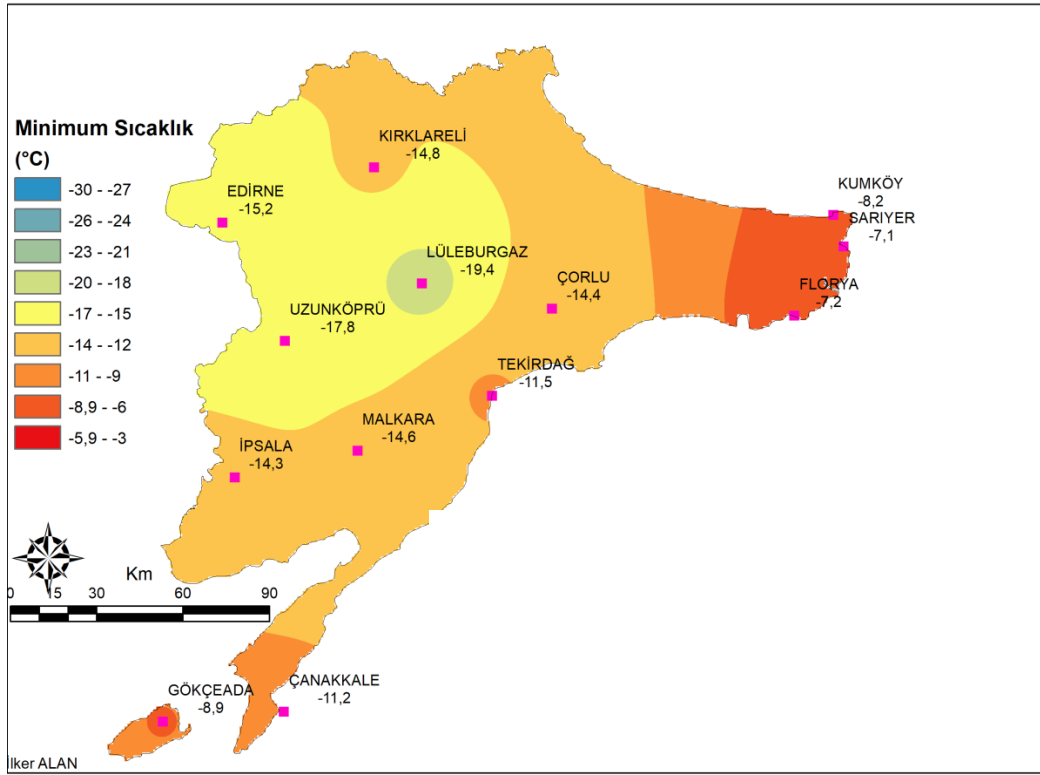
Şekil 23. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (1971-2000)

1981-2010 dönemi için üretilen haritanın, 1971-2000 döneminin haritasının çok benzeri olduğu göze çarpmaktadır. Dikkatlice incelendiğinde, Sarıyer (-8,4°C), Çanakkale (-11,2°C) ve Gökçeada' da (-8,9 °C) minimum sıcaklık değerlerindeki düşüş, aynı sırayla (0,9; 0,4; 0,8°C)' dir. Tekirdağ'da (-11,2 °C) ile 0,5 °C, Sarıyer (-8,4°C)' de ise 1,5 °C' lik bir artış göze çarpar. Bu durum kıyı kesimlerindeki Tekirdağ ve Sarıyer' de ısınma, Marmara Denizi'nin güney kesimlerinde Çanakkale Boğazı ve Saroz körfezi çevrelerinde nispeten bir soğumanın varlığını göstermektedir. Haritaya göre çalışma alanının iç kesimlerindeki sıcaklık minimumlarının dağılışı açısından bir değişiklik gözlenmediği anlaşılmaktadır (Şekil 24).



Şekil 24. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (1981-2010)

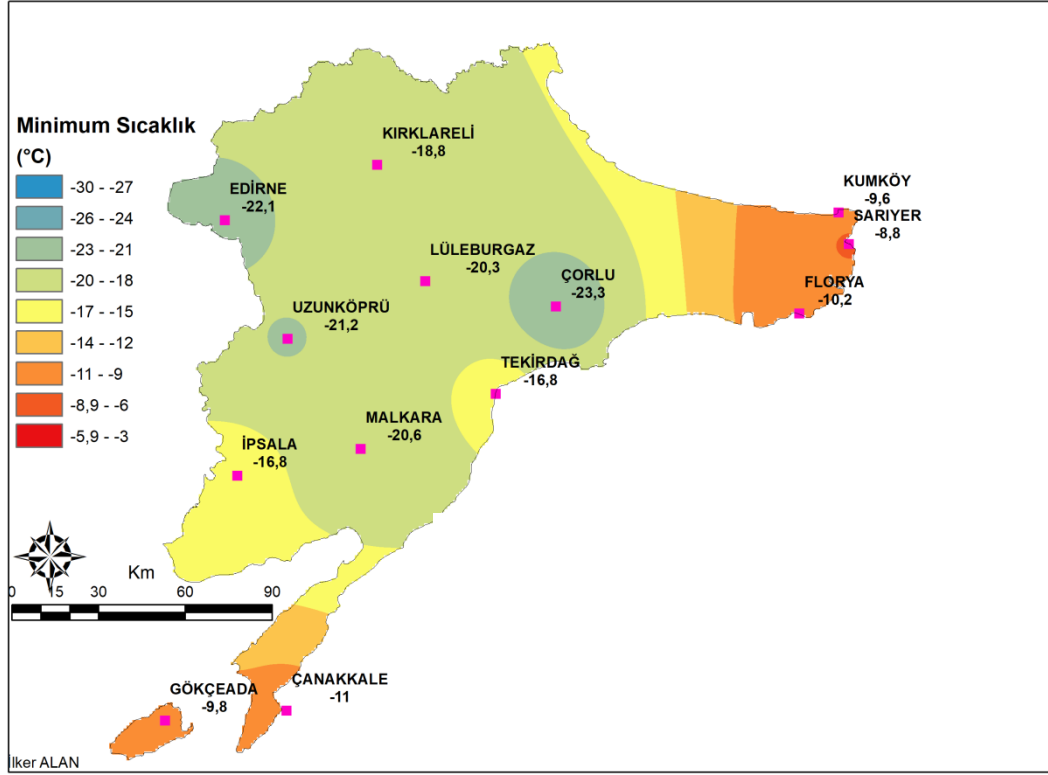
1991-2020 dönemi için üretilen haritada en düşük sıcaklıkların Lüleburgaz (-19,4 °C) çevresinde bir çekirdek halinde yer aldığı görülmektedir. Ancak, durum böyle olmasına rağmen, düşük sıcaklıklar açısından Lüleburgaz istasyonunda iki iklim normaline göre minimum sıcaklıklar açısından 8,5 °C' lik bir sıcaklık artışı yani ısınmanın varlığı dikkati çekmektedir. Bu kuşağı çevreleyen kesim içinde yer alan Edirne (-15,2°C) 3,8 °C ve Uzunköprü' de (-17,8 °C), ise önceki iki iklim normali dönemine göre 4,2 °C'lik sıcaklık artışı gözlenmektedir. En düşük sıcaklıklardaki bu artış, söz konusu kesim ile kıyı kesimi arasında kalan kuşakta da izlenmektedir. Sıcaklık artışı, Malkara (soğuma 0,2°C) dışında kalan Kırklareli, Çorlu ve Ipsala' da sırasıyla 0,2; 2,6; 3,7°C şeklinde varlığını göstermektedir. Kıyı kesimlerine gelince, en düşük sıcaklık değerleri Tekirdağ, Çanakkale ve Gökçeada' da 1981-2010 iklim normali ile aynı kalırken, Kümköy (1,8 °C), Sarıyer (1,3 °C), Florya (2,8 °C), çevrelerinde düşük sıcaklıklar açısından bir sıcaklık artışı izlenmektedir (Şekil 25).



Şekil 25. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (1991-2020)

İklim modellerinden HadGEM RCP 4.5 senaryosunun minimum sıcaklık öngörülerine göre üretilen haritada, minimum sıcaklıkların Trakya genelinde 5 kuşak halinde ve -8,8 °C (Sarıyer) ile -23,3 °C (Çorlu) arasında değişen bir dağılışın varlığı görülmektedir. En düşük sıcaklıkların Çorlu, Edirne (-22,1 °C) ve Uzunköprü (-21,2 °C) çevrelerinde nüveler halinde varlığı dikkati çekmektedir. Bu nüveleri çevreleyen [(-20 °C)-(-18 °C)] kuşağı Trakya genelinde oldukça geniş alanlara yayılış göstermektedir. Bu kuşak, Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadası'nın uç kısımlarından başlayarak, Marmara Denizi kıyıları, Tekirdağ'ın kuzey kesimlerinden itibaren kıydan içeriye doğru sokularak Kırklareli (-18,8 °C)'nin kuzeyine kadar etkisini gösterecektir. Bu kesim içinde Malkara (-20,6 °C), Uzunköprü (-21,2 °C) ve Lüleburgaz (-20,3 °C) istasyonları yer alacaktır. Bu kuşağın dış kısmında [(-17 °C) -(-15 °C)] kuşağı Saroz Körfezi ile Gelibolu Yarımadası çevrelerinde kendini hissettirecek ve Saroz Körfezinden İpsala (-20 °C)'ya doğru Meriç Nehri yatağı boyunca sokulacaktır. Bunun

yanı sıra Marmara Denizi kıyısında Tekirdağ (-15,8 °C) ve kuzeyinde dar bir şeritte varlığını gösterecektir.

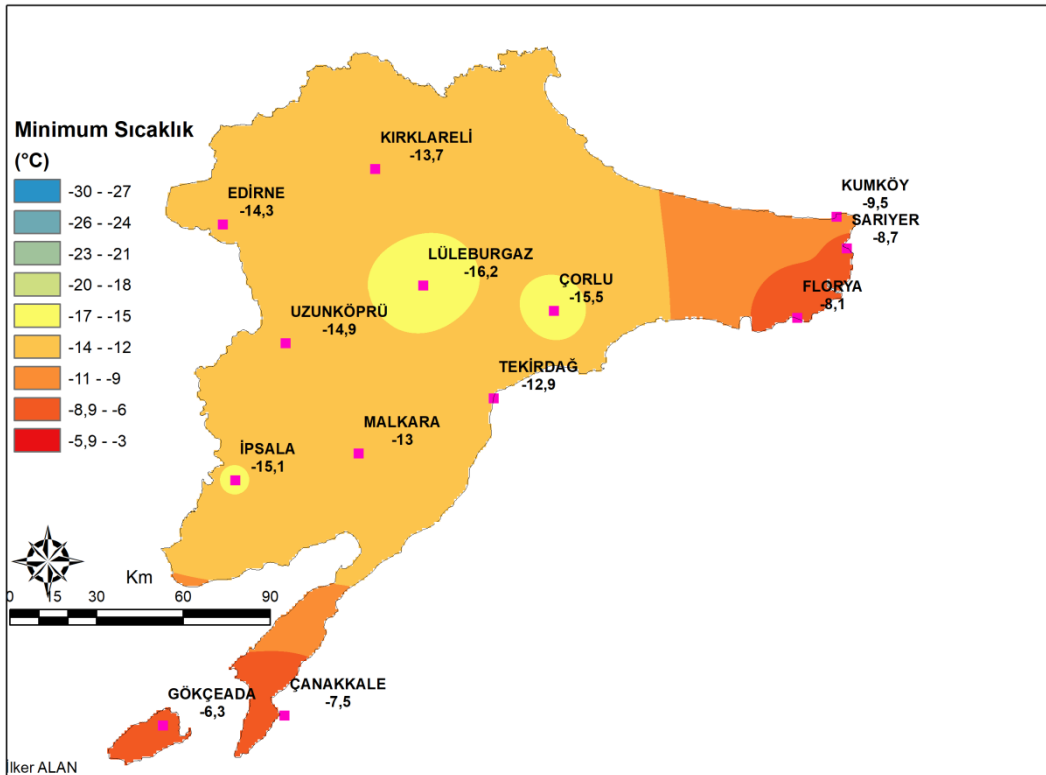


Şekil 26. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5)

Minimum sıcaklıklar açısından en yüksek sıcaklık beklentisi [(-11 °C)-(-9 °C)] kuşağında görülecektir. Bu kuşakta, güneyde Gökçeada (-9,8 °C) ve Çanakkale (-11°C), kuzeyde ise Florya (-10,2 °C), Kumköy (-9,6 °C) ile Sarıyer (-8,8 °C) yer alacaktır. [(-11 °C)-(-9 °C)] kuşağı ise [(-17 °C)-(-15 °C)] kuşağı ile [(-11 °C)-(-9 °C)] kuşağı arasında dar bir alanda görülecektir. Bu kuşak kuzeyde Karadeniz kıyılarından Marmara Denizi kıyılarına doğru çok dar bir alanda geçiş özelliği gösterecektir. Güneyde aynı geçiş özelliği Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadası arasında izlenecektir (Şekil 26).

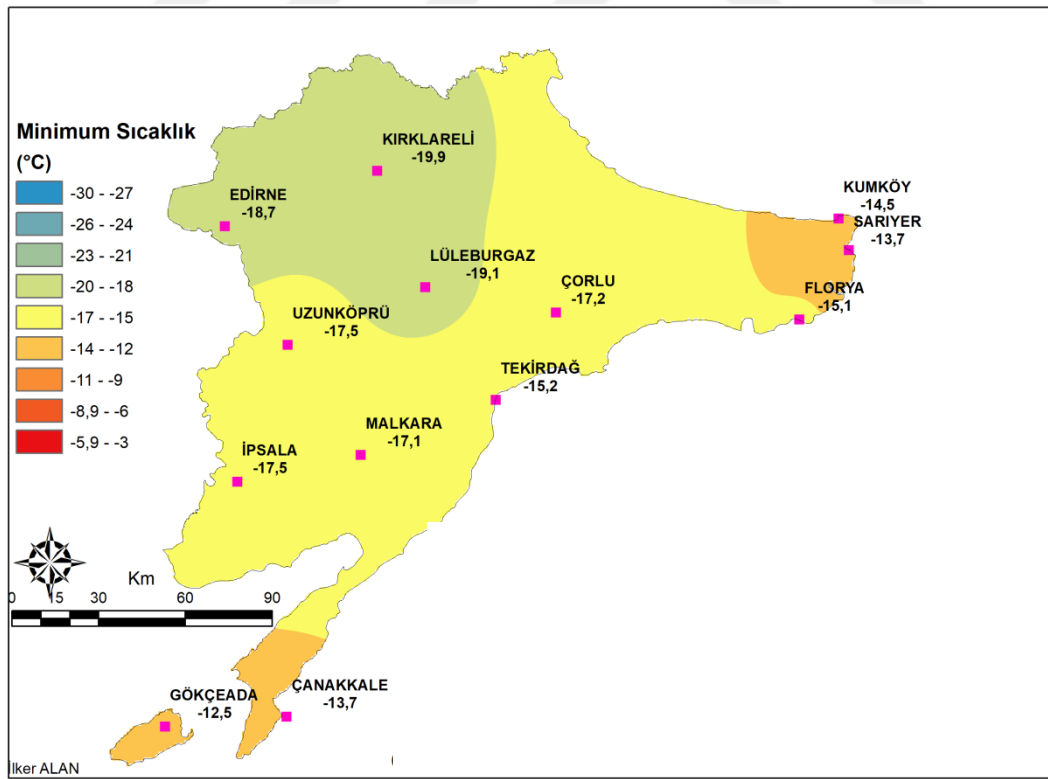
HadGEM RCP 8.5 öngörülerine göre, minimum sıcaklıklar Trakya genelinde 4 kuşak halinde ve -6,3 °C (Gökçeada) ile -16,2 °C (Lüleburgaz) arasında değişecektir. En düşük sıcaklıkların Lüleburgaz, Çorlu (-15,5 °C) ve İpsala (-15,1 °C) çevrelerinde

nüveler halinde izleneceği yönünde beklenti vardır. Bu nüveleri çevreleyen $[(-14\text{ }^{\circ}\text{C})-(-12\text{ }^{\circ}\text{C})]$ kuşağı Trakya'nın neredeyse tamamına yakın kesiminde yayılış göstereceği öngörülmektedir. Bu kuşakta, Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadası'nın uçundan başlayarak, Marmara Denizi kıyılarından içeriye doğru Kırklareli $(-13,7\text{ }^{\circ}\text{C})$ 'nin kuzeyine kadar etkisini gösterecektir. Ayrıca, Saroz Körfezi'ne dökülen Meriç Nehri yatağı boyunca da kuzeye doğru kendisini hissettirecektir. Bu kesim içinde Malkara $(-13\text{ }^{\circ}\text{C})$, Uzunköprü $(-14,9\text{ }^{\circ}\text{C})$, Edirne $(-14,3\text{ }^{\circ}\text{C})$ ve Tekirdağ $(-12,9\text{ }^{\circ}\text{C})$ istasyonları yer alacaktır. Bu kuşağın dış kısmında $[(-11\text{ }^{\circ}\text{C})-(-9\text{ }^{\circ}\text{C})]$ kuşağı Saroz Körfezi ile Gelibolu Yarımadası çevrelerinde kendini hissettirecektir. Bu kuşağın Tekirdağ kuzeyinde dar bir şeritte varlığı izlenecek ve Karadeniz kıyılarından Marmara Denizi kıyılarına doğru dar bir alanda geçiş özelliği gösterecektir. Güneyde aynı geçiş özelliği Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadası arasında izlenecektir. Minimum sıcaklıklar açısından en sıcak yerler, Gökçeada, Çanakkale $(-7,5\text{ }^{\circ}\text{C})$, Kumköy $(-9,5\text{ }^{\circ}\text{C})$, Sarıyer $(-8,7\text{ }^{\circ}\text{C})$ ve Florya $(-8,1\text{ }^{\circ}\text{C})$ çevreleri olarak öngörülmektedir (Şekil 27).

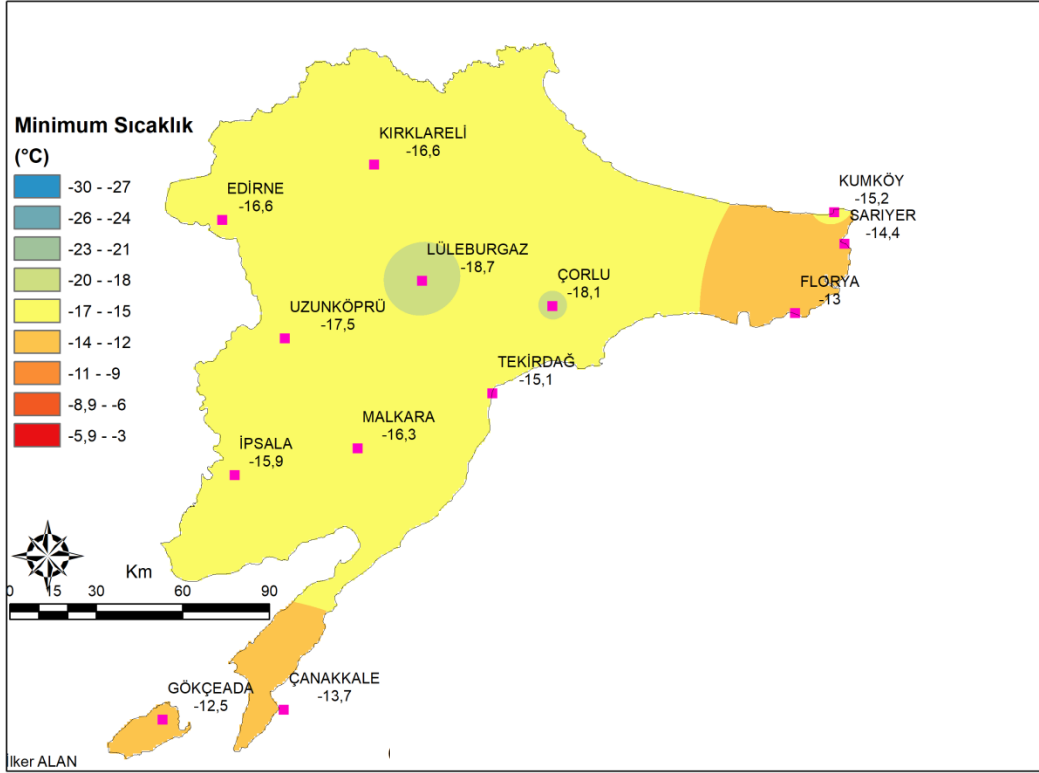


Şekil 27. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5)

İklim modellerinden GFDL RCP4.5 senaryosunun minimum sıcaklık tahmin verilerine göre üretilen haritada, minimum sıcaklıkların Trakya genelinde 3 kuşak halinde ve -12,5 °C (Gökçeada) ile -19,9 °C (Kırklareli) arasında bir dağılışın varlığı görülmektedir. Karadeniz ve İstanbul Boğazı çevresindeki Kumköy (-14,5°C) ve Sarıyer (-13,7°C) ile Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi yakınlarındaki Gökçeada (-12,5°C) ile Çanakkale (-13,7°C) istasyonlarının içinde kaldığı [(-12)-(-14,9)]'lik bir minimum sıcaklık kuşağı mevcuttur. Marmara Denizi'nin Çanakkale-Florya arasında kalan kıyı kesimleri ile Saroz Körfezi'nden başlayıp, Karadeniz kıyılarına kadar iç kesimlerde yayılım gösteren [(-15)-(-17,9)]' lik kuşağın yayıldığı saha izlenmektedir. En düşük sıcaklıkların tahmin edildiği 3'üncü kuşak [(-18)-(-20,9)] içerisinde Edirne (-18,7 °C), Lüleburgaz (-19,1 °C) ve Kırklareli (-19,9 °C)' nin bulunduğu sahalarda kendisini göstermesi beklenmektedir (Şekil 28).



Şekil 28. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)

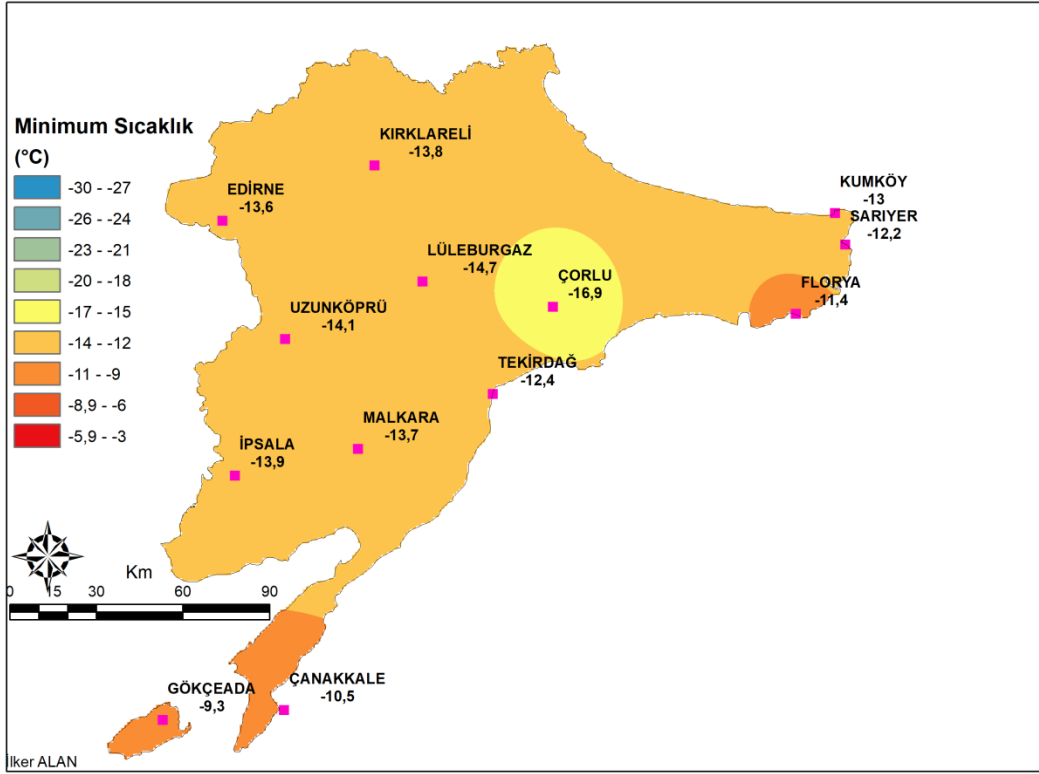


Şekil 29. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5)

GFDL RCP8.5 senaryosunun minimum sıcaklık öngörülerine yönelik verileri haritalandırıldığında 3 kuşak halinde bir minimum sıcaklık dağılışı ortaya çıkmaktadır. En düşük sıcaklık beklentilerinin içinde yer aldığı $[(-18)-(-20,9)]$ ' lik kuşak, aslında Lüleburgaz $(-18,7\text{ °C})$ ve Çorlu $(-18,1\text{ °C})$ yakınlarında nüveler halinde belirmektedir. $[(-15)-(-17,9)]$ ' lik kuşağın yayıldığı saha Saroz Körfezinden başlayıp, Karadeniz kıyılarına kadar iç kesimin genelinde etkili olacaktır. Ayrıca bu kuşak, Marmara Denizi kıyılarına kadar izlenmektedir. $[(-12)-(-14,9)]$ 'lik bir minimum sıcaklık kuşağının İstanbul Boğazı ile Çanakkale Boğazı ve Gökçeada çevrelerinde yayılış göstermesi beklenmektedir (Şekil 29).

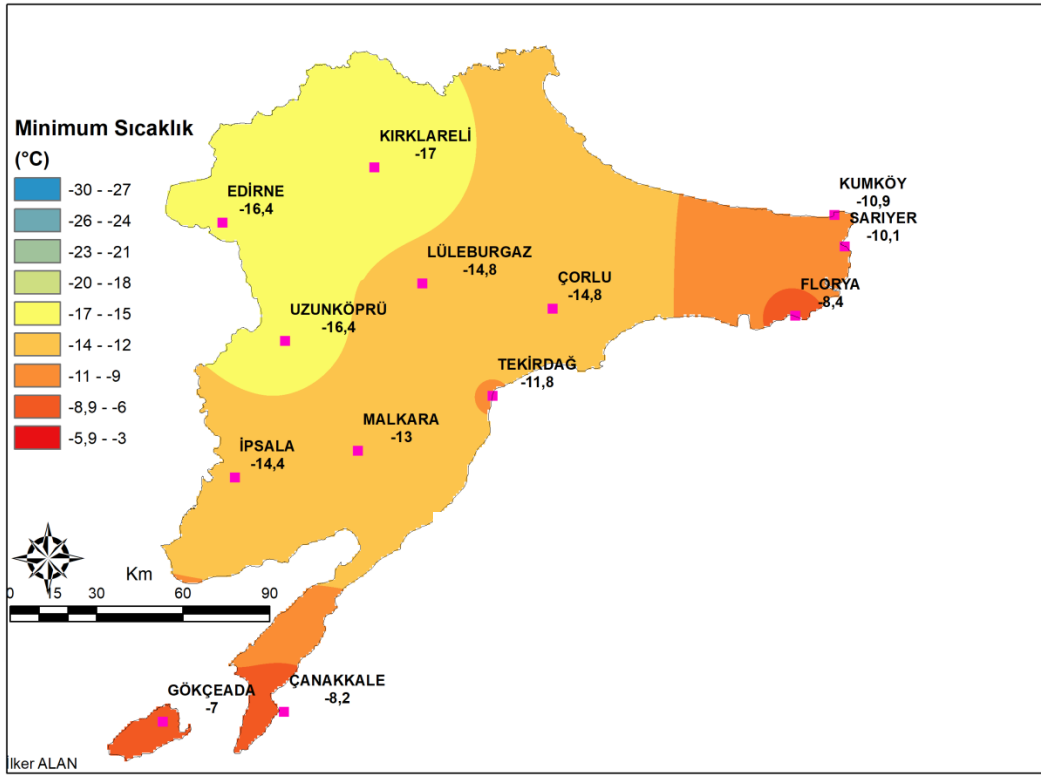
İklim modellerinden MPI RCP4.5 senaryosunun minimum sıcaklık öngörülerine göre üretilen haritada, Çorlu $(-16,9\text{ °C})$ ve yakın çevresinde $[(-15\text{ °C})-(-17\text{ °C})]$ ' lik bir

nüvenin varlığı kendini göstermektedir. Florya (-11,4 °C), Çanakkale (-10,5 °C) ve Gökçeada (-10,5 °C) dışında kalan sahanın tamamında [(-12)-(-14)] °C' lik kuşağın varlığı söz konusudur (Şekil 30).



Şekil 30. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)

MPI RCP8.5 senaryosuna göre üretilen haritada ise [(-15,0)-(-17,0)] °C' lik en düşük sıcaklık kuşağının Uzunköprü (-16,4 °C), Edirne (-16,4 °C) Kırklareli (-17,0 °C) çevresindeki sahalarda yayılış göstereceği beklentisi mevcuttur. Bu kuşak dışında kalan karasal iç kesimlerden kıyı kesimlerine doğru minimum sıcaklıkların değerlerinde bir artış öngörülmektedir. Bu senaryoya göre minimum sıcaklıkların en yüksek değerleri Florya (-8,4 °C), Çanakkale (-18,2 °C) ve Gökçeada (-7,0 °C)' da beklenmektedir (Şekil 31).



Şekil 31. Dönemsel En Düşük Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5)

Genel olarak değerlendirildiğinde 1971-2000; 1981-2010; 1991-2020 dönemlerinde denize yakın MGM istasyonlarında gözlenmiş minimum sıcaklıklarının -7,1 ile -11,7 °C arasında değerler alacağı yönünde bir durum izlenmektedir. Deniz etkisinden uzak ve içeride kalan Lüleburgaz istasyonunda en düşük (-27,8 °C) ve en yüksek (44,6 °C) uç değerler kendini göstermektedir. Tüm model projeksiyonları incelendiğinde ise minimum sıcaklıklar için -23,3 (Çorlu–HadGEM RCP4.5) ve -6,3 (Gökçeada–HadGEM RCP8.5) arasında bir beklenti öngörülmektedir.

8.3. Maksimum Sıcaklıkların Analizi

Maksimum sıcaklıklar açısından bakıldığında durum 1971-2000 döneminde 44,6 °C (Lüleburgaz) ile 37,4 (Florya) olarak karşımıza çıkmaktadır. 1981-2010 döneminde 44,6 °C (Lüleburgaz) ve 38,5 (Florya) arasında değişen maksimum sıcaklıklar

gözlenmiştir. 1991-2020 dönemine gelindiğinde ise maksimum değerler 44,6 °C (Lüleburgaz) ve 39,1 °C (Çanakkale) arasında değişmektedir (Çizelge 8).

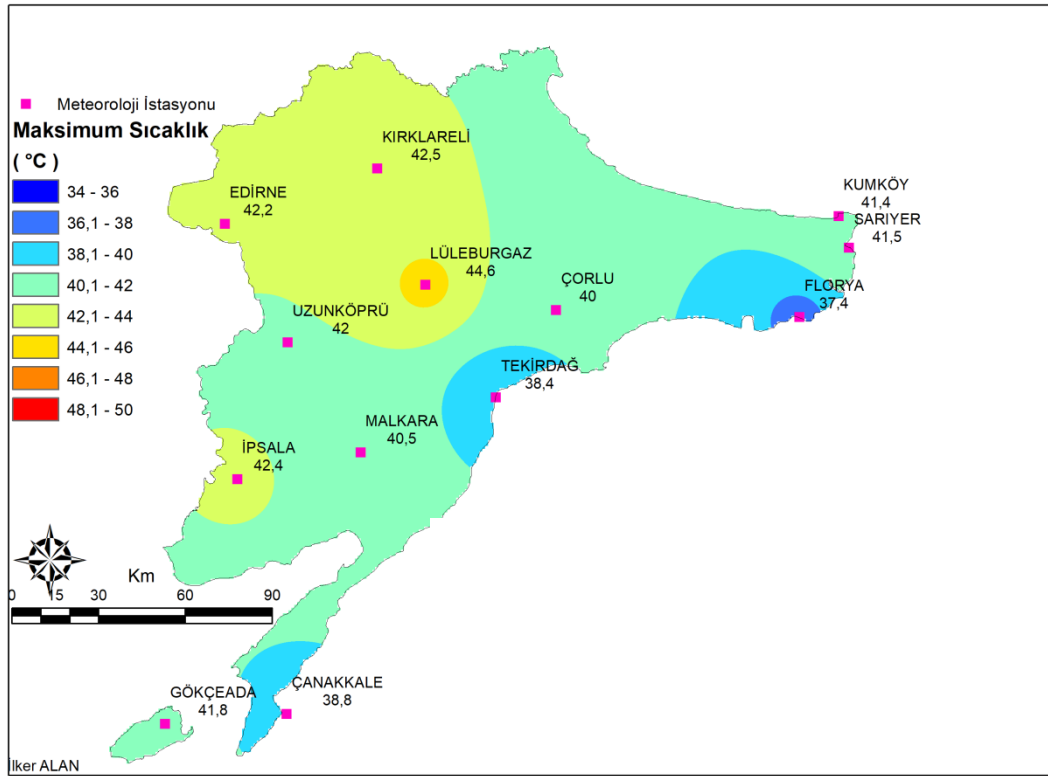
Çizelge 8. Maksimum Sıcaklıkların Maksimumları

İSTASYONLARIN GÖZLENMİŞ SICAKLIK UÇ DEĞERLERİNİN DÖNEMSEL EN YÜKSEK GÜNLÜK DEĞERLERİNDEN OLUŞTURULAN MAKSİMUM SICAKLIKLARIN MAKSİMUMLARI										1971-2000 REFERANS YILINA GÖRE SICAKLIK FARKI (°C)							
İstasyon	1971-2000	1981-2010	1991-2020	2020-2098						1981-2010	1991-2020	2020-2098					
				GFDL45	GFDL85	MPI45	MPI85	HadGEM45	HadGEM85			GFDL45	GFDL85	MPI45	MPI85	HadGEM45	HadGEM85
EDİRNE	42,2	44,1	44,1	46,4	47,7	48,3	50,4	46,6	49,9	1,9	1,9	4,2	5,5	6,1	8,2	4,4	7,7
KIRKLARELİ	42,5	42,5	42,5	43,8	45,9	46,9	49,5	47	48,8	0,0	0,0	1,3	3,4	4,4	7,0	4,5	6,3
ÇORLU	40	40	40	43,6	43,8	44,6	47,6	45,1	46,4	0,0	0,0	3,6	3,8	4,6	7,6	5,1	6,4
TEKİRDAĞ	38,4	40,2	40,2	43,4	43,9	45	48	45,1	46,8	1,8	1,8	5,0	5,5	6,6	9,6	6,7	8,4
KUMKÖY	41,4	41,4	41,4	41,2	43,8	43,6	45,7	44,2	44	0,0	0,0	0,2	2,4	2,2	4,3	2,8	2,6
SARIYER	41,5	41,5	41,5	40,8	43,4	43,2	45,3	43,8	43,6	0,0	0,0	0,7	1,9	1,7	3,8	2,3	2,1
GÖKÇEADA	41,8	41,8	41,8	41,7	44,6	46,7	46,2	44,1	46,3	0,0	0,0	0,1	2,8	4,9	4,4	2,3	4,5
ÇANAKKALE	38,8	39	39,1	42,4	45,3	47,4	46,9	44,8	47	0,2	0,3	3,6	6,5	8,6	8,1	6,0	8,2
UZUNKÖPRÜ	42	42,6	42,6	45,2	47	46,9	50,2	46,4	49	0,6	0,6	3,2	5,0	4,9	8,2	4,4	7,0
LÜLEBURGAZ	44,6	44,6	44,6	45,2	47,1	47,4	49,8	46,7	49,4	0,0	0,0	0,6	2,5	2,8	5,2	2,1	4,8
İPSALA	42,4	42,4	42,4	44,6	46,4	46,4	50,1	45,4	49,9	0,0	0,0	2,2	4,0	4,0	7,7	3,0	7,5
MAŁKARA	40,5	41	41	44,1	45,6	45,4	48,9	44,8	47,7	0,5	0,5	3,6	5,1	4,9	8,4	4,3	7,2
FLORYA	37,4	38,5	39,5	41	44	45,2	46,1	44,5	44,4	1,1	2,1	3,6	6,6	7,8	8,7	7,1	7,0
max	44,6	44,6	44,6	46,4	47,7	48,3	50,4	47	49,9	1,9	2,1	5	6,6	8,6	9,6	7,1	8,4
min	37,4	38,5	39,1	40,8	43,4	43,2	45,3	43,8	43,6	0	0	0,1	1,9	1,7	3,8	2,1	2,1

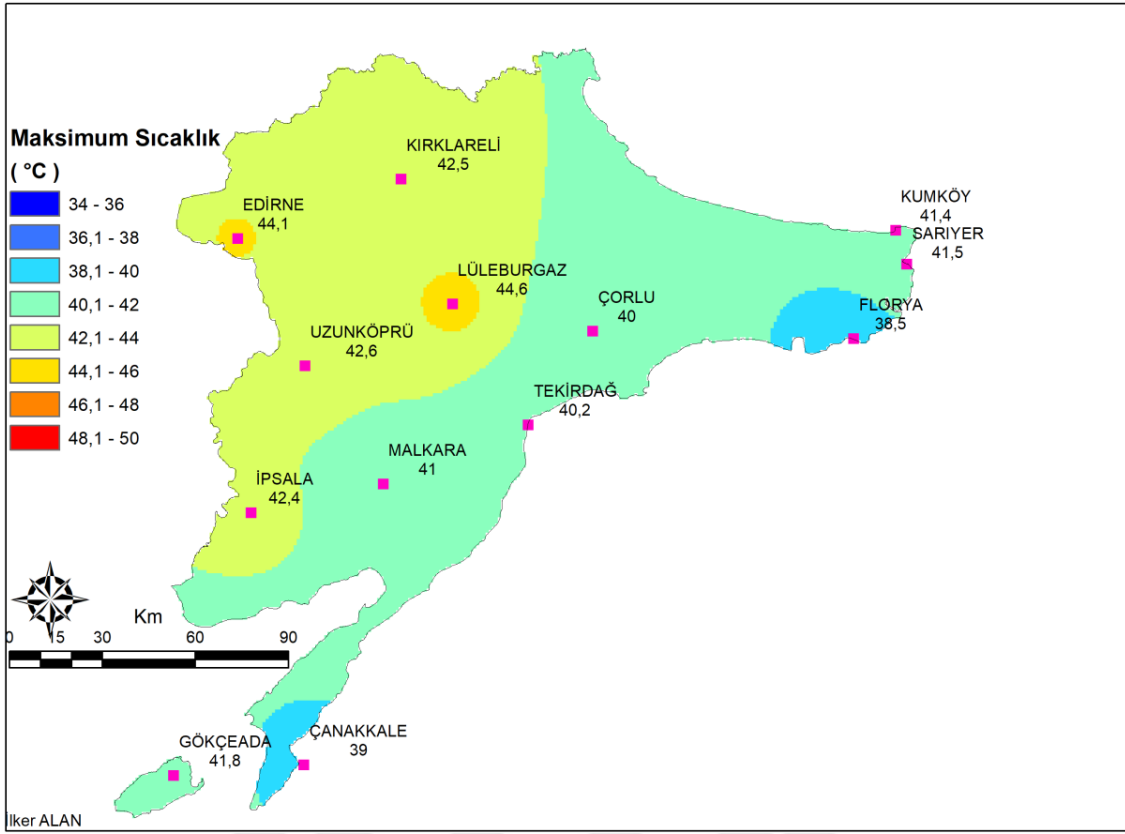
2020-2098 dönemi için model projeksiyonlarına ait öngörülere bakıldığında, GFDL RCP4.5 Senaryosunda, 46,4 °C (Edirne) ve 40,8 °C (Sarıyer)'lik maksimum sıcaklık aralığından beklenti mevcut iken, RCP8.5 Senaryosu için ise 47,7 °C (Edirne) ve 45,3°C (Sarıyer) arasında değişen öngörülere mevcuttur. MPI RCP4.5 senaryosu bu maksimum sıcaklık aralığını 48,3 °C (Edirne) ve 43,2 °C (Sarıyer) arasında tahmin ederken RCP8.5 senaryosunda ise maksimum değerler 50,4 °C (Edirne) ile 45,3 °C (Sarıyer) arasında değişmektedir. HadGEM RCP4.5 senaryosunun öngörüsü 47 °C (Kırklareli) ve 43,8 °C (Sarıyer) arasındadır. HadGEM RCP8.5 senaryosunda bu aralık 49,9 °C (Edirne) ve 43,6 °C (Sarıyer) arasında değişkenlik göstermektedir (Çizelge 8). 1971-2000 referans dönemine göre, 1981-2010 ve 1991-2020 dönemleri gözlem verileri karşılaştırıldığında iç kesimlerde yer alan Kırklareli, Çorlu, İpsala ve Lüleburgaz istasyonları ile kıyıdaki Kumköy, Sarıyer ve Gökçeada istasyonları için maksimum sıcaklıklar açısından herhangi bir değişiklik yoktur. Ancak, iç kesimlerdeki Edirne,

Uzunköprü ve Malkara ile kıyıda bulunan Tekirdağ, Çanakkale, Florya istasyonlarında maksimum sıcaklıklarda artışlar kaydedilmiştir.

1971-2000 döneminde en yüksek değerin 42-44°C'lik kuşakta ve Uzunköprü-Lüleburgaz-Çorlu hattı boyunca içinde Ergene Nehri'nin yer aldığı olukta yer alan Lüleburgaz (44,6 °C)' da gözlendiği görülecektir. Bu kuşağı çevreleyen 40-42°C kuşağında ise Uzunköprü (42 °C), Malkara (40,5 °C), Çorlu (40 °C), Gökçeada (41,8 °C) Kumköy (41,4 °C) ve Sarıyer (41,5°C) yer almaktadır. Bu kuşak kıyı kesimlerine kadar yayılış göstermektedir. Maksimum sıcaklıkların en düşük değerleri Marmara Denizi kıyılarındaki Çanakkale (38,8 °C), Tekirdağ (38,4 °C) ve Florya (37,4 °C) çevrelerinde nüveler olarak izlenmektedir (Şekil 32).



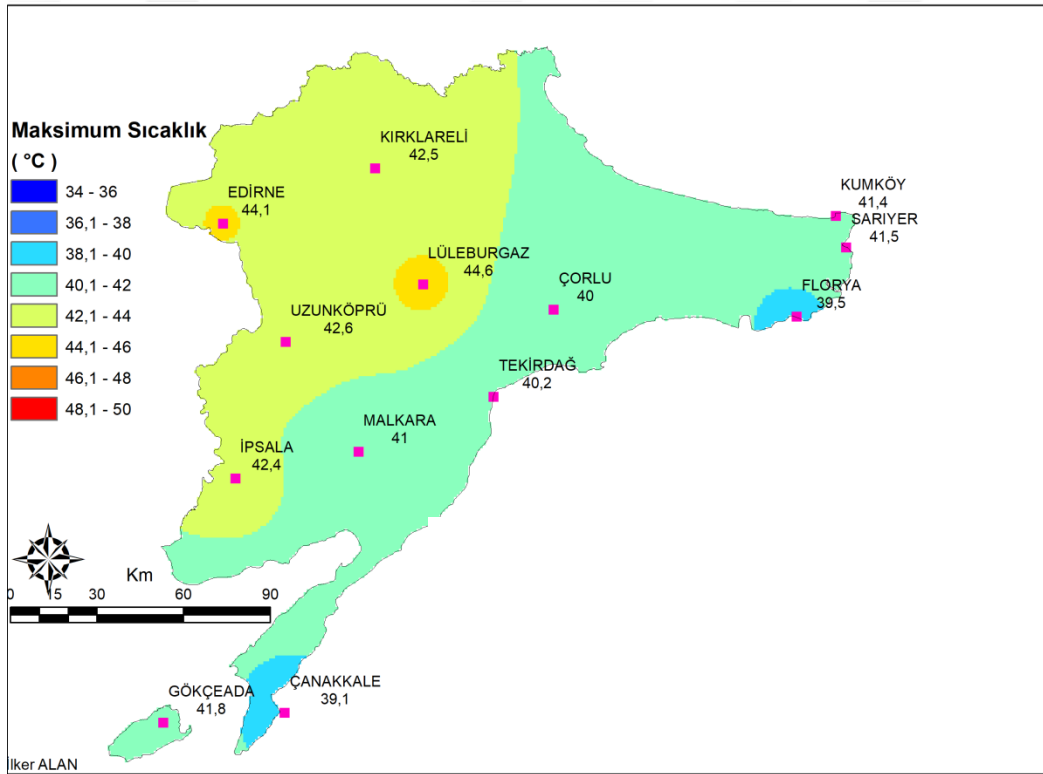
Şekil 32. Dönemsel Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (1971-2000)



Şekil 33. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (1981-2010)

1981-2010 dönemi en yüksek sıcaklıkların dağılışı incelendiğinde, en yüksek değer 1971-2000 döneminde olduğu gibi Lüleburgaz (44,6 °C)' da ölçülmüştür. Bunu çevreleyen 42-44 °C' lik kuşağın içinde bir önceki iklim normali dönemine göre Edirne (1,9 °C) ve Uzunköprü (0,6 °C)' nün sıcaklık artışıyla birlikte yer aldığı, Kırklareli ve İpsala'nın ise bir önceki dönem ile aynı maksimum değerlere sahip olduğu görülmektedir. 40-42 °C kuşağı içinde kalan Malkara (0,5 °C) ve Tekirdağ (2,2 °C) çevresindeki sıcaklık artışıyla birlikte bu kuşağın alanını genişlettiği açıkça izlenmektedir. Aynı sıcaklık artışı, kıyı kesimindeki Çanakkale (0,2 °C) ve iklim normalleri açısından maksimum sıcaklıkların en düşük değerine sahip olan Florya (1,1 °C) istasyonunda da mevcuttur. Genel hatlarıyla Trakya'nın oldukça büyük bir kesiminde maksimum sıcaklıkların artışı söz konusudur (Şekil 33).

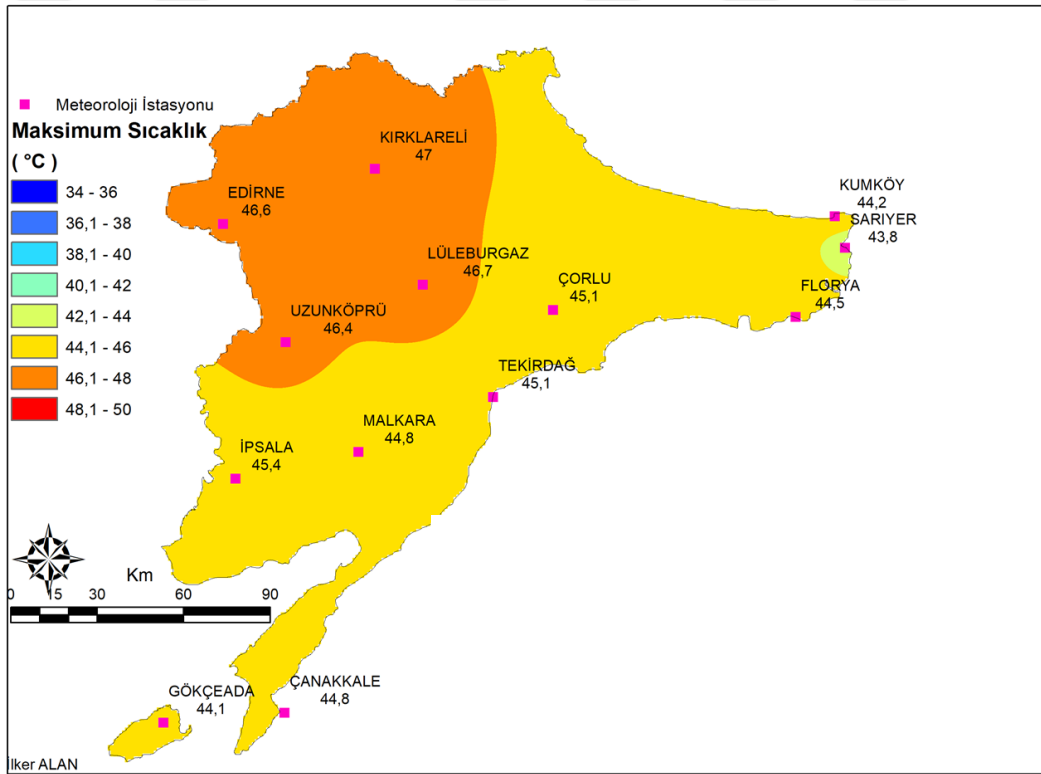
1991-2020 dönemine gelindiğinde, maksimum sıcaklıkların Trakya genelinde 1981-2010 dönemine benzer bir dağılış gösterdiği, hatta kıyıda Çanakkale (0,1 °C) ve Florya (1,5 °C)'da sıcaklık artışının devam ettiği görülmektedir. 44-46 °C kuşağının içinde Edirne (44,1 °C) ve Lüleburgaz (44,6 °C) yer almaktadır. Maksimum sıcaklıkların Marmara Denizi kıyılarındaki Çanakkale (39,1 °C) ve Florya (35,5 °C) çevrelerinde en düşük değerleri sergilediği bir durum söz konusudur. Bir önceki iklim normali dönemine göre maksimum sıcaklıklarda Çanakkale (0,5 °C) ve Florya (1,0 °C)'lik artışa sahne olmaktadır (Şekil 34).



Şekil 34. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (1991-2020)

HadGEM RCP4.5 senaryosunun maksimum sıcaklık öngörülerine göre, maksimum sıcaklıkların Trakya genelinde 3 kuşak halinde ve 43,8 °C (Sarıyer) ile 47 °C (Kırklareli) arasında değişen bir dağılışının varlığı söz konusudur. En düşük maksimum sıcaklıkların Sarıyer (43,8 °C) çevresinde bir nüve olarak varlığı dikkati

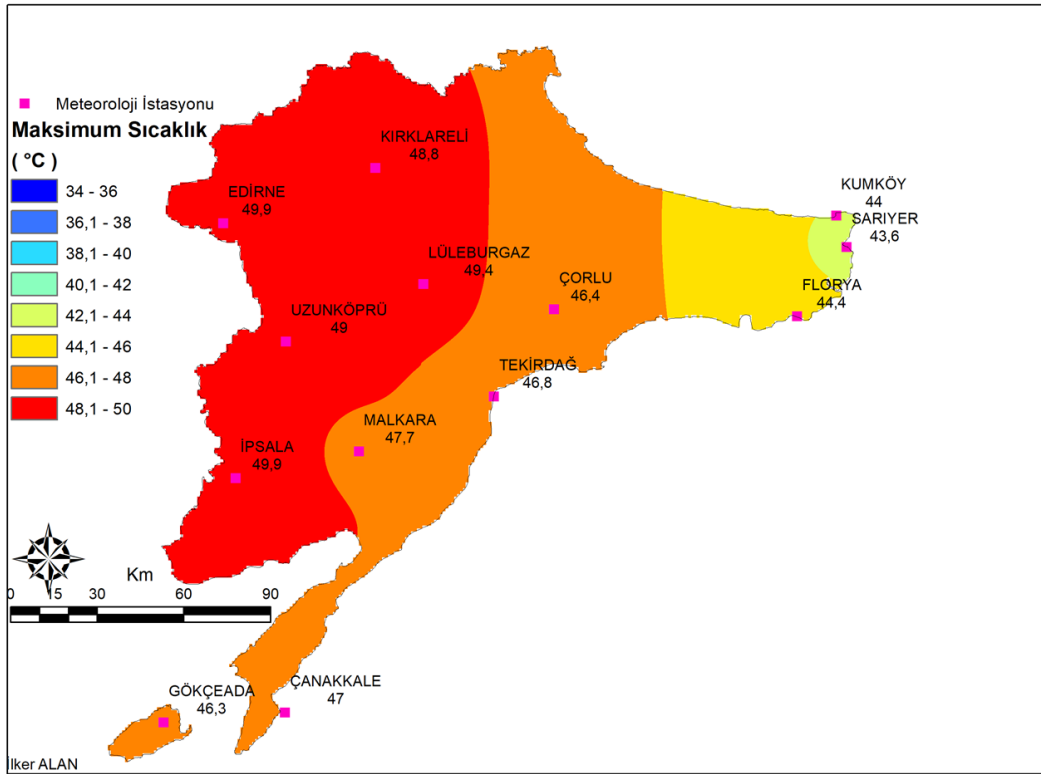
çekmektedir. Bu nüveyi çevreleyen (44,1-46,0 °C) kuşağın, Trakya'yı üç taraftan çevreleyen kıyı kesimlerinden içerilere doğru oldukça geniş alanlara yayılışı izlenmektedir. Bu kuşakta, Kumköy (44,2 °C), Sarıyer (43,8 °C), Florya (44,5 °C), Çorlu (45,1 °C), Tekirdağ (45,1 °C), Malkara (44,8 °C), İpsala (45,4 °C), Çanakkale (44,8 °C) ve Gökçeada (44,1 °C) yer almaktadır. Bu kuşağın dışında kalan 46,1-48,0 °C kuşağı en yüksek sıcaklık değerlerinin ortaya çıkacağı yerler olarak öngörülmektedir. Bu alan içerisinde Uzunköprü (46,4 °C), Lüleburgaz (46,7 °C), Edirne (46,6 °C) ve Kırklareli (47 °C) yer alacaktır (Şekil 35).



Şekil 35. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5)

HadGEM RCP8.5 senaryosunun maksimum sıcaklık öngörülerine göre, maksimum sıcaklıkların RCP4.5 senaryosuna göre daha da artacağı, Trakya genelinde 4 kuşak halinde ve 43,6 °C (Sarıyer) ile 49,9 °C (Edirne ve İpsala) arasında değişen bir dağılışının varlığı söz konusu olacaktır. En düşük maksimum sıcaklık değerleri, Sarıyer

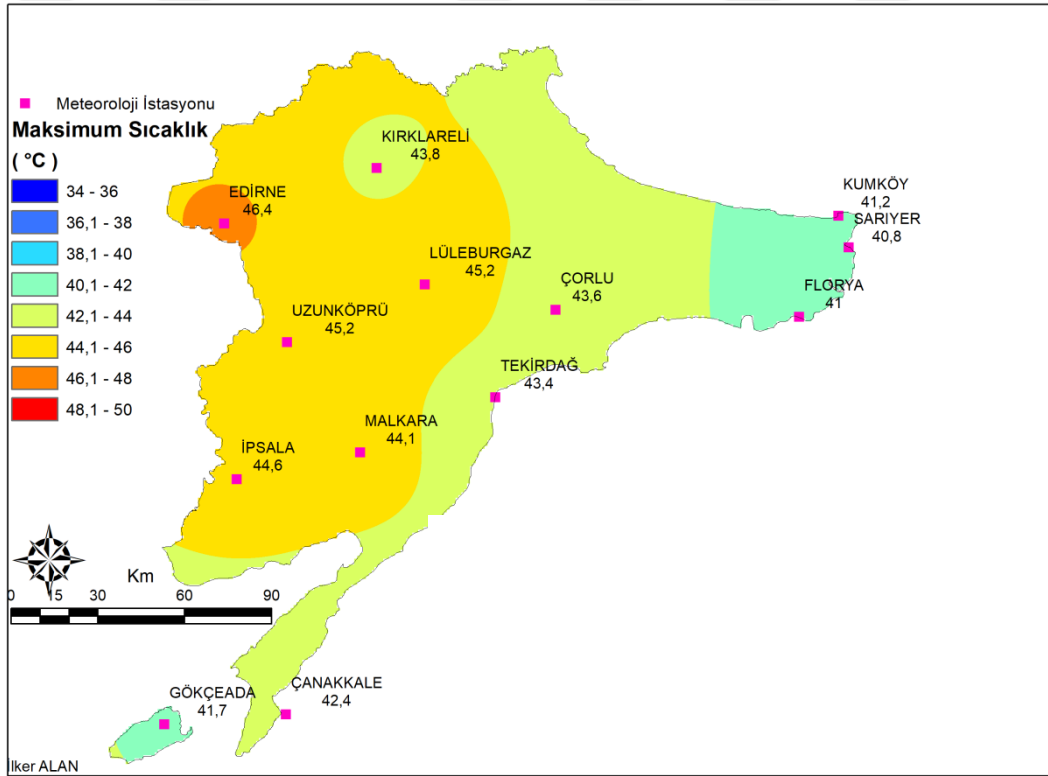
(43,6 °C) ve Kumköy (44°C) çevresinde bir nüve olarak dikkati çekmektedir. Bu nüveyi çevreleyen (44,1-46 °C) kuşağı Karadeniz kıyı kesiminden Marmara Denizi'ne doğu K-G yönlü dar bir geçiş kuşağı olarak belirecektir. Florya (44,5 °C) bu kuşakta yer alacaktır. Kuzeyde Karadeniz kıyılarından başlayarak Marmara Denizi'nden güneye doğru Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezine kadar olan kesimden içerilere doğru 46,1-48 °C kuşağı etkili olacaktır. En yüksek maksimum sıcaklıkların öngörüldüğü 48,1-50 °C kuşağında ise Kırklareli (48,8 °C), Edirne (49,9 °C), İpsala (49,9 °C), Uzunköprü (49°C) ve Kırklareli (48,8 °C) çevreleri bulunacaktır (Şekil 36).



Şekil 36. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5)

GFDL RCP4.5 senaryosunun maksimum sıcaklık öngörülerine göre maksimum sıcaklıkların Trakya genelinde 4 kuşak halinde ve 40,8 °C (Sarıyer) ile 46,4 °C (Edirne) arasında değişen bir dağılışı söz konusu olacaktır. En düşük maksimum sıcaklıkların Sarıyer (40,8 °C), Florya (41 °C) ve Kumköy (41,1°C) çevreleri ile Gökçeada (41,7°C) var olacağı öngörülmektedir. Karadeniz kıyı kesiminden Marmara Denizi'ne doğu K-G

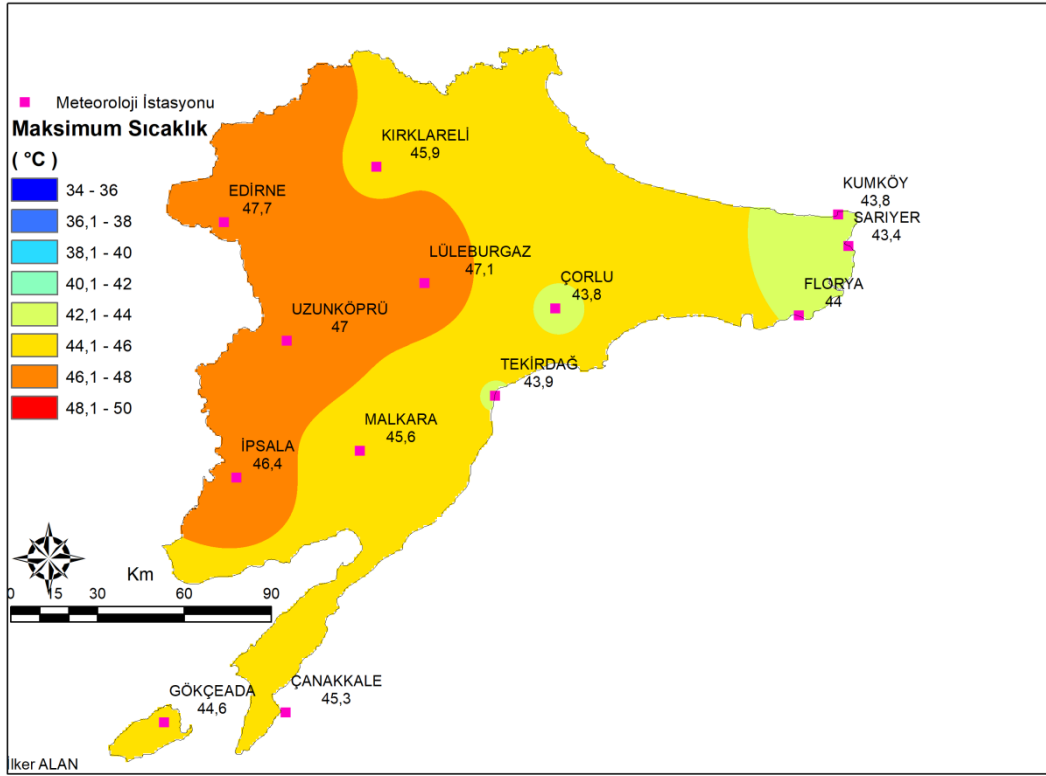
yönlü 42,1-44,0 °C kuşağı olarak belirecek olup, Çorlu (43,6 °C), Tekirdağ (43,4°C) ve Çanakkale (42,4) bu kuşakta yer alacaktır. Bu kuşak Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi çevrelerinde de etkisini gösterecektir. Bu kuşak içinde Kırklareli (43,8°C)'nin bir nüve olarak belireceği öngörüsü ilgi çekicidir. Bunun dışında kalan oldukça geniş kesimde 44,6-46°C kuşağı hissedilecek olup, Lüleburgaz (45,2°C), Uzunköprü (45,2°C) ve İpsala (44,6°C) bu kuşak içinde yer alacaktır. En yüksek maksimum sıcaklıkların öngörüldüğü 48,1-50,0 °C kuşağında ise Edirne (46,4 °C) çevresi bulunacaktır (Şekil 37).



Şekil 37. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)

GFDL RCP8.5 senaryosunun maksimum sıcaklık öngörülleri HadGEM RCP4.5 senaryosuna oldukça benzer öngörülerde bulunmaktadır. Maksimum sıcaklıkların Trakya genelinde yine 3 kuşak halinde ve 43,4 °C (Sarıyer) ile 47, °C (Edirne) arasında değişen bir dağılışı söz konusu olacaktır. En düşük maksimum sıcaklıkların Sarıyer

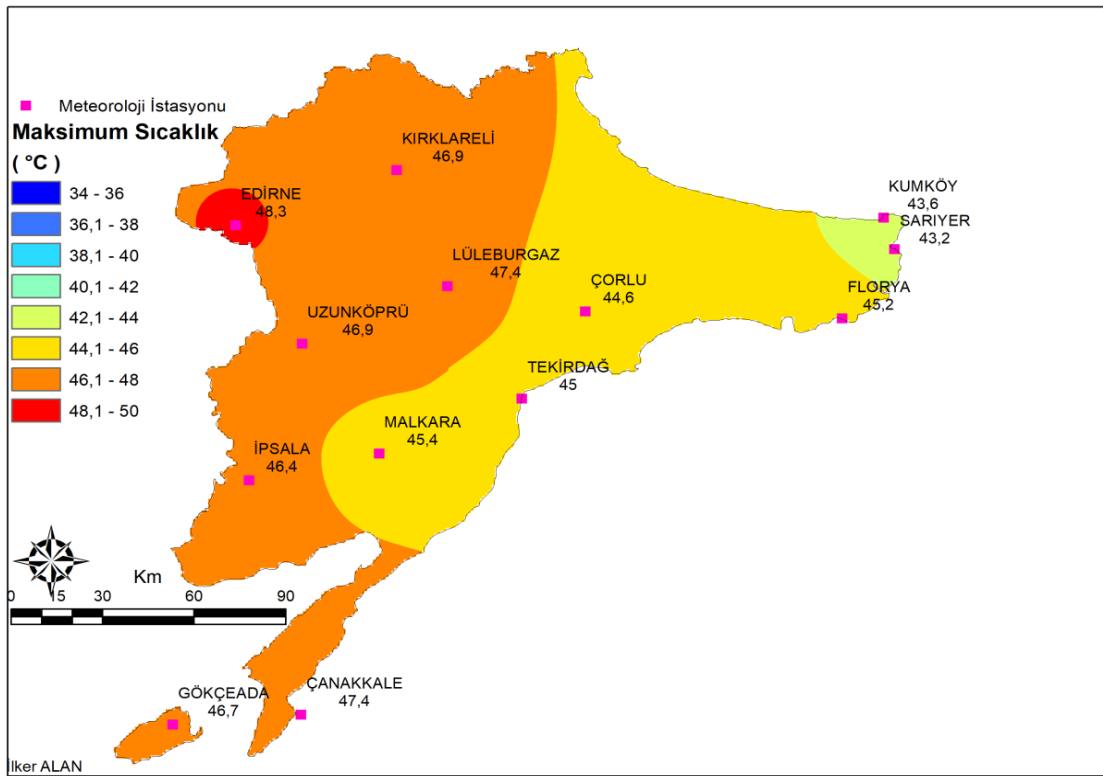
(43,4 °C), Çorlu (43,8 °C) ve Tekirdağ (43,9 °C) çevrelerinde belirecek nüvelerde gözlemleneceği öngörülmektedir. Bu nüveleri çevreleyen (44,1-46,0 °C) kuşağı Trakya kıyı kesimlerinden içerilere doğru yayılımı izlenmektedir. Bu kuşakta, Kırklareli (45,9 °C), Malkara (45,6 °C), Çanakkale (45,3 °C) ve Gökçeada (44,6 °C) yer almaktadır. İpsala (46,4°C), bu senaryoya göre 46,1-48,0 °C kuşağına katılacaktır. Edirne (47,7°C) ve Uzunköprü (47°C) ile en yüksek sıcaklık değerlerinin izleneceği yerler arasında yer alacaktır (Şekil 38).



Şekil 38. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5)

MPI RCP4.5 senaryosunun maksimum sıcaklık öngörülleri GFDL RCP8.5 senaryosuna oldukça benzer öngörüllerde bulunmaktadır. Maksimum sıcaklıkların Trakya genelinde yine 4 kuşak halinde ve 43,2 °C (Sarıyer) ile 48,3 °C (Edirne) arasında değişen bir dağılışı söz konusu olacaktır. En düşük maksimum sıcaklıkların Sarıyer (43,2 °C) ve Kumköy (43,9 °C) çevrelerinde belirecek nüvede gözlemleneceği öngörülmektedir. Bu nüveyi çevreleyen (44,1-46,0 °C) kuşağı Trakya kıyı

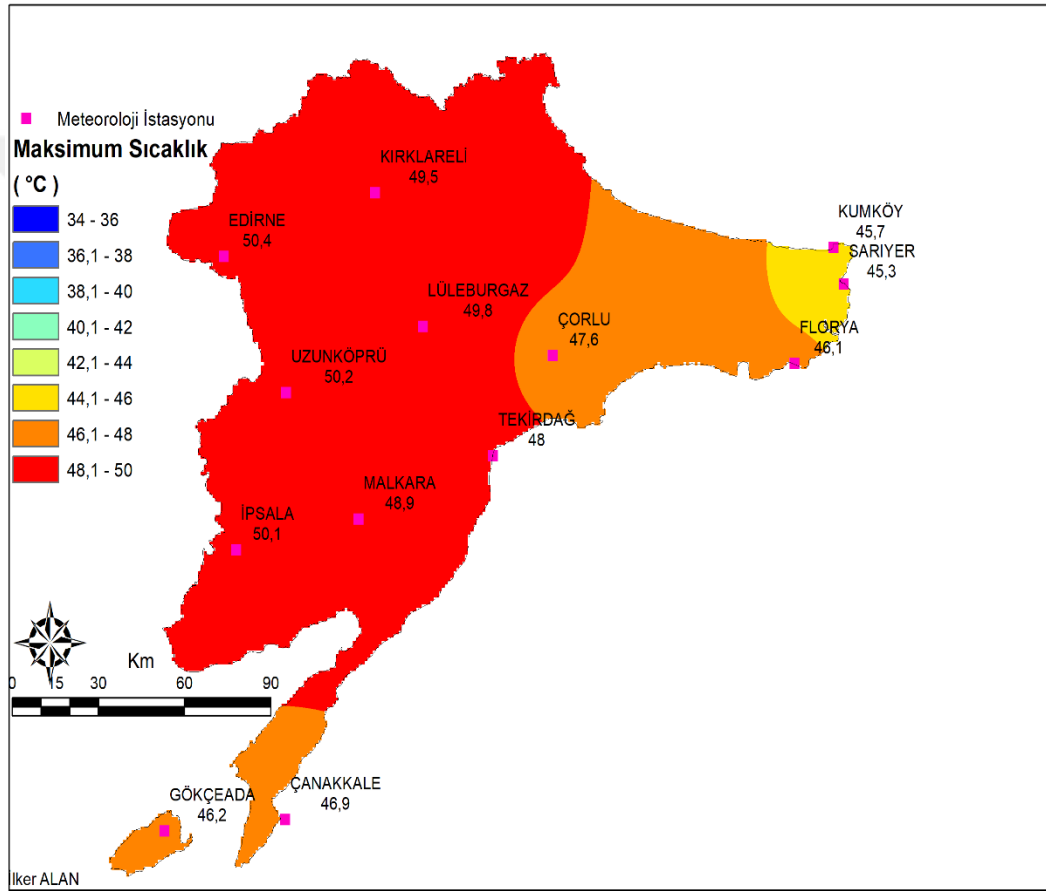
kesimlerinden içerilere doğru yayılışı izlenmektedir. Bu kuşakta, Çorlu (44,6°C), Tekirdağ (45°C) ve Malkara (45,4°C) yer alacaktır. Kırklareli (46,9 °C), Lüleburgaz (47,4°C), Uzunköprü (46,9°C), İpsala (46,4°C), Çanakkale (47,4 °C) ve Gökçeada (46,7 °C) çevrelerinde ise 46,1-48,0°C kuşağının etkili olacağı öngörülmektedir. Bu senaryoya göre Edirne (48,3°C) çevresi en yüksek maksimum sıcaklık değerlerinin izleneceği yer olarak kendini gösterecektir (Şekil 39).



Şekil 39. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)

MPI RCP8.5 senaryosu en yüksek maksimum sıcaklık değerlerini öngören senaryo olarak karşımıza çıkmaktadır. Maksimum sıcaklıkların Trakya genelinde yine 3 kuşak halinde ve 45,3 °C (Sarıyer) ile 50,4 °C (Edirne) arasında değişeceği öngörülmektedir. En düşük maksimum sıcaklıkların, diğer senaryolarda olduğu gibi Sarıyer (45,3 °C), Kumköy (45,7°C) çevrelerinde belirecek nüvede gözlemleneceği öngörülmektedir. 46,1-48,0 °C kuşağının Karadeniz kıyılarından başlayarak, Çorlu

(47,6°C)' yu da içine alarak, Marmara Denizi kıyılarına doğru etkili olacağı, güneyde ise Gelibolu Yarımadası çevreleri ile Çanakkale (46,9°C) ve Gökçeada (46,2°C)' da görüleceği bir beklenti söz konusudur. Bunun dışında kalan oldukça geniş alanda 48,1-50,0 °C kuşağının varlığı öngörülmektedir. Bu kuşak, Saroz Körfezi kıyılarından başlayıp kuzeye doğru İpsala (50,1°C), Malkara (48,9°C), Tekirdağ (48°C), Uzunköprü (50,2°C), Edirne (50,4°C) ve Kırklareli (48,5°C) çevrelerinden Karadeniz kıyılarına kadar sokulacaktır (Şekil 40).



Şekil 40. Dönemsel En Yüksek Sıcaklıkların Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5)

Genel olarak değerlendirildiğinde 1971-2000; 1981-2010; 1991-2020 dönemlerinde denize yakın MGM istasyonlarında gözlenmiş maksimum sıcaklıklarının 37,4 °C (Florya) ile 44,6 °C (Lüleburgaz) arasında değerler aldığı görülmektedir. Deniz etkisinden uzak ve içeride kalan Lüleburgaz istasyonunda en yüksek sıcaklık değerine ulaşırken, kıyıdaki Florya'da maksimum sıcaklıkların en düşük uç değeri gözlenmiştir.

Tüm model projeksiyonlarında ise maksimum sıcaklıklarda bu beklenti 50,4 (Edirne-MPI RCP8.5) ile 40,8 °C (Sarıyer-GFDL RCP4.5) arasında değişkenlik göstereceği yönünde model öngörülleri mevcuttur.

8.4. Sıcaklık Genliğinin Analizi

MGM istasyonlarında ölçülmüş (1971-2000; 1981-2010; 1991-2020) ve model projeksiyonları verilerinden (2020-2098) en yüksek ve en düşük sıcaklık uç değerlerinin dönemsel günlük maksimum ve minimum değerlerine ait veri seti oluşturulmuştur (Çizelge 9). Bu veri seti içerisindeki dönemsel en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri belirlenerek, her bir istasyon için sıcaklık genliğinin ana hatlarını ortaya koymak için hesaplamalar yapılarak, çizelge, grafik ve haritalar üretilmiştir. Böylece, sıcaklık genliğindeki dağılışın alansal, zamansal ve mekânsal kalıpları incelenerek, 1970-2000 dönemi referans kabul edilerek, 30’ar yıllık diğer iki normal dönemi (1971-2000;1981-2100) ve iklim modelleri (2020-2098) dönemi ile karşılaştırılarak, değişim ortaya konulmak istenmiştir.

Çizelge 9. Dönemsel Maksimum ve Minimum Sıcaklıkların En Değerleri

istasyon	1971-2000		1981-2010		1991-2020		GFDL 2020-2098				MPI 2020-2098				HadGEM 2020-2098			
							RCP4.5		RCP8.5		RCP4.5		RCP8.5		RCP4.5		RCP8.5	
	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn	Mx	Mn
EDİRNE	42.2	-19	44.1	-19	44.1	-15.2	46.4	-18.7	47.7	-16.6	48.3	-13.6	50.4	-16.4	46.6	-22.1	49.9	-14.3
KIRKLARELİ	42.5	-15.8	42.5	-15	42.5	-14.8	43.8	-19.9	45.9	-16.6	46.9	-13.8	49.5	-17	47	-18.8	48.8	-13.7
ÇORLU	40	-17.5	40	-17.5	40	-14.4	43.6	-17.2	43.8	-18.1	44.6	-16.9	47.6	-14.8	45.1	-23.3	46.4	-15.5
TEKİRDAĞ	38.4	-11.7	40.2	-11.5	40.2	-11.5	43.4	-15.2	43.9	-15.1	45	-12.4	48	-11.8	45.1	-16.8	46.8	-12.9
KUMKÖY	41.4	-10.4	41.4	-10.4	41.4	-8.2	41.2	-14.5	43.8	-15.2	43.6	-13	45.7	-10.9	44.2	-9.6	44	-9.5
SARIYER	41.5	-9.8	41.5	-8.4	41.5	-7.1	40.8	-13.7	43.4	-14.4	43.2	-12.2	45.3	-10.1	43.8	-8.8	43.6	-8.7
GÖKÇEADA	41.8	-8.1	41.8	-8.9	41.8	-8.9	41.7	-12.5	44.6	-12.5	46.7	-9.3	46.2	-7	44.1	-9.8	46.3	-6.3
ÇANAKKALE	38.8	-8.8	39	-11.2	39.1	-11.2	42.4	-13.7	45.3	-13.7	47.4	-10.5	46.9	-8.2	44.8	-11	47	-7.5
UZUNKÖPRÜ	42	-22	42.6	-22	42.6	-17.8	45.2	-17.5	47	-17.5	46.9	-14.1	50.2	-16.4	46.4	-21.2	49	-14.9
LÜLEBURGAZ	44.6	-27.8	44.6	-27.8	44.6	-19.4	45.2	-19.1	47.1	-18.7	47.4	-14.7	49.8	-14.8	46.7	-20.3	49.4	-16.2
İPSALA	42.4	-18	42.4	-18	42.4	-14.3	44.6	-17.5	46.4	-15.9	46.4	-13.9	50.1	-14.4	45.4	-16.8	49.9	-15.1
MALKARA	40.5	-14.4	41	-14.4	41	-14.6	44.1	-17.1	45.6	-16.3	45.4	-13.7	48.9	-13	44.8	-20.6	47.7	-13
FLORYA	37.4	-10	38.5	-10	39.5	-7.2	41	-15.1	44	-13	45.2	-11.4	46.1	-8.4	44.5	-10.2	44.4	-8.1
Minimum	37.4	-27.8	38.5	-27.8	39.1	-19.4	40.8	-19.9	43.4	-18.7	43.2	-16.9	45.3	-17	43.8	-23.3	43.6	-16.2
Maximum	44.6	-8.1	44.6	-8.4	44.6	-7.1	46.4	-12.5	47.7	-12.5	48.3	-9.3	50.4	-7	47	-8.8	49.9	-6.3

Çizelge 10. Dönemsel Sıcaklık Genliği

İstasyon	1971-2000	1981-2010	1991-2020	GFDL45	GFDL85	MPI45	MPI85	HadGEM45	HadGEM85
EDİRNE	61,2	63,1	59,3	65,1	64,3	61,9	66,8	68,7	64,2
KIRKLARELİ	58,3	57,5	57,3	63,7	62,5	60,7	66,5	65,8	62,5
ÇORLU	57,5	57,5	54,4	60,8	61,9	61,5	62,4	68,4	61,9
TEKİRDAĞ	50,1	51,7	51,7	58,6	59	57,4	59,8	61,9	59,7
KUMKÖY	51,8	51,8	49,6	55,7	59	56,6	56,6	53,8	53,5
SARIYER	51,3	49,9	48,6	54,5	57,8	55,4	55,4	52,6	52,3
GÖKÇEADA	49,9	50,7	50,7	54,2	57,1	56	53,2	53,9	52,6
ÇANAKKALE	47,6	50,2	50,3	56,1	59	57,9	55,1	55,8	54,5
UZUNKÖPRÜ	64	64,6	60,4	62,7	64,5	61	66,6	67,6	63,9
LÜLEBURGAZ	72,4	72,4	64	64,3	65,8	62,1	64,6	67	65,6
İPSALA	60,4	60,4	56,7	62,1	62,3	60,3	64,5	62,2	65
MALKARA	54,9	55,4	55,6	61,2	61,9	59,1	61,9	65,4	60,7
FLORYA	47,4	48,5	46,7	56,1	57	56,6	54,5	54,7	52,5
Max	72,4	72,4	64	65,1	65,8	62,1	66,8	68,7	65,6
Min	47,4	48,5	46,7	54,2	57	55,4	53,2	52,6	52,3

1971-2000; 1981-2010; 1991-2020 dönemleri MGM gözlem verileri ile hesaplanan sıcaklık genliği için en yüksek değer aralığı Lüleburgaz (72,4°C), en düşük değer aralığı ise Florya (47,4°C) istasyonunda görülmektedir (Çizelge 10). Lüleburgaz 72,4 °C'lik sıcaklık genliğine sahip olma özelliğini 1971-2000 ve 1981-2000 dönemlerinde korumuştur. Bu durum, Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) tarafından bilimsel araştırmalarda kullanımı tavsiye edilen 30'ar yıllık iki iklim normali dönemi (1971-2000;1981-2100) için gözlem verileri incelendiğinde açıkta görülmektedir. Söz konusu bu dönemlerdeki maksimum sıcaklıkların en yükseği (44,6°C) ile minimum sıcaklıkların (-27,8°C) en düşük değerinin Lüleburgaz istasyonunda ölçülerek kayıt altına alınmış olmasından kaynaklanmaktadır. Çizelge 10 incelendiğinde üç iklim normali dönemi (1971-2000;1981-2010;1991-2020) için sıcaklık genliğinin kıyıda yer alan istasyonlarda 46,7 °C (Florya, 1991-2000) ile 51,8 °C (Kumköy, 1971-2000;1981-2010) arasında değiştiği görülmektedir. Bir başka deyişle kıyı kesimlerindeki yerler için sıcaklık genliğinin değişimi 5,1°C olarak karşımıza çıkmaktadır. Denizden içerideki karasal alanlarda ise 54,4 °C (Çorlu, 1991-2020) ile 72,4 °C (Lüleburgaz, 1971-2000;1981-2010) arasında değişkenlik gösteren sıcaklık genliği söz konusudur. Yani, iç

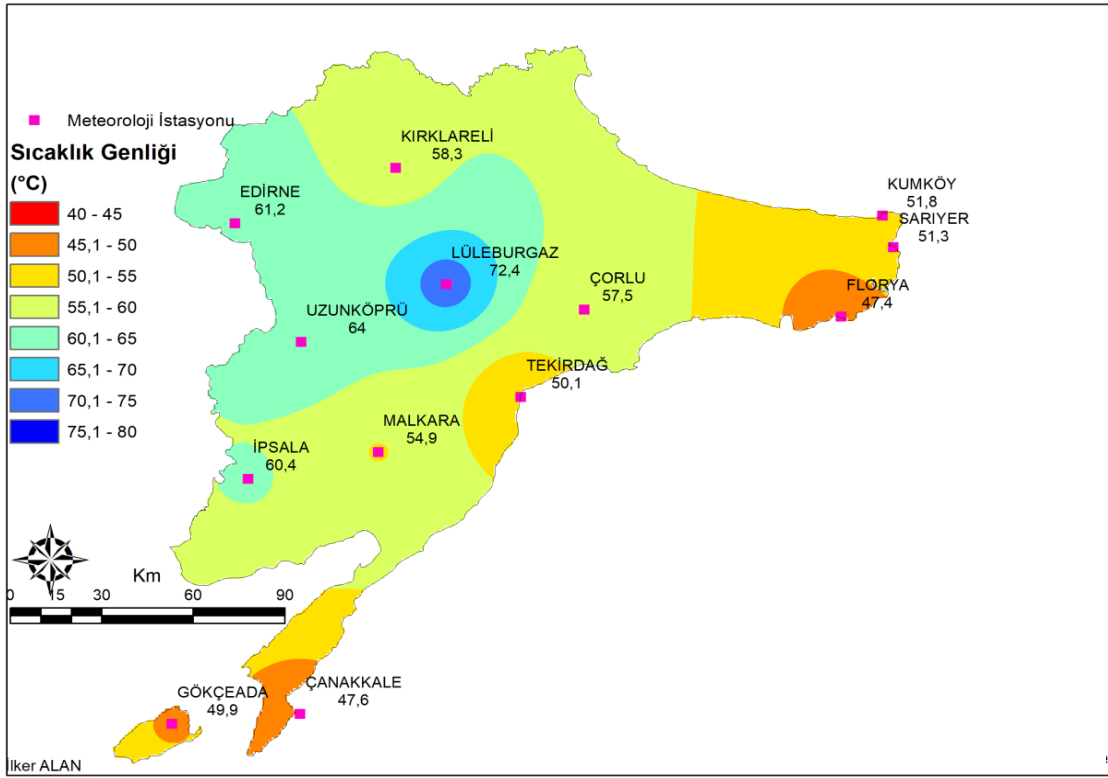
kesimlerdeki istasyonlarda sıcaklık genliğinin en düşük ve en yüksek değeri arasındaki fark 18 °C olarak belirlemektedir.

Çizelge 11. Sıcaklık Genliği Kuşakları

KUŞAK NUMARASI	SICAKLIK ARALIĞI (°C)
1	40,0-45,0
2	45,1-50,0
3	50,1-55,0
4	55,1-60,0
5	60,1-65,0
6	65,1-70,0
7	70,1-75,0
8	75,1-80,0

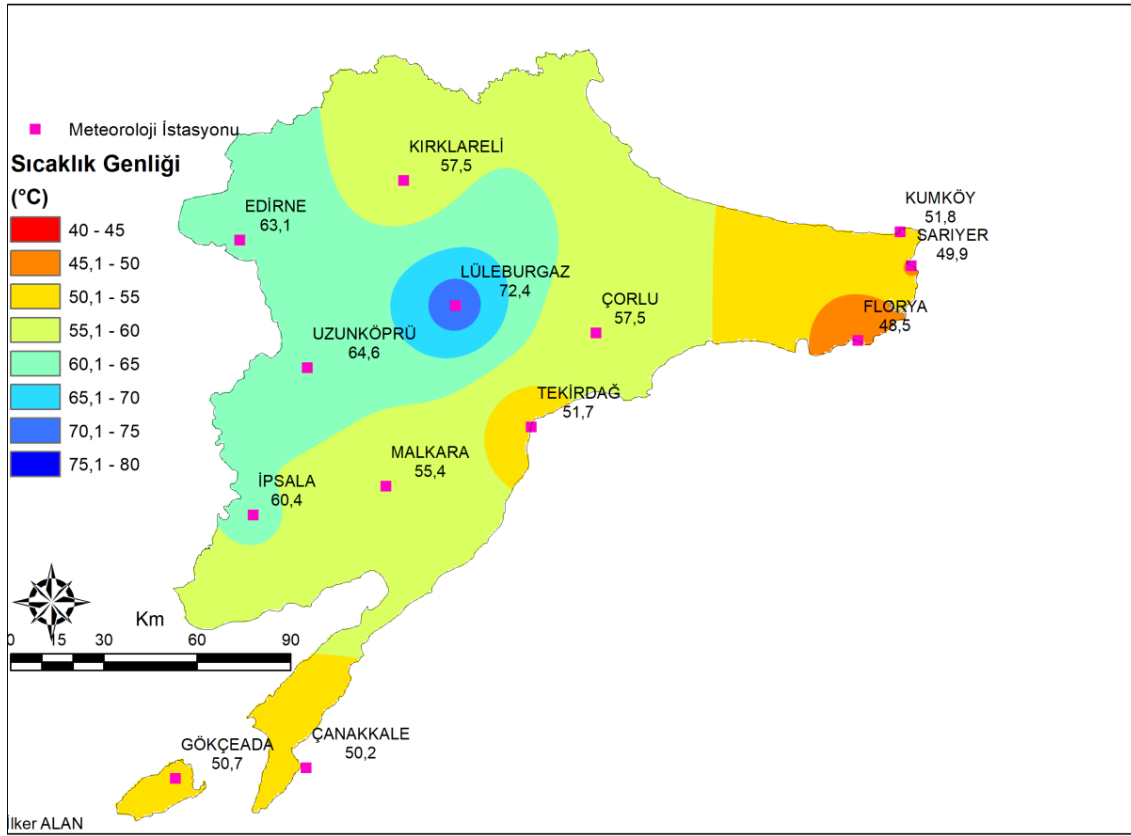
Bu veri setlerinden dönemsel sıcaklık genliği hesaplanmış, Trakya’da yereldeki dağılışı ve değişimin daha iyi kavranması için kuşaklara ayrılarak haritalanmıştır (Çizelge 11). 1971-2000 dönemi için sıcaklık genliği 72,4 °C (Lüleburgaz) ile 47,4 °C (Florya) arasında değişkenlik göstermektedir. Bilindiği üzere, herhangi bir gözlem istasyonundaki ölçülen maksimum ve minimum sıcaklık değerleri arasındaki açıklık, sıcaklık genliği açısından artış veya azalışı belirlemektedir.

Görüldüğü üzere, maksimum ve minimum sıcaklık değerlerine sahip olan Lüleburgaz’ da sıcaklık genliği en yüksek değerine ulaşmaktadır. En düşük sıcaklık genliği değerleri Florya (47,4 °C), Çanakkale (47,6 °C), Gökçeada (49,9 °C)’ da nüveler halinde belirlemektedir. Kıyıdan iç kesimlere doğru, sıcaklık genliğinin değerlerinde artış görülmektedir. Bu durum, minimum sıcaklık değerlerinin en düşük, maksimum sıcaklıkların ise en yüksek uç değerlerinin bu kesimlerde ölçülerek kayıt altına alınmış olmasıyla ilişkilidir. 1971-2000 dönemi sıcaklık genliğinin dağılışı haritasında, genliğin 2’nci Kuşak [45,1-50,0 °C] ile 7’nci Kuşak [70,1-75,0 °C] arasında 6 kuşak olarak belirdiği gözlenmektedir (Şekil 41).



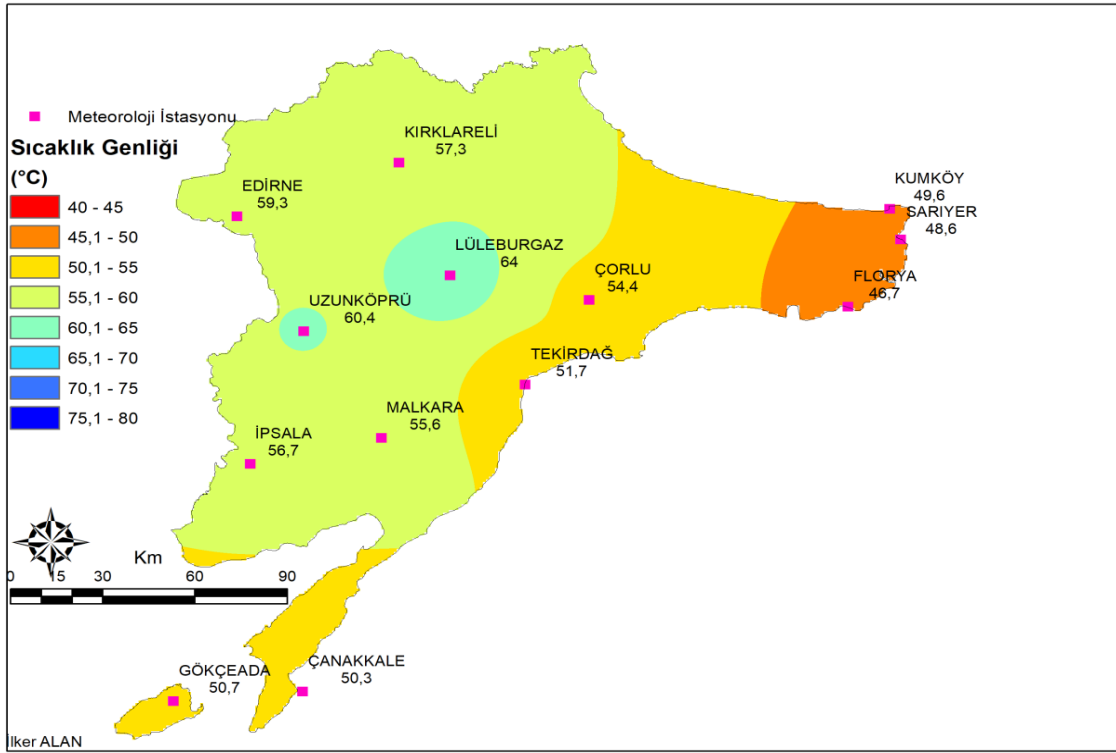
Şekil 41. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (1971-2000)

1981-2010 dönemi dağılışı haritasının 1971-2000 dönemine genel hatlarıyla oldukça benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bu dönemde sıcaklık genliği 6 kuşak halinde yayılım göstermektedir. Kumköy, Lüleburgaz, İpsala, Çorlu gibi istasyonların çevrelerinde sıcaklık genliği aynı kalırken, kıyı kesimlerinde yer alan Gökçeada (0,8 °C), Florya (0,8 °C), Tekirdağ (1,6 °C), Çanakkale (2,6 °C) ile iç kesimdeki Uzunköprü (0,6 °C) ve Edirne (0,9 °C)' de sıcaklık genliğinde artış söz konusudur. Sıcaklık genliğinde azalışın gözlemlendiği yerler Kırklareli (0,8 °C) ve Sarıyer (1,4 °C) olarak belirlemiştir. Bu dönemde de 2'nci Kuşak [45,1-50,0 °C] ile 7'nci Kuşak [70,1-75,0 °C] arasında 6 kuşak olarak izlenmektedir (Şekil 42).



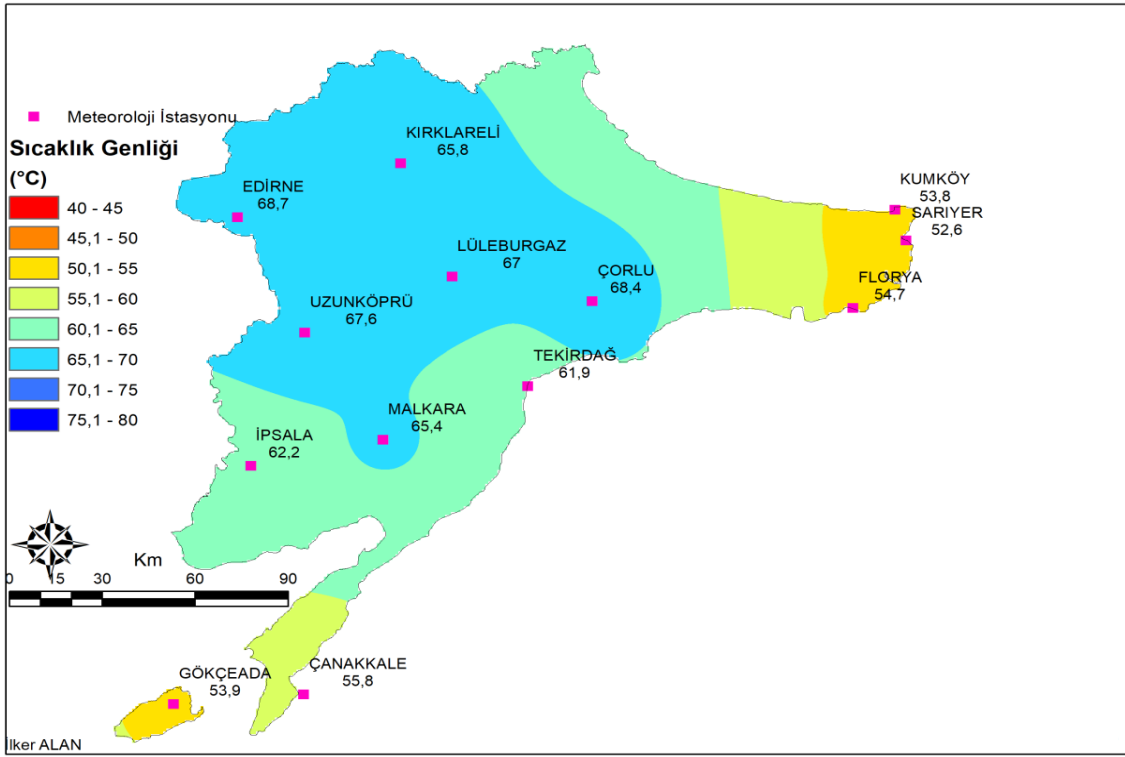
Şekil 42. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (1981-2010)

1991-2020 dönemine gelindiğinde ise sıcaklık genliği 2'nci Kuşak [45,1-50,0 °C] ile 5'inci Kuşak [60,1-65,0 °C] arasında 4 kuşak olarak var olduğu görülmektedir. En düşük sıcaklık genliğine, Karadeniz kıyılarından başlayıp, Marmara'ya uzanan İstanbul boğazı yakın çevresindeki Florya, Sarıyer ve Kumköy istasyonlarının içinde bulunduğu 2'nci Kuşak [45,1-50,0 °C]' ta rastlanılmaktadır. Bu kuşakta yer alan Kumköy (2,2 °C), Sarıyer (1,3 °C) ve Florya (1,8 °C) istasyonlarında, 1991-2020 dönemine göre sıcaklık genliğinde azalışlar tespit edilmiştir. Aslında sıcaklık genliğindeki bu azalışlar, Çorlu (3,1 °C), Lüleburgaz (8,4 °C), Uzunköprü (4,2 °C) İpsala (3,7 °C), Edirne (3,8 °C) ve Kırklareli (0,2 °C)' de gözlenmektedir. Sıcaklık genliğindeki en büyük azalış 1970-2000 ve 1981-2010 dönemlerinde Lüleburgaz istasyonunda (-8,4°C) kendini göstermiştir. Gökçeada' da sıcaklık genliği 1981-2010 dönemiyle aynı kalırken 1971-2000 dönemine göre 0,8 °C' lik bir artış vardır (Şekil 43).



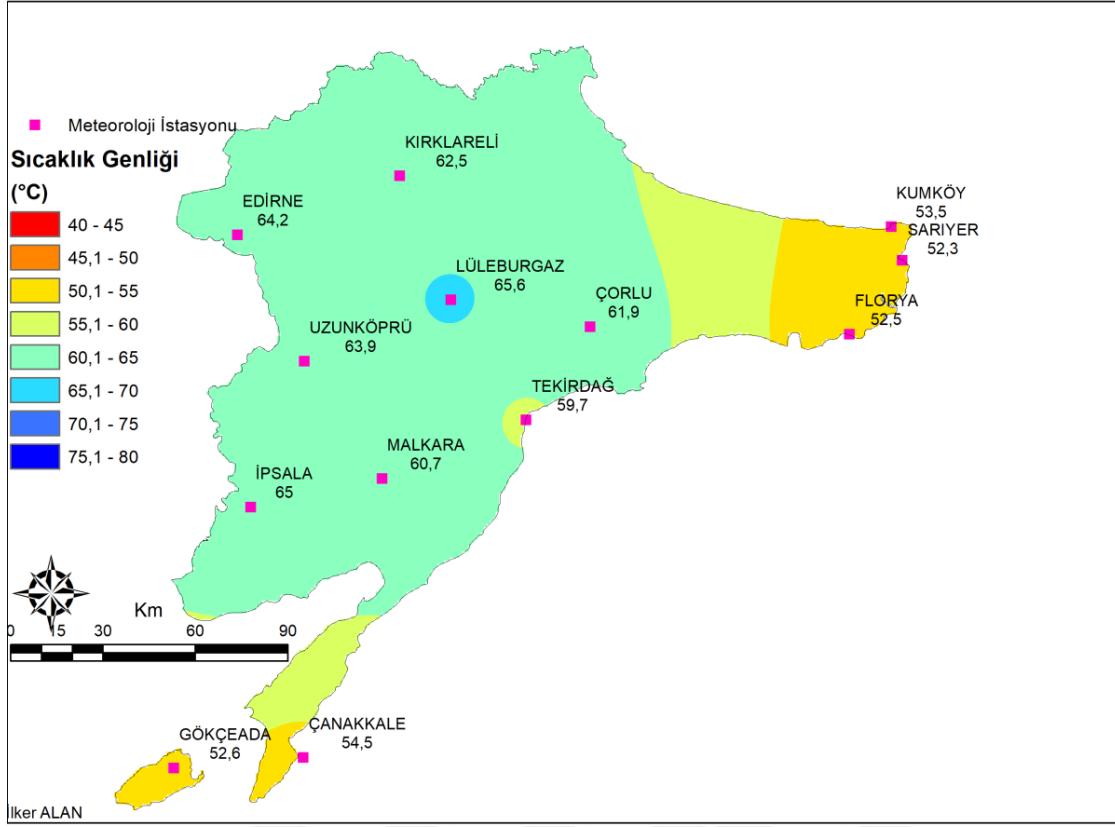
Şekil 43. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (1991-2020)

HadGEM RCP4.5 senaryosuna göre sıcaklık genliği 3'üncü Kuşak [50,1-55,0 °C] ile 6'ncı Kuşak [65,1-70,0 °C] arasında bir dağılış gösterecektir. En düşük sıcaklık genliği İstanbul boğazının Karadeniz ve Marmara kıyıları boyunca, Kumköy (53,8 °C), Sarıyer (52,6 °C) ve Florya (54,7 °C) ile Gökçeada (53,9 °C)' da izlenmektedir. Bu kıyılardan itibaren dar bir kuşak olarak, 4'üncü Kuşak Karadeniz ve Marmara kıyı kesimleri ile Gelibolu Yarımadasından başlayıp içerilere doğru sokulan dar bir saha olarak gözlenmektedir. 5'incikuşak, söz konusu kıyı kesimlerinden karasal iç kesimlere doğru bir yayılış ile kendini göstermektedir. En yüksek sıcaklık genliğine 6'ncı kuşak [65,1-70,0 °C] içerisinde yer alan Malkara (65,4 °C), Çorlu (68,4 °C), Lüleburgaz (67 °C), Uzunköprü (67,6 °C), Kırklareli (65,8 °C) ve Edirne (68,7 °C) istasyonları çevrelerinde rastlanılacaktır (Şekil 44).



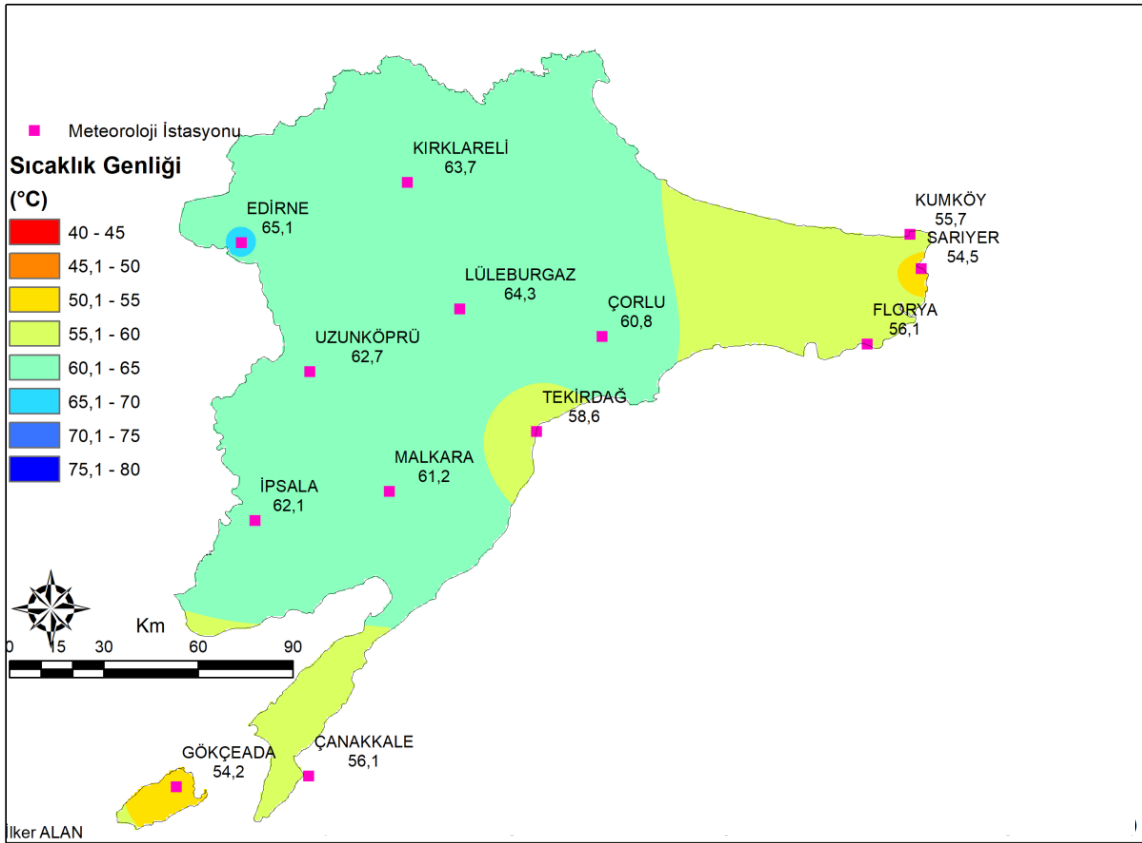
Şekil 44. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5)

HadGEM RCP8.5 senaryosuna göre de sıcaklık genliği 3'üncü Kuşak [50,1-55,0 °C] ile 6'ncı Kuşak [65,1-70,0 °C] arasında bir dağılışı gösterecektir. En düşük sıcaklık genliği İstanbul Boğazının Karadeniz ve Marmara kıyıları boyunca, Kumköy (53,5 °C), Sarıyer (52,3 °C) ve Florya (52,5 °C) ile Gökçeada (52,8 °C)' da izlenecektir. Kıyılardan itibaren, 4'üncü Kuşak Karadeniz ve Marmara kıyı kesimleri ile Gelibolu Yarımadasından başlayıp içerilere doğru sokulan dar bir saha olarak gözlenmektedir. 5'incikuşak, söz konusu kıyı kesimlerinden karasal iç kesimlere doğru bir yayılımı ile kendini göstermektedir. En yüksek sıcaklık genliğine 6'ncı kuşak [65,1- 70,0 °C] içinde yer alan Lüleburgaz (65,6 °C), istasyonu çevresinde rastlanılacaktır (Şekil 45).



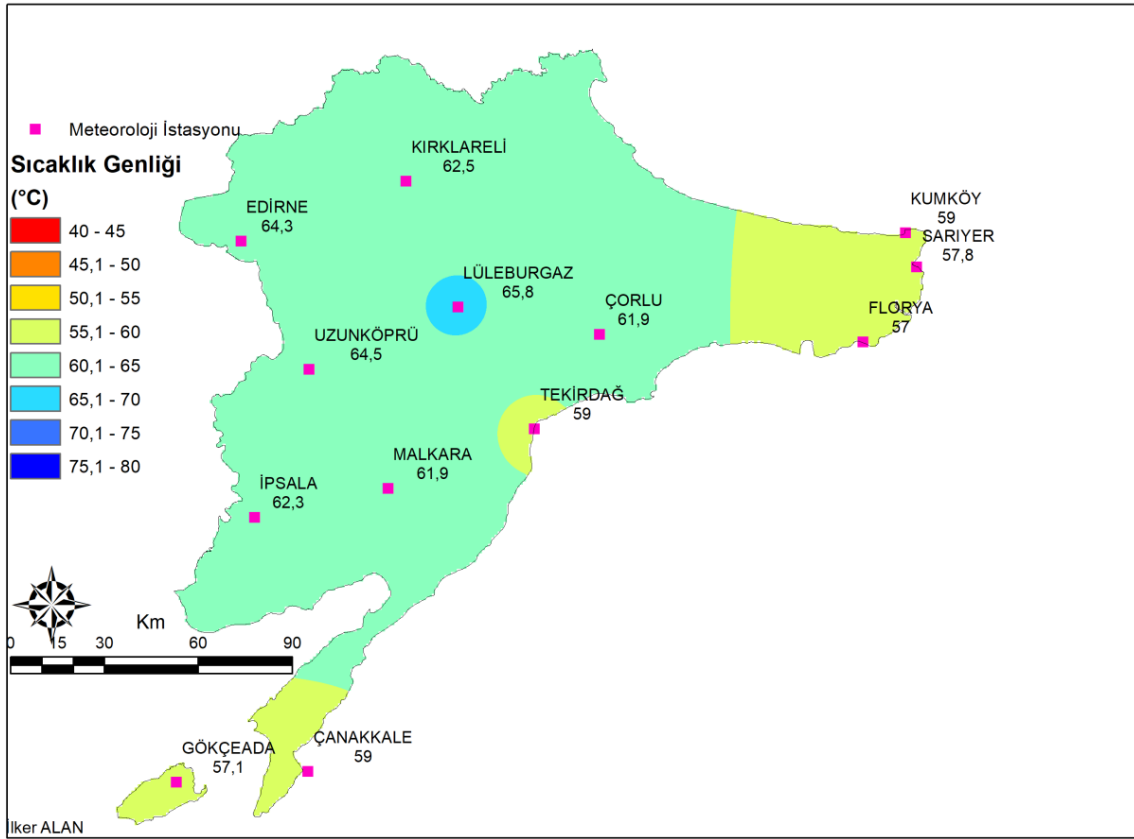
Şekil 45. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5)

GFDL RCP4.5 senaryosuna göre sıcaklık genliği 3'üncü Kuşak [50,1-55,0 °C] ile 6'ncı Kuşak [60,1-65,0 °C] arasında 4 kuşak halinde belirmektedir. 3'üncü kuşak [50,1-55,0 °C]' ın Sarıyer (54,5 °C) ve Gökçeada (54,2 °C) çevrelerinde nüveler olarak izlenmektedir. 4'üncü Kuşak [55,1- 60,0 °C] ise Karadeniz kıyılarından başlayarak, İstanbul boğazı çevresindeki Kumköy (55,7 °C) ve Florya (56,1 °C) ile Marmara Denizindeki Tekirdağ (58,6 °C), Çanakkale (56,1°C) ve Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadası çevrelerinde izlenmektedir. GFDL RCP4.5 senaryosunda dikkat çeken saha, en yüksek sıcaklık genliğinin 6'ncı kuşak içerisinde bir çekirdek olarak yer alan Edirne (65,1°C) çevrelerinde yaşanabileceğine dair öngörüdür (Şekil 46).



Şekil 46. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)

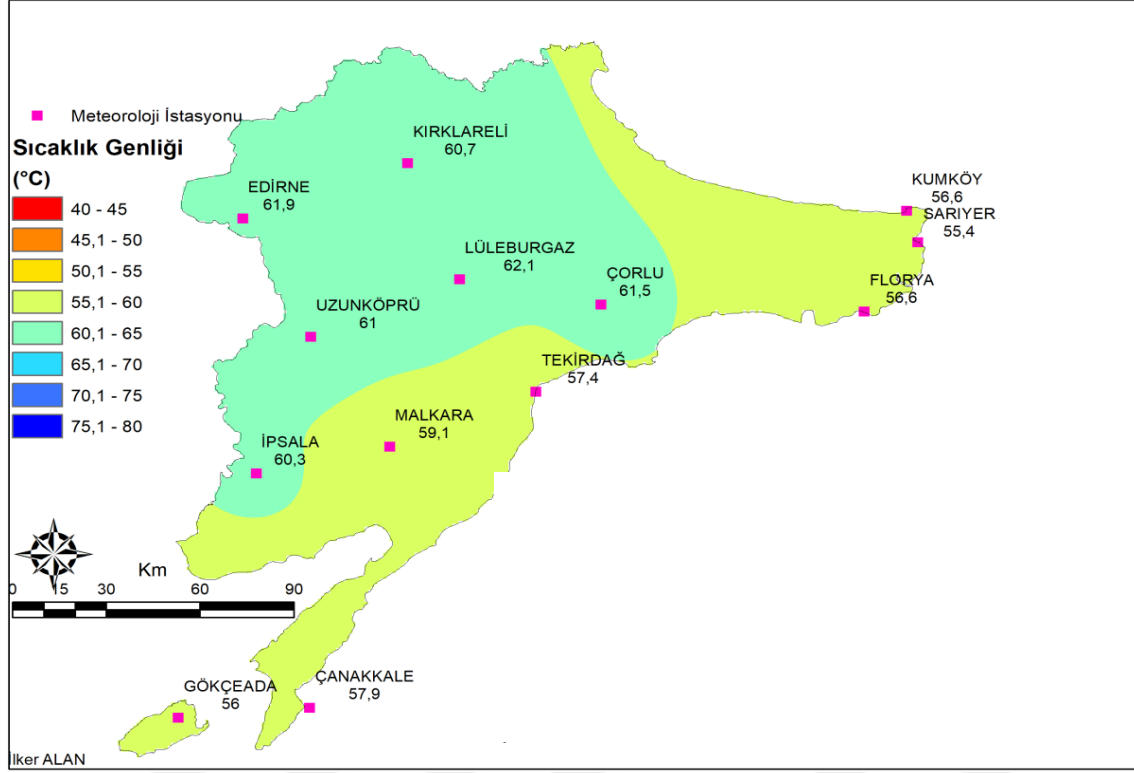
GFDL RCP8.5 senaryosu öngörüsüne göre sıcaklık genliği 3 kuşak halinde belirecektir. 4'üncü Kuşak [60,1-65,0 °C] ile 6'ncı Kuşak [60,1-65,0 °C] arasında değişkenlik gösteren sıcaklık genliğinde en yüksek genlik değeri Lüleburgaz (65,8 °C) çevresinde belirmektedir. En geniş yayılımı 5'incikuşak göstermektedir. [60,1-65,0 °C] arasında değişen değerleri içeren 5'incikuşak Karadeniz kıyılarından başlayıp, İstanbul Boğazı çevresi, Tekirdağ, Çanakkale ve Gökçeada çevrelerinde görünen [55,1-60,0 °C]'lık 4'üncü Kuşak dışında kalan geniş iç kesimlerde yayılım göstermektedir (Şekil 47).



Şekil 47. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5)

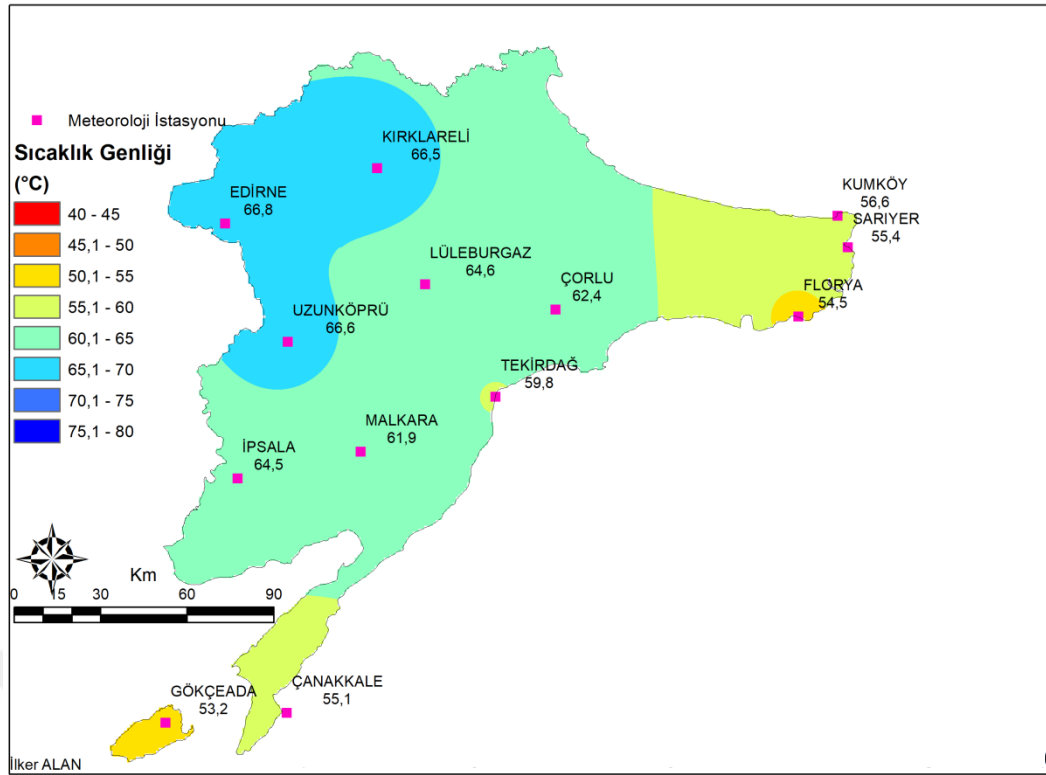
MPI RCP 4.5 senaryosuna göre sıcaklık genliği, Trakya genelinde 4'üncü Kuşak [55,1-60,0 °C] ile 5'inci Kuşak [60,1-65,0 °C] arasında bir dağılış gösterecektir. Bu kuşak güneyde Saroz Körfezi, Marmara Denizi ve Karadeniz kıyı kesimlerinden Trakya'nın iç kesimlerine doğru oldukça geniş bir yayılış gösterecektir. 4'üncü Kuşak Istranca Dağları'nın Karadeniz e bakan kıyı kesimlerinden İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi kıyıları boyunca güneye doğru inerek, Gelibolu ve Saroz Körfezi çevrelerinden iç kesimlere doğru sokulan bir yayılım göstermektedir. Bu kuşak, Kumköy (56,6 °C), Sarıyer (55,4 °C), Florya (56,6 °C), Tekirdağ (57,4 °C), Çanakkale (57,9 °C) ve Gökçeada (56 °C) gibi kıyı istasyonları ile Malkara (59,1 °C)' yı içine alarak İpsala yakınlarına kadar sokulmaktadır. Trakya'nın iç kesimlerinde yayılış gösteren 6'ncı kuşak [65,1-70,0 °C] Tekirdağ yakınlarında kıyıya oldukça yaklaşmaktadır. 6'ncı kuşak

[65,1-70,0 °C] içerisinde İpsala (60,3 °C), Çorlu (61,5 °C), Lüleburgaz (62,1 °C), Uzunköprü (61 °C), Kırklareli (60,7 °C) ve Edirne (61,9 °C) yer almaktadır (Şekil 48).



Şekil 48. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)

MPI RCP8.5 senaryosuna göre sıcaklık genliği MPI RCP4.5' e oranla biraz farklılık gösterecektir. Bu durum sıcaklık genliği kuşaklarının 2 kuşaktan 4 kuşağa çıkmasıyla kendini gösterecektir. Sıcaklık genliği 3'üncü Kuşak [50,1-55,0 °C] ile 6'ncı Kuşak [65,1-70,0 °C] arasında bir dağılışı söz konusu olacaktır. Farklılık, Uzunköprü (66,6 °C), Kırklareli (66,5 °C) ve Edirne (66,8 °C) çevrelerinde belirginleşen 6'ncı Kuşak ve Florya (54,5 °C), Gökçeada çevrelerinde 3'üncü Kuşak ile kendini gösterecektir (Şekil 49).



Şekil 49. Dönemsel Sıcaklık Genliğinin Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5)

8.5. Yağışın Analizi

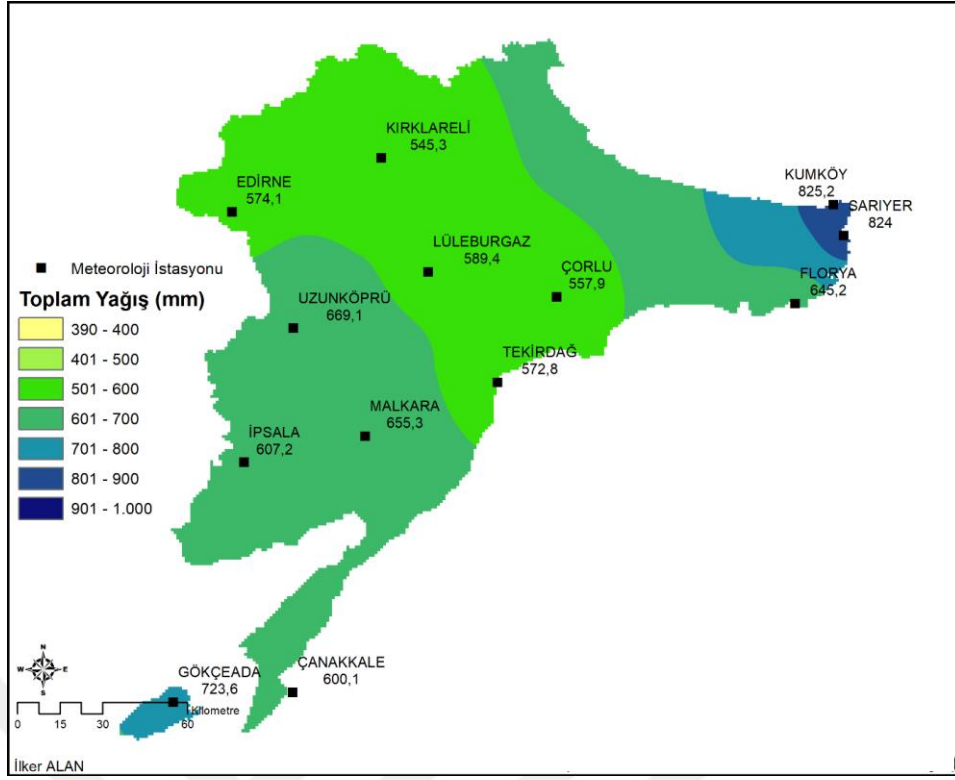
Türkiye genelinde ayçiçeğinin yağış isteği açısından araştırıldığı çalışmalar yapılmıştır. Çizelge 12'de görüldüğü gibi, ayçiçeğine ilişkin literatür incelendiğinde, yağış isteğinin 450-1000 mm arasında değiştiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Çizelge 12). Çalışmanın amaçları doğrultusunda MGM gözlemlerini esas alınarak, iklim normalleri dönemleri açısından dönemsel yağışlar değerlendirilmiştir. 1971-2000 normalleri için dönemsel ortalama toplam yağışlarda en az yağış 545,3 mm (Kırklareli) iken en çok yağış 825,2 mm (Kumköy) olarak gerçekleşmiştir. 1981-2010 döneminde 537,5 (Kırklareli) ile 852,6 mm (Sarıyer) arasında artış yönünde değişirken, 1991-2020 döneminde bu değerler yine artış yönünde olmakla birlikte 585,6 mm (Kırklareli) ile 869,5 mm (Sarıyer) arasında gerçekleşmiştir. 3 normal döneminde de dönemsel ortalama yağış değerleri artış göstermesine rağmen, Kırklareli en az yağış alan yer

olarak belirirken, İstanbul Boğazı yakınlarındaki Kumköy ve Sarıyer çevresi yörenin en çok yağışı alan kesimleri olarak kayıtlara geçmiştir (Çizelge 12).

Çizelge 12. Dönemsel Ortalama Yağışlar ve Değişimi (%)

		DÖNEMSEL ORTALAMA YILLIK TOPLAM YAĞIŞ									1971-2000 REFERANS DÖNEMİNE GÖRE DÖNEMSEL ORTALAMA YILLIK YAĞIŞIN DEĞİŞİMİ (%)							
NO	İSTASYON	1971-2000	1981-2010	1991-2020	GFDL45	GFDL85	HadGEM45	HadGEM85	MPI45	MPI85	1981-2010	1991-2020	GFDL45	GFDL85	HadGEM45	HadGEM85	MPI45	MPI85
17050	EDİRNE	574.1	582.3	625.2	468.5	469.3	607.5	583.6	585.9	527.3	1.4	8.9	-18.4	-18.3	5.8	1.7	2.1	-8.1
17052	KIRKLARELİ	545.3	537.5	585.6	457.1	459.8	541.1	523.3	552.5	469.5	-1.4	7.4	-16.2	-15.7	-0.8	-4.0	1.3	-13.9
17054	ÇORLU	557.9	564.4	595.7	495.7	486.2	680.7	659.2	572.6	501.7	1.2	6.8	-11.1	-12.8	22.0	18.2	2.6	-10.1
17056	TEKİRDAĞ	572.8	587.5	601.1	487.8	493.1	701.0	675.4	596.2	514.4	2.6	4.9	-14.8	-13.9	22.4	17.9	4.1	-10.2
17059	KUMKÖY	825.2	841.1	822.5	779.0	771.7	989.8	963.6	833.2	784.8	1.9	-0.3	-5.6	-6.5	19.9	16.8	1.0	-4.9
17061	SARIYER	824.0	852.6	869.5	786.7	779.3	999.5	973.0	841.3	792.5	3.5	5.5	-4.5	-5.4	21.3	18.1	2.1	-3.8
17110	GÖKÇEADA	723.6	735.9	796.1	659.3	680.9	782.7	752.8	828.2	770.2	1.7	10.0	-8.9	-5.9	8.2	4.0	14.5	6.4
17112	ÇANAKKALE	600.1	603.3	620.3	544.8	562.6	646.8	622.1	684.4	636.4	0.5	3.4	-9.2	-6.2	7.8	3.7	14.0	6.0
17608	UZUNKÖPRÜ	669.1	623.9	651.0	591.9	581.7	737.8	698.6	665.0	606.7	-6.8	-2.7	-11.5	-13.1	10.3	4.4	-0.6	-9.3
17631	LÜLEBURGAZ	589.4	582.9	641.6	523.1	508.3	611.2	593.7	588.6	513.8	-1.1	8.9	-11.2	-13.8	3.7	0.7	-0.1	-12.8
17632	İPSALA	607.2	627.2	630.9	510.7	501.1	653.5	626.3	565.7	506.9	3.3	3.9	-15.9	-17.5	7.6	3.1	-6.8	-16.5
17634	MALKARA	655.3	699.9	719.3	395.9	392.6	520.7	511.9	491.1	434.5	6.8	9.8	-39.6	-40.1	-20.5	-21.9	-25.1	-33.7
17636	FLORYA	645.2	658.0	652.6	590.9	569.0	792.7	762.3	660.3	602.2	2.0	1.1	-8.4	-11.8	22.9	18.2	2.3	-6.7
	MAKSİMUM	825.2	852.6	869.5	786.7	779.3	999.5	973.0	841.3	792.5	6.8	10.0	-4.5	-5.4	22.9	18.2	14.5	6.4
	MİNİMUM	545.3	537.5	585.6	395.9	392.6	520.7	511.9	491.1	434.5	-6.8	-2.7	-39.6	-40.1	-20.5	-21.9	-25.1	-33.7

Bu çalışmanın ruhuna uygun olarak Trakya geneli için yağış dağılışını gösteren haritalar üretilmiştir. 1971-2000 dönemi için MGM gözlem verilerine göre ortalama yıllık toplam yağışın Trakya genelindeki dağılışını gösteren yağış haritası incelendiğinde en düşük yağış değerlerine Kırklareli (545,3 mm) en yüksek değerlere ise Kumköy (825,2 mm)' de rastlanılmaktadır. En az yağış alan yerlerin (501-600 mm) Kırklareli (545,3 mm), Edirne (574,1 mm), Çorlu (557,9 mm), Tekirdağ (572,8 mm) ve Lüleburgaz (589,4 mm)' ı çevreleyen ve Tekirdağ kıyılarından kuzeybatı yönüne doğru ilerleyen ve Istrancaların etekleri ile Ergene Havzasının çukur yerleri olarak görülmektedir (Şekil 50).

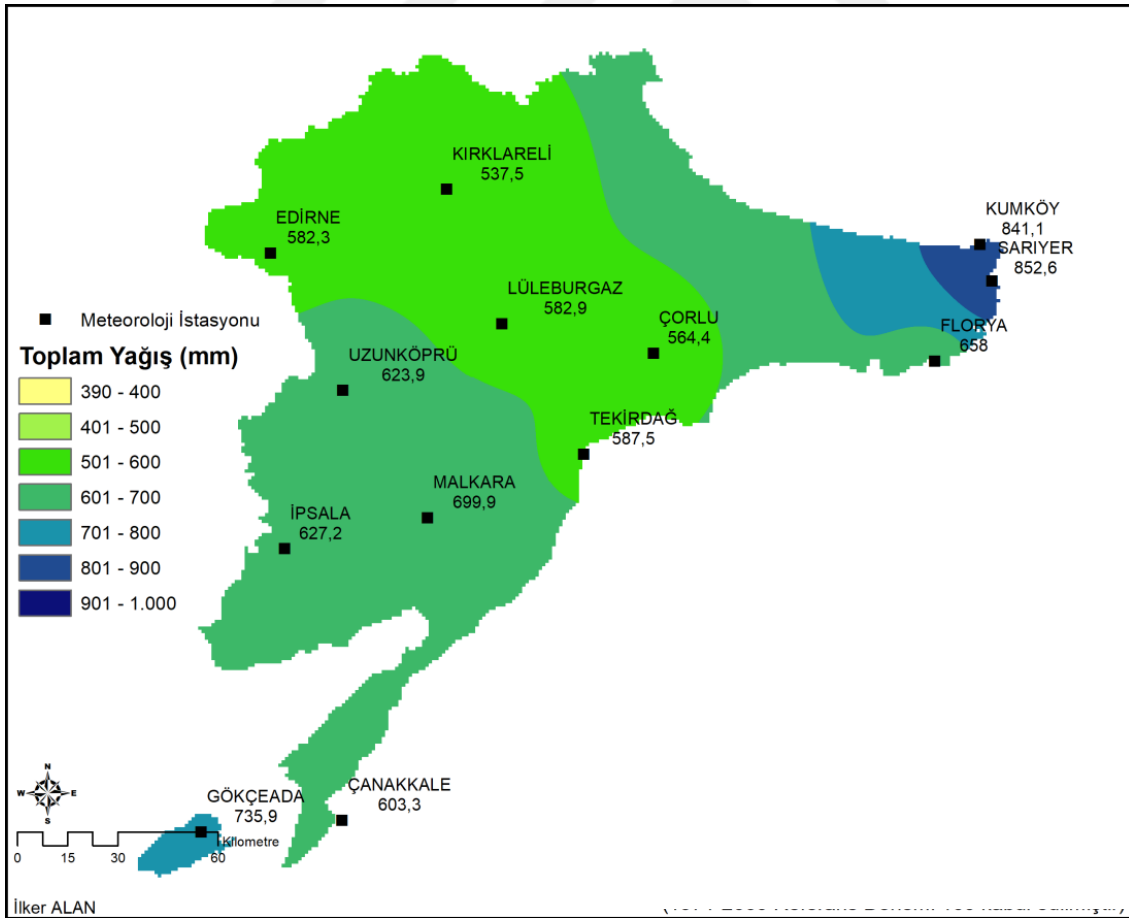


Şekil 50. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (1971-2000)

Bu sahayı iki parça olarak çevreleyen 601-700 mm kuşağı, Tekirdağ yakınlarından başlayarak, Marmara Denizi'nin kıyı kesimlerinde Florya (645,2 mm)' yı içine alarak Karadeniz kıyılarına doğru yayılmaktadır. Diğer parçası ise Uzunköprü (669,1 mm) Malkara (655,3 mm), İpsala (607,2 mm) çevreleri ile güneydeki Saroz Körfezi ve Gelibolu yarımadasına doğru etkili olmaktadır. Trakya genelinde 701-800 mm ile en çok yağış alan yerler Gökçeada (723,6 mm), Florya ve Sarıyer (824 mm) çevrelerinde yani İstanbul Boğazının Marmara ve Karadeniz kıyılarında varlığı görülmektedir. Genel olarak, 1971-2000 dönemi için Trakya yöresinde yağışın 4 kuşak halinde ve 545,3 mm- 825,2 mm arasında değişkenlik sergilediği izlenmektedir (Şekil 50).

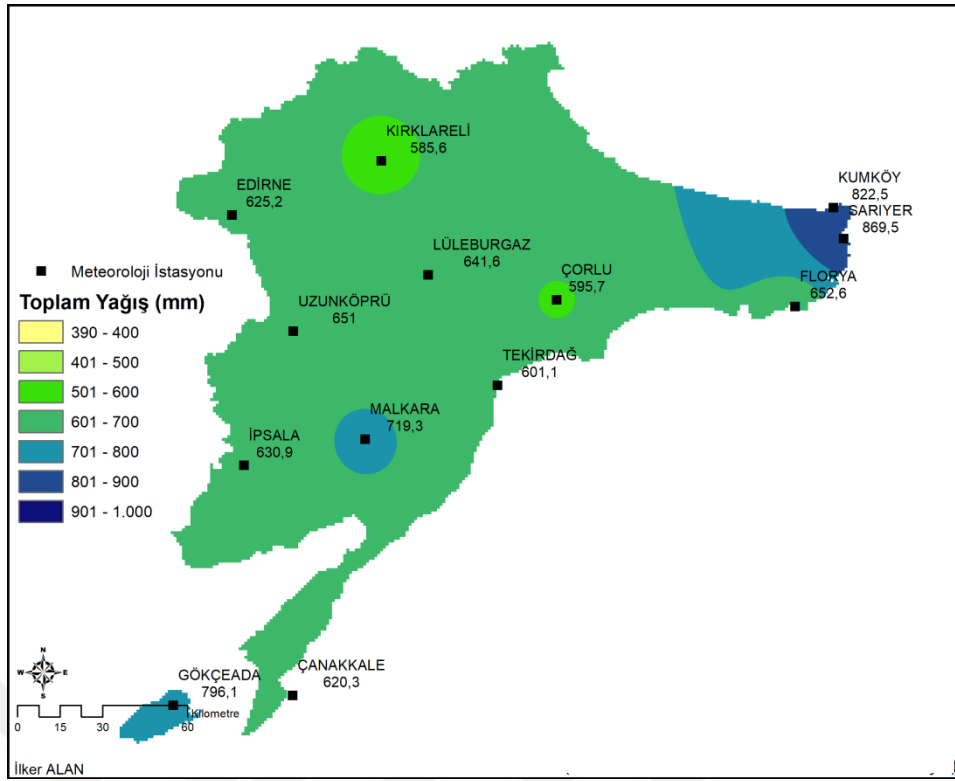
1981-2010 dönemi incelendiğinde, ana hatlarıyla 1971-2000 dönemine benzerlik göstermektedir. En düşük değerlere -1971-2000 dönemi normallerine göre azalışla

Kırklareli (537,5 mm), en yüksek değerlere ise -Kumköy (841,1 mm)' de rastlanılmaktadır. En az yağışlı yerler (501-600 mm) Kırklareli (537,5 mm), Edirne (582,3 mm), Çorlu (564,4 mm), Tekirdağ (587,5 mm) ve Lüleburgaz (582,9 mm) olarak görülmektedir. Bu kuşakta, bir önceki döneme göre Edirne, Tekirdağ ve Çorlu'da artış, Kırklareli'nde azalış izlenmektedir. Bu sahayı çevreleyen 601-700mm kuşağında Florya (658mm), Uzunköprü (623,9 mm), Malkara (699,9 mm), İpsala (627,2 mm) ve Çanakkale (603,3 mm) bulunmaktadır. 701-800mm kuşağında, artış göstererek Gökçeada (735,9 mm) ile Kumköy (841,1 mm) ve Sarıyer (852,6 mm) bulunmaktadır. Referans döneme göre, Uzunköprü (45.2 mm), Lüleburgaz (6.5 mm)'da azalış vardır. İpsala (20 mm), Çorlu (6,5 mm), Edirne (8,2 mm), Tekirdağ (14,7 mm), Malkara (34,6 mm), Çanakkale (3,1 mm), Florya (12,8 mm), Gökçeada (12,3 mm), Sarıyer (28,6 mm) ve Kumköy (15,9 mm)' de ise göre artış vardır (Şekil 51).



Şekil 51. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (1981-2010)

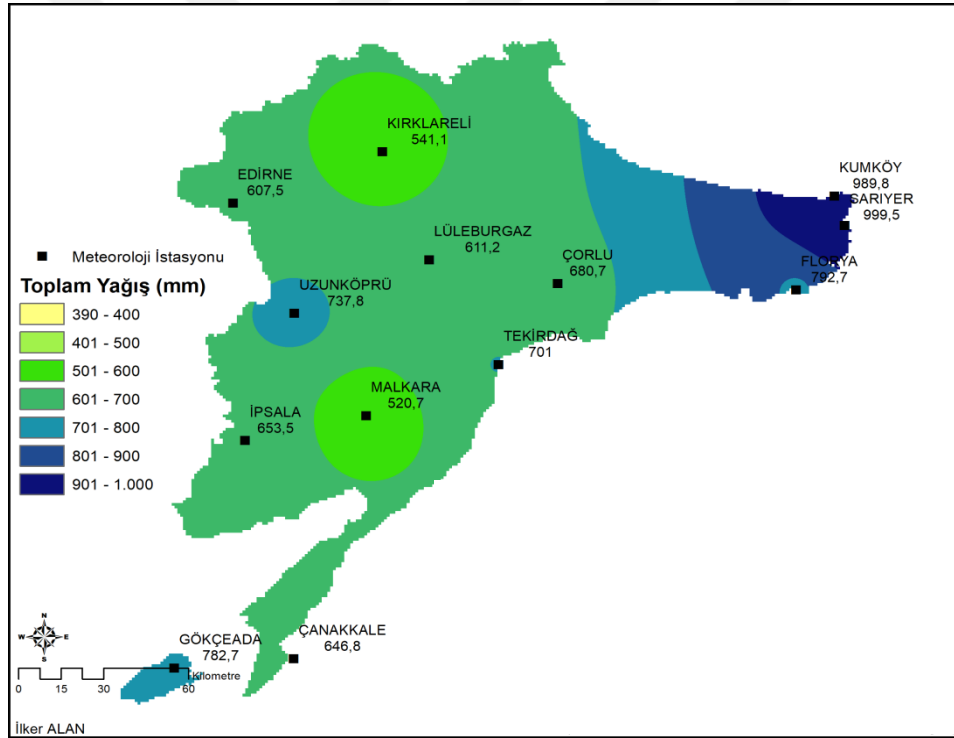
1991-2020 dönemine gelindiğinde, 1971-2000 ve 1981-2010 dönemlerine göre alınan toplam yağış miktarlarında, Uzunköprü (651mm) ve Kumköy (822,5mm) dışında kalan yerlerde artış izlenmektedir. Genel olarak, Trakya yöresindeki alınan toplam yağıştaki bu artışa rağmen en az yağış alan yerlerin Kırklareli (585,6 mm) ve Çorlu (595 mm) çevrelerinde nüveler olarak izlendiği görülmektedir. Bu dönemde, 601-700 mm arasında yağış alan kuşağın neredeyse Trakya genelinin tamamına yayıldığı açık bir şekilde izlenmektedir. Edirne (625,2 mm), Lüleburgaz (641,6 mm), İpsala (630,9 mm), Florya (652,6 mm) ve Tekirdağ (601,1 mm)' da dönemsel yağışlarda artışların varlığı çarpıcı bir şekilde izlenmektedir. Bu geniş yayılımlı sahanın içinde Malkara (719,3) istasyonundaki artış dikkat çekicidir. 701-800 mm yağış alan yerlerin, Malkara (719,3 mm), Gökçeada (796,1 mm) ve Florya (652,6 mm)' ın kuzeyinde kalan yerlerde etkili olmaktadır. Bu kuşak, yöremizin en çok yağış alan Kumköy (822,5 mm) ve Sarıyer (869,5 mm) çevrelerindeki en fazla yağış alan kesim arasında geçiş özelliğinde izlenen sahalarda kuşak etkili olmaktadır. 3 dönemde de Sarıyer istasyonu artan yağış miktarı ile Trakya Yöresinin en çok yağış alan yeri olma özelliğini korumaktadır. 1991-2020 normalleri, karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerde, Uzunköprü (18,1 mm) ve Sarıyer (1,5 mm)'de alınan toplam yağışta azalma söz konusudur. Bunların dışında Kırklareli (40,3 mm), Çorlu (37,8 mm), Tekirdağ (28,3 mm), Edirne (51,1 mm), Lüleburgaz (52,2 mm), İpsala (23,7 mm), Malkara (54 mm), Çanakkale (20,2 mm), Gökçeada (72,5 mm) ve Florya (7,4 mm)' da alınan toplam yağışta artışlar vardır ([Şekil 52](#)).



Şekil 52. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (1981-2010)

HadGEM RCP4.5 senaryosuna göre 2020-2098 dönemi için yağış öngörülleri haritalandırılmıştır. En az yağış beklentilerinin Malkara (520,7 mm) ve Kırklareli (541,1 mm) çevrelerinde güneyli ve kuzeyli iki nüve olarak resmedildiği görülmektedir. Azalma öngörüsü, Kırklareli için 4,2 mm, Malkara içinse 144,6 mm'dir. Bu nüvelerin etrafını saran ve Trakya'nın büyük bir kısmında 601-700 mm'lik yağış beklentisi öngören bir kuşağın varlığı söz konusudur. Bu kuşak içinde yer alan Çorlu (680,7 mm), Tekirdağ (701 mm), Edirne (607,5 mm), Lüleburgaz (611,2 mm), İpsala (653,5 mm), Çanakkale (646,8 mm) çevrelerinden kuzeyde Istrancalar ve Karadeniz kıyı kesimleri ile güneydeki Saroz Körfezi, Gelibolu Yarımadası ve Marmara Denizi kıyılarında yayılım gösterecektir. 601-700 mm'lik yağış beklentisi öngören kuşağın içindeki Uzunköprü (737,8 mm)'nün bir çekirdek olarak varlığı ilgi çekicidir. Gökçeada (782,7 mm) ve Florya (792,7 mm) 701-800 mm'lik kuşak içinde resmedilirken, bu kuşak Trakya genelinde parçalı bir yapı sergilemektedir. Kumköy (989,8 mm) ve Florya

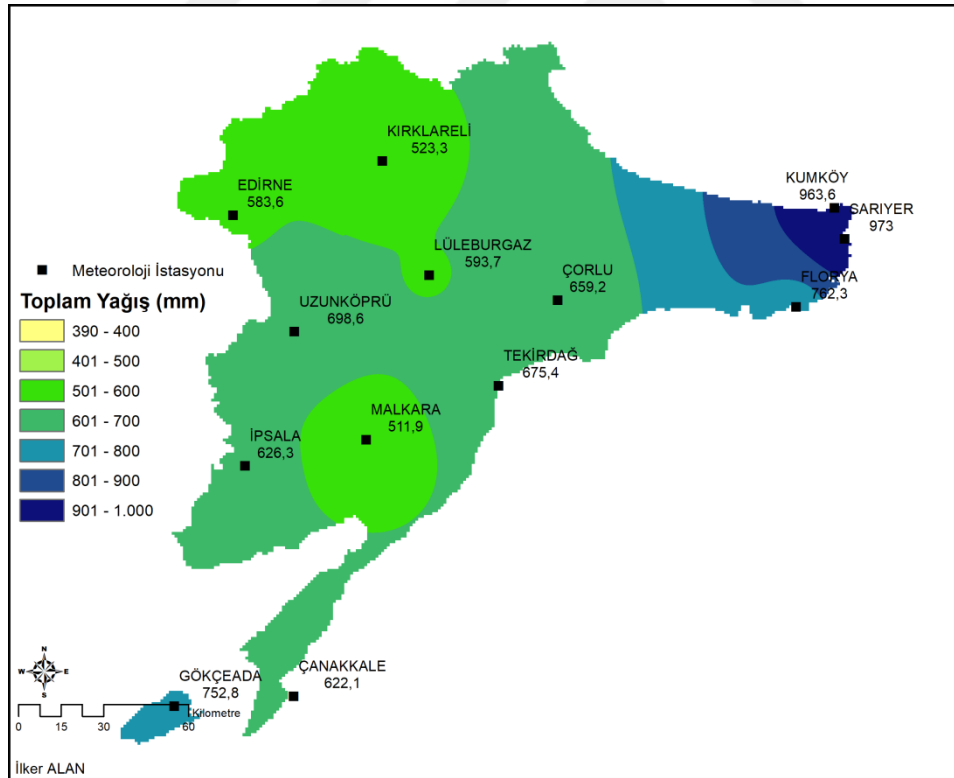
(999,5 mm) en fazla yağış beklentisi öngörülen yerler olarak belirlemektedir. GFDL RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarının Trakya için çok şiddetli yağış azlığı öngörüsüne karşılık HadGEM RCP4.5 senaryosunda bu durumun aksine ortadan kalktığı, Kırklareli ve Malkara dışında kalan yerler için artış olacağı şeklinde resmedilmektedir. HadGEM RCP4.5 senaryosu 1971-2000 dönemine göre yağışta artış öngörmektedir. Bu öngörü, artışların Çorlu (122,8 mm), Tekirdağ (128,2 mm), Edirne (33,4 mm), Lüleburgaz (21,8 mm), Uzunköprü (68,7 mm), Florya (147,5 mm), İpsala (46,3 mm), Çanakkale (46,7 mm), Gökçeada (59,1 mm), Sarıyer (175,5 mm), Kumköy (164,6 mm)' de olacağı yönündedir (Şekil 53).



Şekil 53. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5)

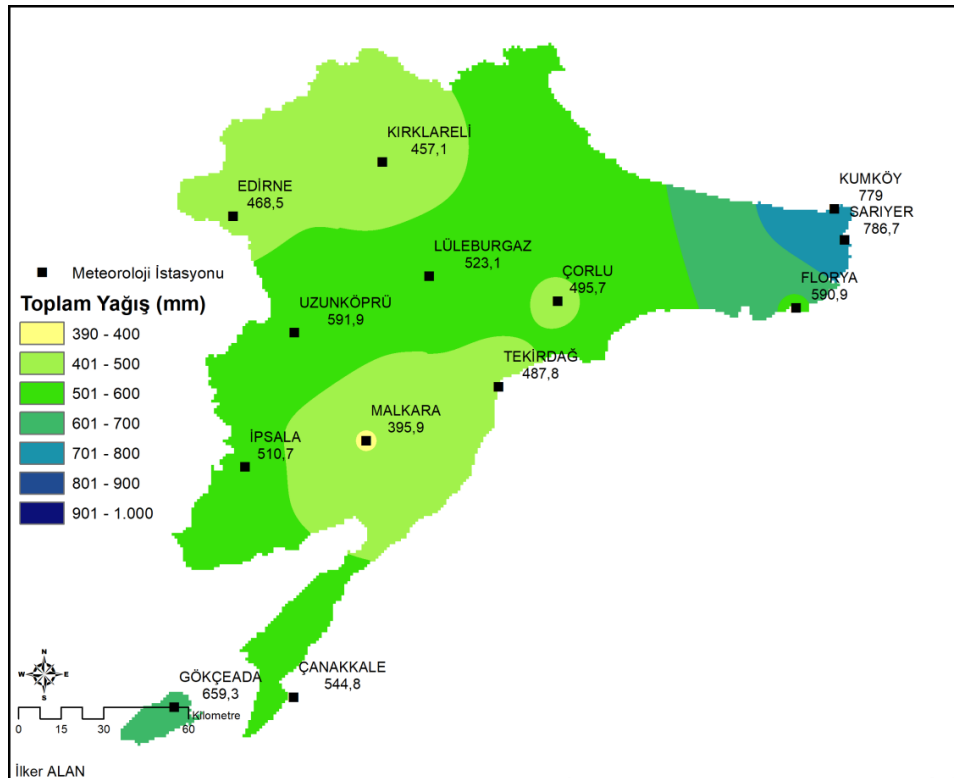
HadGEM RCP8.5 senaryosuna göre, HadGEM RCP4.5 senaryosundaki Malkara ve Kırklareli çevrelerinde en az yağış beklentilerinin resmedildiği güneyli ve kuzeyli iki nüvenin kuzeydeki parçasının Edirne (583,6 mm), Lüleburgaz (593,7 mm) ve Kırklareli (523,3 mm) çevrelerine doğru genişlediği görülmektedir. Aynı genişleme alansal olarak

Malkara (511,9 mm) çevresinde de hissedilmektedir. Bu genişlemelere paralel olarak, 601-700mm kuşağının nispeten daraldığı ve bu kuşak içinde Çorlu (659,2 mm), Tekirdağ (675,7 mm), Uzunköprü (696,6 mm), İpsala (626,3 mm) ve Çanakkale (622,1 mm)'nin yer aldığı görülmektedir. Gökçeada (752,8 mm) ve Florya (762,3 mm)'nin 701-800 mm kuşağındaki yerini koruyacağı öngörülmektedir. Kumköy (963,6mm) ve Sarıyer (973 mm) en çok yağış alacak yerler arasında resmedilmektedir. HadGEM RCP8.5 senaryosu, RCP4.5 senaryosuna oranla daha kötümser olmakla birlikte Kırklareli ve Malkara dışında kalan yerlerde yağışta artış öngörmektedir. Bu öngörü, artışların Çorlu (101.3 mm), Tekirdağ (102,6mm), Edirne (9,5 mm), Lüleburgaz (4,3 mm), Uzunköprü (29,5 mm), Florya (117,1 mm) İpsala (19,1mm), Çanakkale (22 mm), Gökçeada (29,2 mm), Sarıyer (149 mm), Kumköy (138,4 mm) şeklinde olacağı yönündedir (Şekil 54).



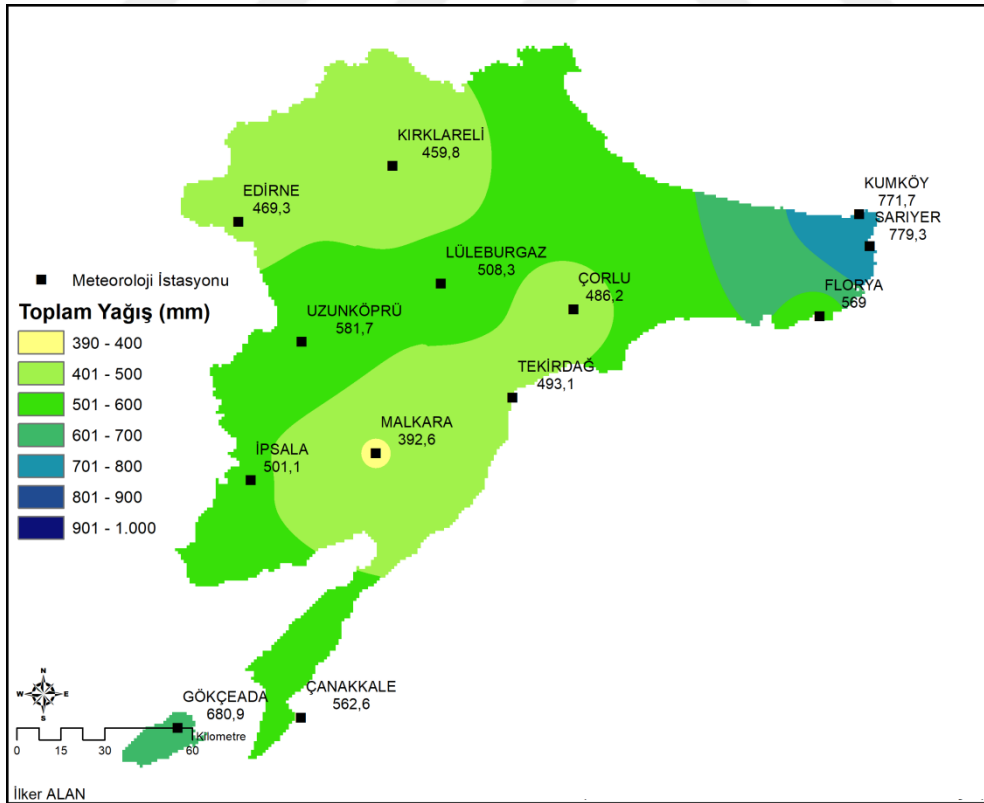
Şekil 54. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5)

GFDL RCP4.5 Senaryosu öngörülleri haritalandırıldığında Malkara (395,9 mm)'nın bir nüve halinde en az yağış alacak yer beklentisi içinde karşımıza çıktığı görülmektedir. Bu nüveyi güney ve kuzeyli iki parça olarak çevreleyen 401-500 mm kuşağı içinde güneyde Tekirdağ (487,8 mm), kuzeyde ise Edirne (468,5 mm) ve Kırklareli (457,1 mm) yer almaktadır. Bu kuşak içinde ayrıca, 501-600 mm kuşağı içinde bir nüve olarak izlenen Çorlu (495,7)' da yer almaktadır. Bunun dışında İpsala (510,7 mm), Uzunköprü (591,9), Lüleburgaz (523,1 mm) ve Florya (590,9 mm) çevreleri ile kuzeyde Istrancalar ve Karadeniz ile güneyde Saroz Körfezi, Gelibolu Yarımadası, Marmara Denizi kıyı kesimlerine doğru izlenen 501-600 mm kuşağı öngörülmektedir. Gökçeada için 659,3 mm yağış öngörüsü bulunurken, Kumköy (779 mm) ve Florya (786,7 mm) en fazla yağış alacak yerler olarak öngörülmektedir. Yağış öngörülleri, 1971-2000 referans dönemi gözlem verilerine göre Trakya geneli için azalış yönünde olmakla birlikte Malkara için bu beklenti yağışın miktar olarak 400 mm'nin altında olacağı şeklindedir (Şekil 55).



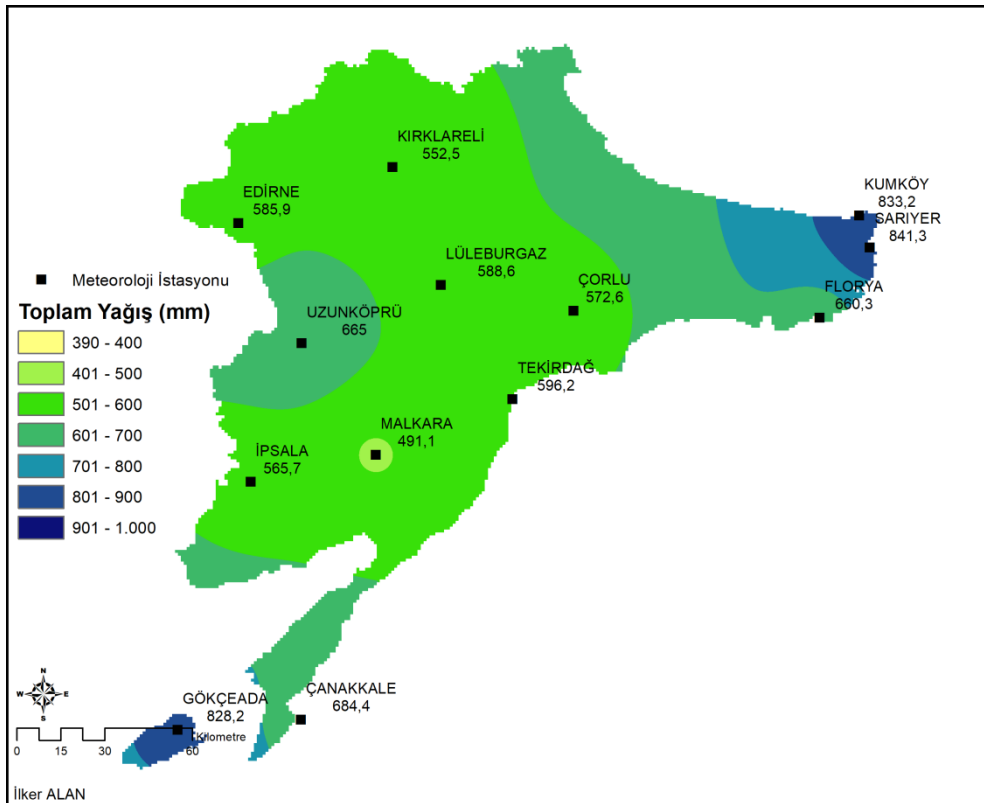
Şekil 55. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)

GFDL RCP8.5 senaryosu, RCP4.5 senaryosuna oranla daha kötümser bir durumu resmetmektedir. Malkara (392,6 mm) bir nüve halinde en az yağış alacak yer olarak yerini korumaktadır. Bu nüveyi güney ve kuzeyli iki parça olarak çevreleyen ve 401-500 mm kuşağı içinde olup, güney parçasındaki Tekirdağ (493,1 mm), Çanakkale (562,6 mm) ve Edirne (469,3 mm)'de, GFDL RCP4.5 senaryosuna göre artış öngörülmektedir. Kırklareli (459,8 mm), Çorlu (486,2 mm), İpsala (501,1 mm), Uzunköprü (581,7), Lüleburgaz (508,3 mm) ve Florya (569 mm), Istrancalar ve Karadeniz kıyı kesimleri ile Saroz Körfezi, Gelibolu Yarımadası ve Marmara Denizi 'ne doğru izlenen 501-600 mm kuşağı için yağışlarda azalma beklentisi vardır. GFDL RCP4.5 senaryosuna göre, Gökçeada (680,9 mm) için artış yönünde öngörü bulunurken, Kumköy (771,7 mm) ve Sarıyer (779,3 mm)'de azalma yönündeki beklentiye rağmen yöre içinde en fazla yağış alacak yerler olarak belirecektir. Ancak, 1971-2000 referans dönemine göre yağışların azalacağı şeklinde resmedilmektedir (Şekil 56).



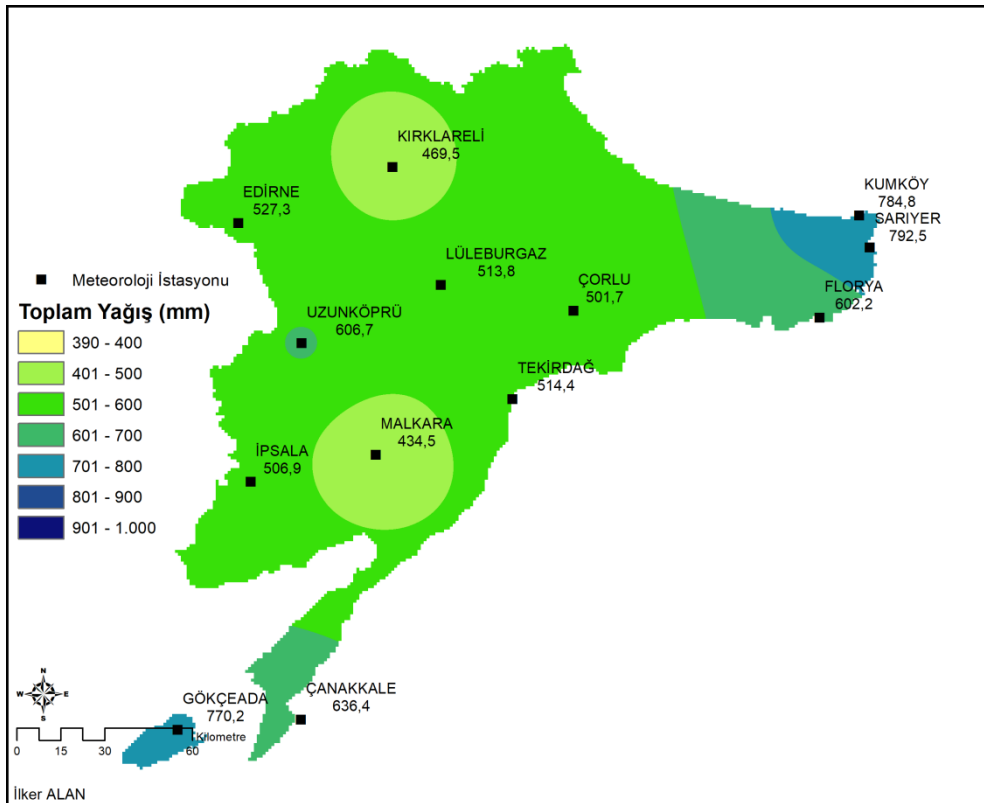
Şekil 56. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)

MPI RCP4.5 senaryosunda Malkara (491,1 mm) GFDL RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına benzer şekilde en az yağış alacak yer olarak resmedilmektedir. Bu nüveyi çevreleyen 501-600 m kuşağında İpsala (565,7 mm), Tekirdağ (596,2 mm), Çorlu (572,6 mm), Lüleburgaz (552,5 mm), Kırklareli (552,5) ve Edirne (585,9 mm) çevreleri yer alacaktır. Bunun dışında Trakya genelinde 601-700mm kuşağı parçalı bir biçimde Uzunköprü (665 mm), Florya (680,3 mm), Çanakkale (684,4 mm), Gelibolu Yarımadası, Saroz Körfezi, Çanakkale boğazı yakınları ile Karadeniz ve Marmara Denizi kıyılarında yayılım gösterecektir. Trakya yöresinde en çok yağış beklentisi olan yerler, Gökçeada (828,2 mm), Kumköy (833,2 mm) ve Sarıyer (841,3 mm) çevreleridir. MPI RCP4.5 Senaryosu, Lüleburgaz (0,8 mm), İpsala (41,5 mm) ve Malkara (174,2 mm) için yağışta azalma beklentisi vardır. Ancak, aynı senaryo Kırklareli (7,2 mm), Çorlu (14,7 mm), Tekirdağ (23,4 mm), Edirne (11,8 mm), Çanakkale (84,3mm), Uzunköprü (15,9 mm), Gökçeada (102,6 mm), Sarıyer (17,3mm) ve Kumköy (8mm)'de çevrelerinde ise artma yönünde bir beklentiyi öngörmektedir (Şekil 57).



Şekil 57. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)

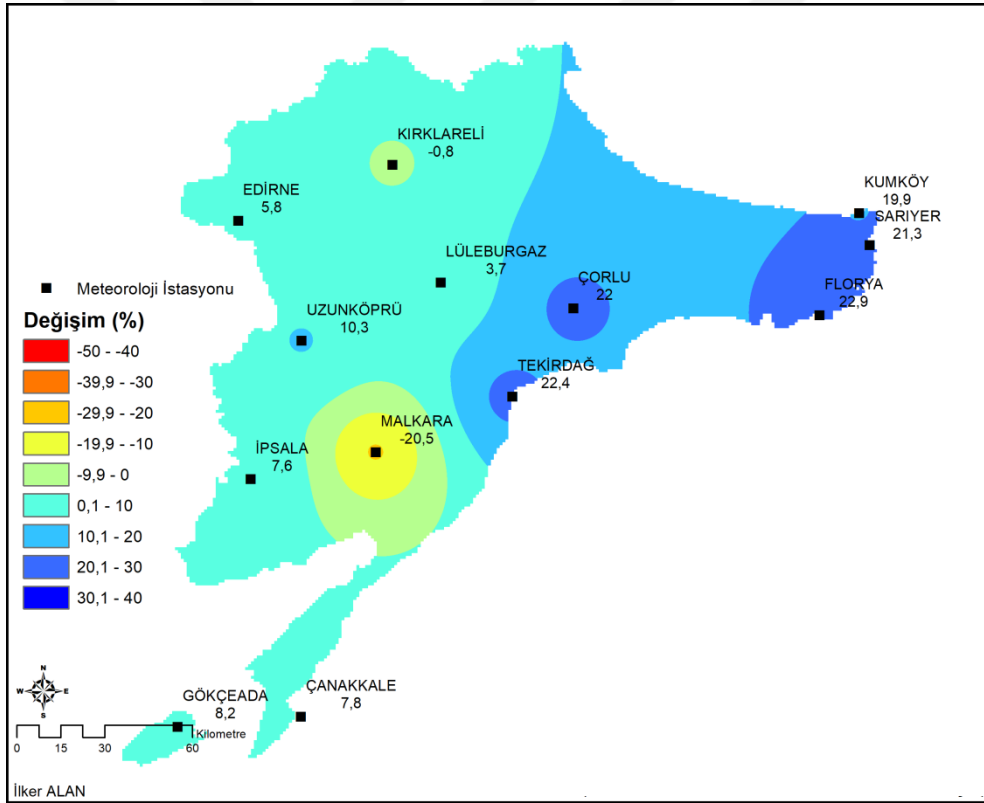
MPI RCP8.5 senaryosuna göre Trakya genelinde oldukça geniş bir yayılım gösterecek olan 501-600 mm kuşağı içinde Kırklareli (469,5 mm) ve Malkara (434,5 mm) ile Uzunköprü nüveleri belirecektir. Bu kuşakta, Edirne (527,3 mm), Lüleburgaz (513,8 mm), Çorlu (501,7 mm), Tekirdağ (514,4 mm) ve İpsala (506,9 mm) ile Saroz Körfezi, Gelibolu Yarımadası, Karadeniz ve Marmara Denizi kıyıları da yer alacaktır. 601-700 mm kuşağında ise Uzunköprü (606,7 mm), Çanakkale (636,4 mm) ve Florya (602,2 mm) bulunacaktır. Bu senaryo öngörülerine en fazla yağış beklentisi olan 701-800 mm kuşağında ise Gökçeada (770,2 mm), Sarıyer (792,5 mm) ve Kumköy (784,8 mm) yer alacağı yönünde beklenti resmedilmektedir. MPI RCP8.5 senaryosu çıktıları dikkate alındığında Gökçeada (46.6 mm) ve Çanakkale (38.3 mm)'de yağış artacaktır. Bunun dışında kalan Kırklareli (75,8 mm), Çorlu (56,2 mm), Tekirdağ (58,4 mm), Edirne (46,8mm), Lüleburgaz (75,6 mm), İpsala (100,3 mm), Florya (43 mm), Malkara (230,8 mm), Uzunköprü (62,4 mm), Sarıyer (31,5mm) ve Kumköy (40,4 mm)'de ise yağışın azalış sergileyeceği yönünde bir beklenti resmedilmektedir (Şekil 58).



Şekil 58. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)

Trakya geneli için 1971-2000 iklim normali dönemi referans alınarak, yağıştaki değişimin (%) olarak oransal değişimi hesaplanmıştır.

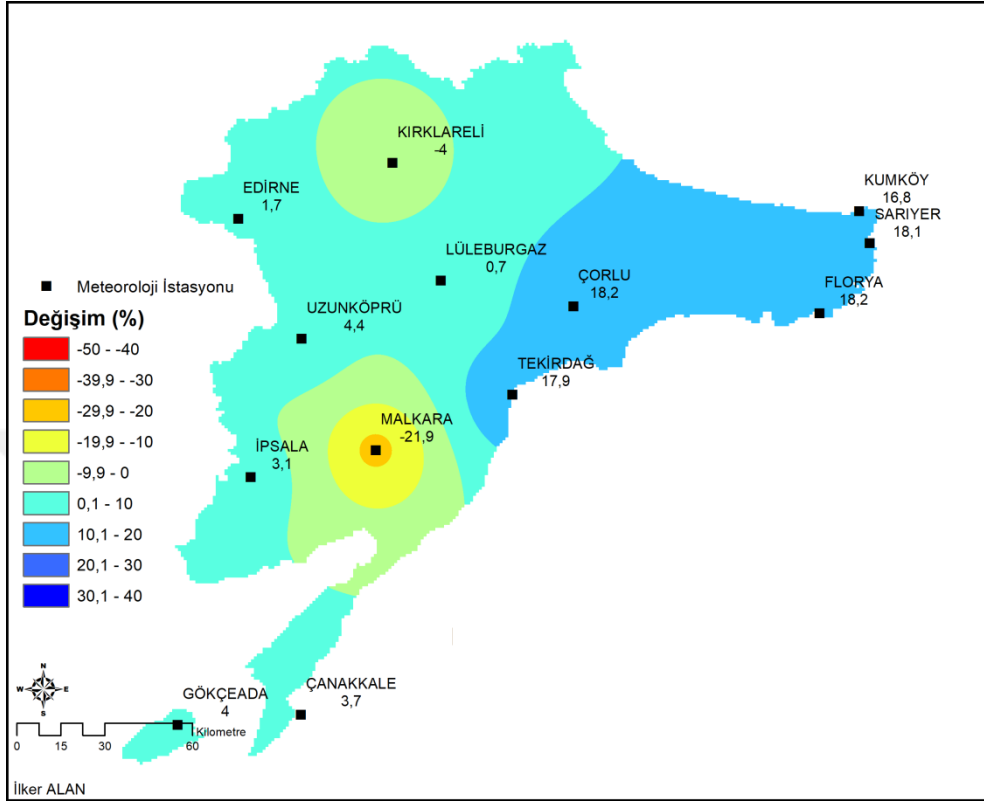
1971-2000 referans dönemi ile karşılaştırılarak değerlendirildiğinde, HadGEM RCP4.5 senaryosunun öngörülleri, GFDL ve MPI modellerinin öngörülleri göre oldukça farklı durumu ifade etmektedir. Bu senaryoya göre Kırklareli (%-0,8) ile Malkara (%-20,5)' da yağış azalacaktır. Bunun dışında kalan Gökçeada (%8,2), Çanakkale (%7,8), Tekirdağ (%22,4), Florya (%22,9), Kumköy (%19,9), Sarıyer (%21,3), İpsala (%7,6), Edirne (%5,8), Lüleburgaz (%3,7) ve Uzunköprü (%10,3) çevrelerinde ise yağışın artacağını öngörmektedir (Çizelge 12; Şekil 59).



Şekil 59. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (%- HadGEM RCP4.5)

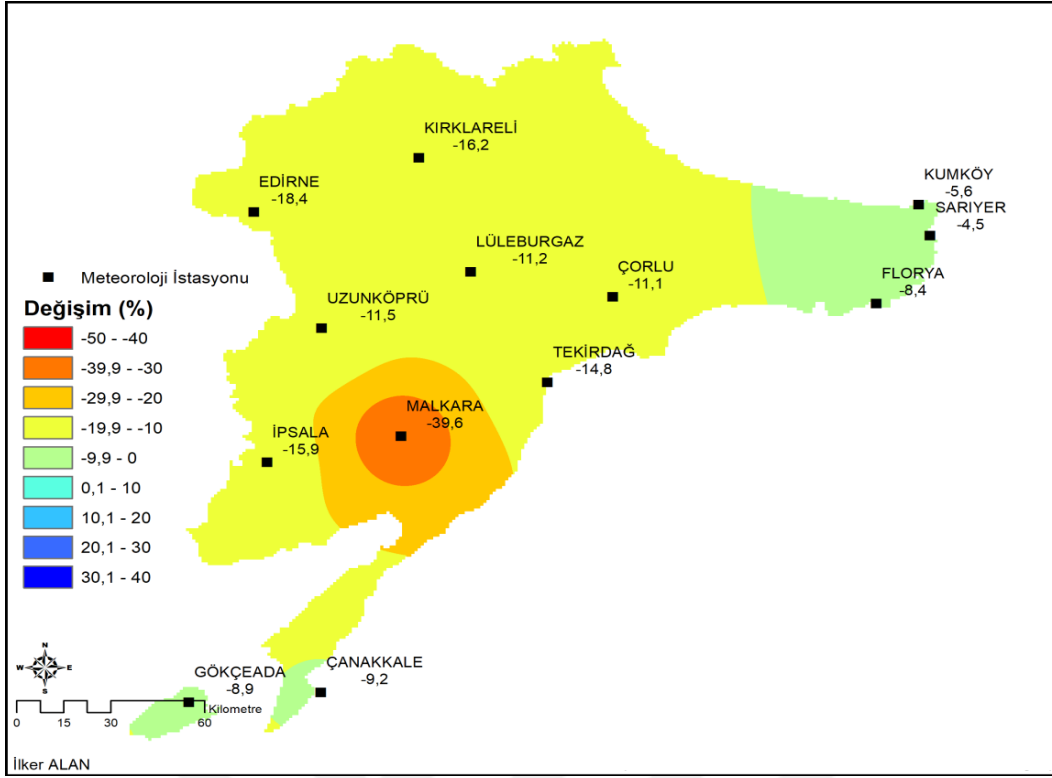
HadGEM RCP8.5 senaryosunun öngörülleri, HadGEM RCP4.5 senaryosu öngörülleri göre oldukça benzer bir durumu ortaya koymaktadır. Bu senaryoya göre ise da yağışın azalacağına yönelik öngörü Kırklareli'de (%-4) iken Malkara'da (%-21,9)'tür. Bunun dışında kalan Gökçeada (%4), Çanakkale (%3,7), Tekirdağ (%17,9),

Florya (%18,2), Kumköy (%16,8), Sarıyer (%18,1), İpsala (%3,1), Edirne (%1,7), Lüleburgaz (%0,7) ve Uzunköprü (%4,4) çevrelerinde yağışta artış öngörülmektedir (Çizelge 12; Şekil 60).



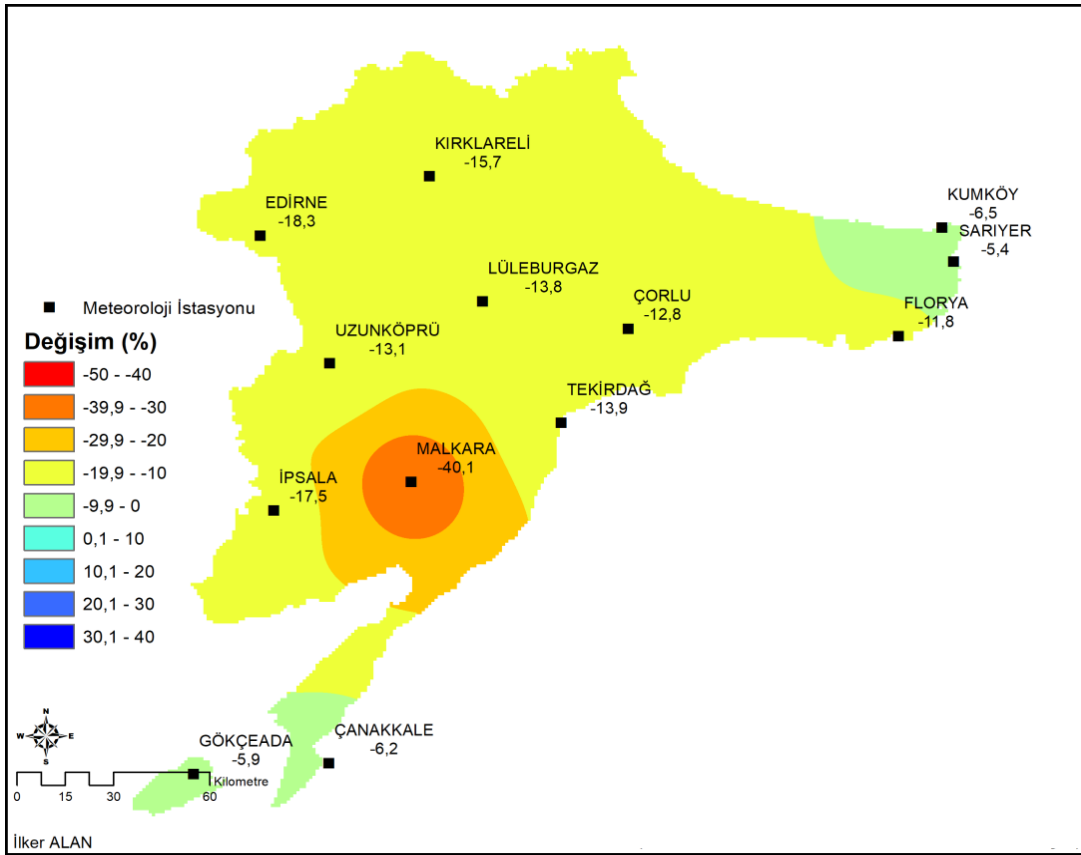
Şekil 60. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (%- HadGEM RCP8.5)

GFDL RCP4.5 senaryosuna göre Trakya geneli için % -4,5 (Sarıyer) ile % -39,9 (Malkara) arasında değişen oranlar bulunmuştur. Tekirdağ (%-14,8) dışındaki kıyı kesimlerinde değişim oranı %-10'un altındadır. Bu senaryo Trakya'nın tamamında, 2020-2098 dönemi için yağışta azalma öngörmekte olup, Malkara için öngörülen bu azalmanın oranı %40'a yaklaşmaktadır (Çizelge 12; Şekil 61).



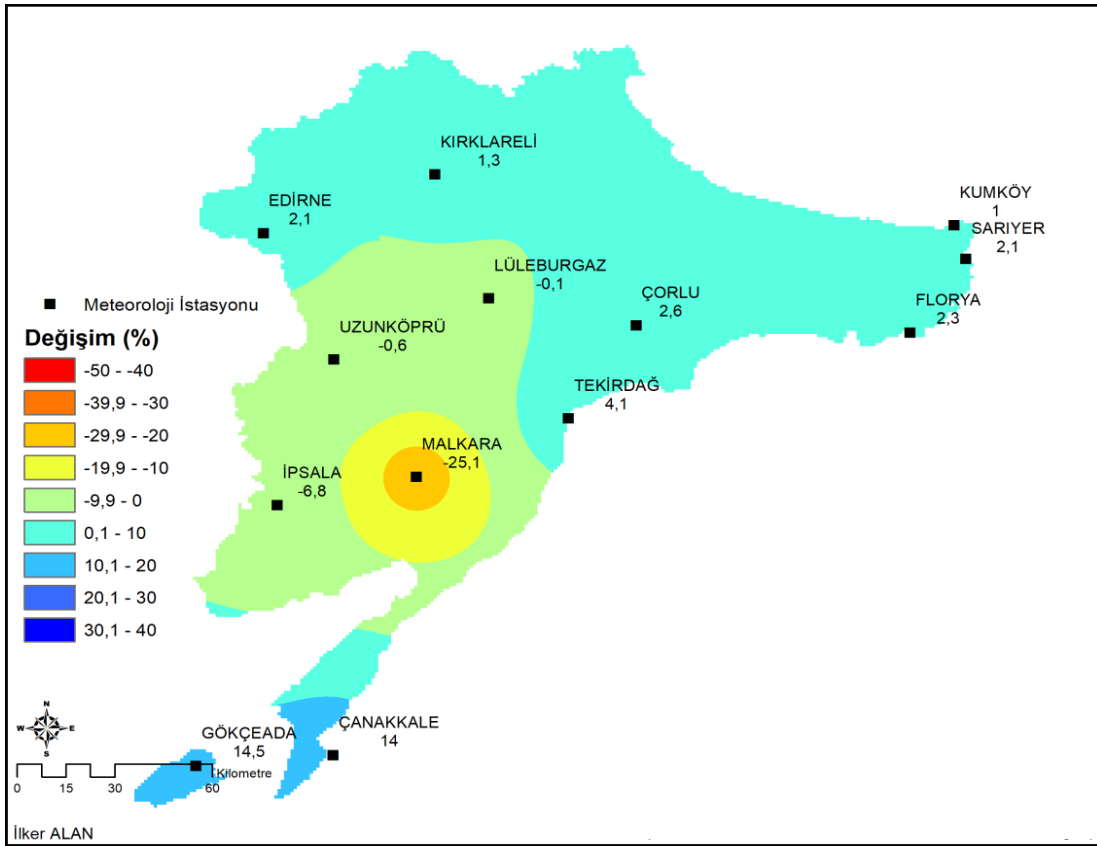
Şekil 61. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (% - GFDL RCP4.5)

GFDL RCP8.5 senaryosunun öngörülleri RCP4.5 senaryosunun öngörülerine çok büyük benzerlik sergilemektedir. Bu senaryoya göre Trakya geneli için % -5,4 (Sarıyer) ile % -40,1 (Malkara) arasında değişen oranlar bulunmuştur. Gökçeada (%-5,9), Çanakkale (%-6,2), Florya (%-11,8), Kumköy (%-6,5) ve Sarıyer (%-5,4) çevreleri dışındaki kesimlerde değişim oranı %-10' un üzerinde yağışta azalma öngörmektedir. GFDL RCP8.5 senaryosu RCP4.5 senaryosuna göre daha kötümser sonuçlar resmetmektedir. Bu senaryoda Trakya'nın tamamında, 2020-2098 dönemi için yağışta azalma öngörülmekte olup, Malkara için öngörülen bu azalmanın oranı %40'ın üzerine çıkmaktadır (Çizelge 12; Şekil 62).



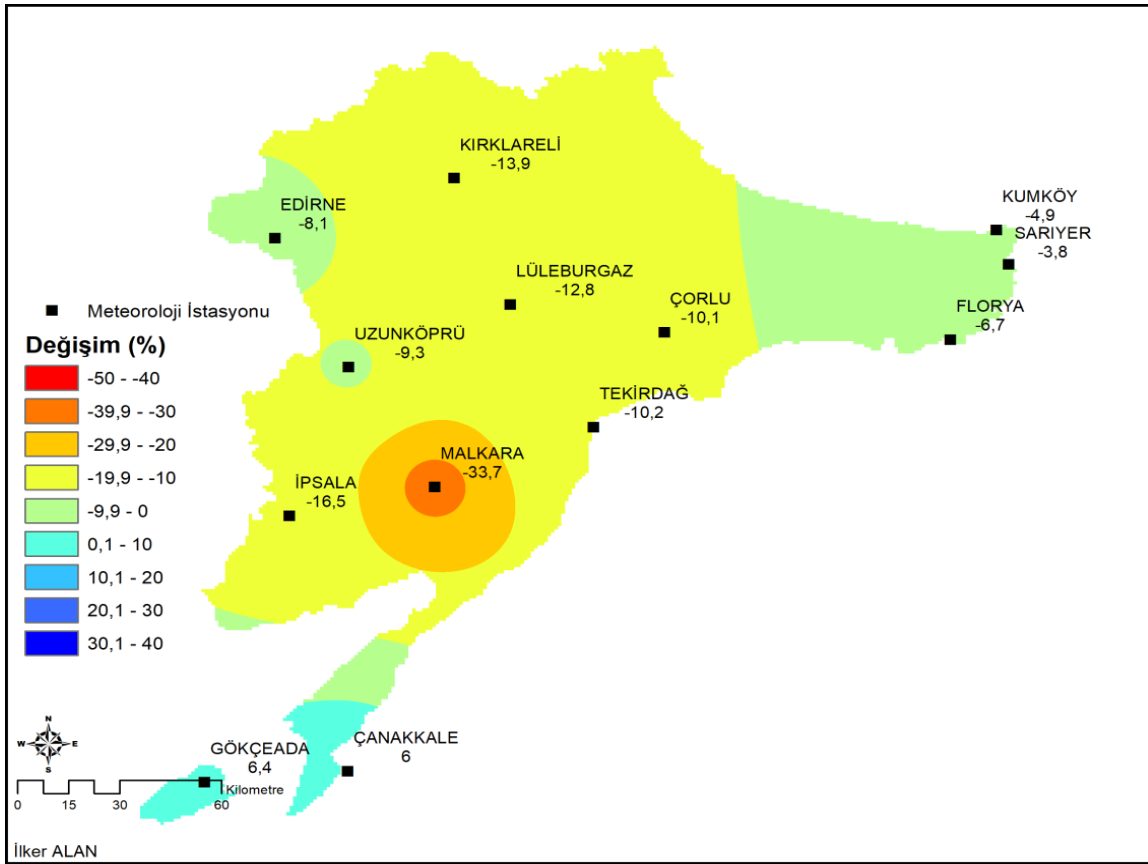
Şekil 62. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (%- GFDL RCP8.5)

MPI RCP4.5 senaryosu Trakya'nın bazı kesimlerinde yağış azlığı, diğer yerlerinde ise artışı öngörmektedir. Yağış azlığı % -0,1 (Lüleburgaz) ile % -25,1 (Malkara) arasında değişen oranlarda öngörülmektedir. Yağışın azalacağı öngörülen yerler arasında Lüleburgaz ve Malkara'nın yanı sıra Uzunköprü (%-0,6) ve Ipsala (% -6,8)'da bulunmaktadır. Bunun dışında kalan yerler için yağış artışı öngörülmektedir. Edirne (%2,1), Kırklareli (%1,3), Çorlu (%2,6), Tekirdağ (%4,1), Florya (%2,3), Sarıyer (%1), Tekirdağ (%4,1) kesimlerinde, yağışın artış yönündeki değişim oranı %10'un altında iken bu oranın Gökçeada (%14,5) ve Çanakkale (%14)'de %10'un üzerinde olacağı yönündedir (Çizelge 12; Şekil 63).



Şekil 63. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (%- MPI RCP4.5)

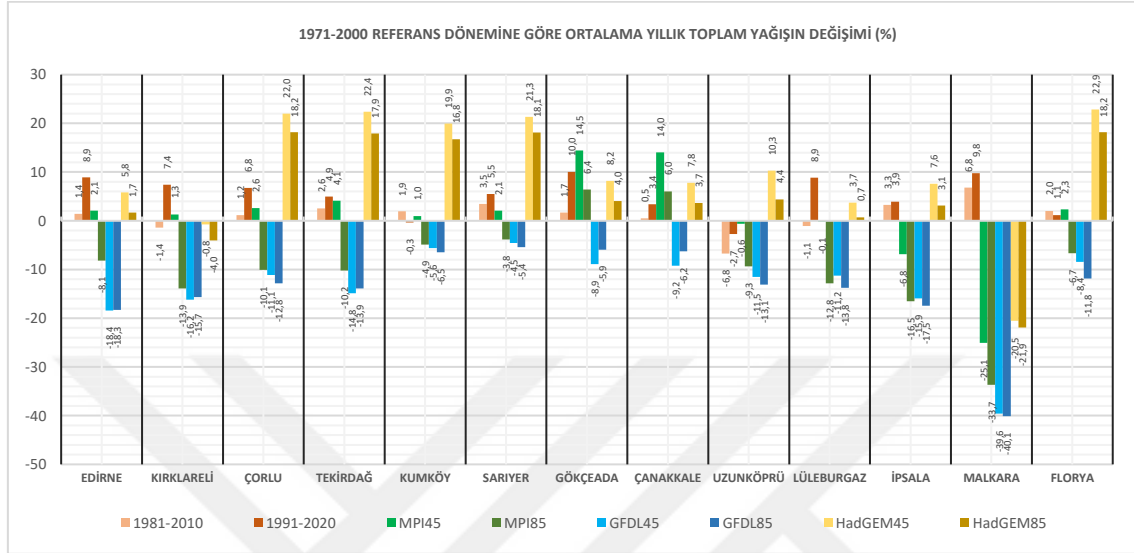
MPI RCP8.5 senaryosu Gökçeada (%6,4) ve Çanakkale (%6)'de artışı öngörüsü bulunurken, Trakya'nın diğer kesimlerinde yağış azlığı beklentisi resmetmektedir. Yağış azlığı % -0,1 (Lüleburgaz) ile % -25,1 (Malkara) arasında değişen oranlarda öngörülmektedir. Yağışın azalacağı öngörülen yerler arasında Lüleburgaz ve Malkara'nın yanı sıra Uzunköprü (%-0,6) ve İpsala (% -6,8)' da bulunmaktadır. Edirne (%-8,1), Kırklareli (%-13,9), Çorlu (%-10,1), Tekirdağ (%-10,2), Florya (%-6,7), Sarıyer (%-3,8), Kumköy (%-4,9) ve Malkara (%-33,7)'da yağışın azalış yönündeki değişimi öngörülmektedir (Çizelge 12; Şekil 64).



Şekil 64. Referans Döneme Göre Yağışın Değişimi (%- MPI RCP8.5)

İklim modelleri ve projeksiyonları, 1971-2000 referans dönemi açısından ele alınarak değerlendirilmiştir. Trakya geneli için en kötümser öngörüler GFDL RCP4.5 (1'inci) ve RCP8.5 (2'nci) senaryoları tarafından üretilmiştir. Bu modele göre Trakya'nın tamamında yağışın azalacağı öngörülmektedir. MPI RCP4.5 (3'üncü) senaryosu yağış azlığını İpsala, Uzunköprü ve Malkara çevreleri ile sınırlarken, RCP8.5 (4'üncü) senaryosunda azalma öngörüsü Gökçeada-Çanakkale hattının kuzeyinde kalan tüm kesimlere yayılacaktır. HadGEM RCP8.5 (5'inci) senaryosunda ise yağışın azalacağı yönündeki öngörü Malkara ve Kırklareli çevrelerinde etkisini hissettirecek olup, diğer kesimlerde artış beklentisi söz konusu olacaktır. HadGEM RCP4.5 senaryosu, HadGEM RCP8.5 senaryosuna benzemekle birlikte, Kırklareli çevresindeki yağış azlığının çok daha hafif hissedileceği yönündedir. MGM gözlemlerinde 1981-2010 ve 1991-2020 normalleri döneminde 1971-2000 dönemine göre Malkara

çevresinde yağışta artış olmasına rağmen, 3 iklim modeli ve senaryoların tamamında Malkara çevreleri için yağışın azalacağı yönündeki beklenti öngörüsü dikkat çekmektedir (Şekil 65).



Şekil 65. Dönemsel Ortalama Toplam Yağışın Değişimi (2020-2098)

8.6. TBDG ile TBDU Yöntemi ve Uygulaması

Tarım ürünlerine talep artışı, Dünya’da ve Türkiye’de yeni alternatif ürünlerin devreye girmesi, üretim planlamasının daha bilinçli yapılması gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. Özellikle yetiştiriciliği yapılacak tür ve çeşitler seçilirken, o bölgenin maksimum ve minimum sıcaklık değerleri irdelenerek, değerlendirilmesi ve bitkinin sıcaklık ile ilişkisi bilinerek o bölgede üretime başlanması gerekmektedir (Yoldaş ve Eşiyok, 2005). İklimdeki değişimler yerel/bölgesel ölçekte küresel değerlere göre daha büyük sapmalar gösterebilir. Bu nedenle, iklim bileşenlerindeki değişim eğilimleri ve miktarları yerel ölçeklerde belirlenmelidir. Yerel/bölgesel tarımsal verimliliği artırmak için risk azaltma ve uyum stratejileri ile iyi tarım uygulamalarını araştırmak, geliştirmek ve uygulamaya geçirmek gerekmektedir (Irmak ve Skaggs, 2012). İklim, dünyanın

birçok yerinde tarımsal ürün verimliliğini etkileyen ve özellikle açık tarla koşullarında çok sınırlı denetlenebilen en önemli ögedir. Sınırlarını doğal koşulların çizdiği, büyük ölçüde bu koşullara bağlı veya uyum içerisinde sürdürülen tarımsal faaliyetler, teknolojik gelişmelerin tarımsal uğraşı alanlarına sunduğu tüm olanaklara rağmen genel hatlarıyla iklim koşullarının denetimi altındadır.

İklim, özellikle sıcaklık, bitkilerin büyümesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir (Spracklen vd., 2009; Yin vd., 2016). Çeşitli biyolojik süreçler için etkili olan oranlar, sıcaklık ile belirgin şekilde değişmektedir. Bir organizmanın büyümesi ve gelişmesi, birçok bireysel fizyolojik sürecin bütünleşmiş etkisinin bir sonucu olarak sıcaklık değişimlerine yanıt verir (Russelle vd., 1984; Grigorieva vd., 2010). İklim, bitki yaşamını belirleyen hemen hemen tüm fizyolojik süreçleri etkiler (IPCC, 2014; Paparrizos ve Matzarakis, 2017). Tarım biliminin en büyük zorluğu ve amacı, belirli fiziksel veya biyolojik olayların ortaya çıkışlarını tahmin etmektir (Paparrizos ve Matzarakis, 2017).

Bitki gelişimi sırasında meydana gelen değişikliklerin veya fizyolojik olayların sayısal ölçeklerle tanımlanabileceği bilinmektedir (Medeiros vd., 2000; Shirtliffe vd., 2000; Gadioli vd., 2000; Grigorieva vd., 2010). Bu ölçekler, çoğunlukla, zamanın (günler) bir fonksiyonu olarak tanımlanır. Birçok çevresel öge bitkilerin dağılımını, büyümesini ve biyolojik gelişimini etkiler, ancak bu ögelerin çoğu iklim ile ilgilidir (Wiggans, 1956; Brown, 1960; Chirkov, 1965; Edey, 1977; Idso vd., 1978; Russelle vd., 1984; McMaster ve Smika 1988; Gordon ve Bootsma 1993; Karing vd., 1999; Wielgolaski, 1999; Førland vd., 2004; Gavilán, 2005; Grigorieva vd., 2010). Tarımsal yönetim süreçlerinde kullanılmak üzere bitki gelişimi için gerekli ısı birikimini gösteren hava sıcaklığına dayalı çeşitli iklim endeksleri önerilmiştir (Cross ve Zuber 1972; Bootsma, 1994; Dwyer vd., 1999; Snyder vd., 1999; Bootsma vd., 2004; Gavilán, 2005;

Gordeev vd., 2006; Grigorieva vd., 2010). Sıcaklık, su eksikliği olmadığı sürece fizyolojik olayları tahmin etmek için en önemli iklim ögesidir (Russelle vd., 1984; Gadioli vd., 2000; Grigorieva vd., 2010).

Sera gazı ve aerosol salımlarının neden olduğu iklim değişikliği ve bunun doğal ve insan sistemleri üzerindeki etkileri büyük ilgi görmektedir. Bitki büyümesini ve ekosistem işleyişini (karbon döngüsü, evapotranspirasyon ve azot taşınması dahil) etkileyen ana ögeler olarak, Toplam Büyüme Dereceli Günlerdeki (TBDG) ve Termal Büyüme Dönemi Uzunluğundaki (TBDU) mekânsal-zamansal değişkenlik, küresel değişim araştırmasının önemli bileşenleridir (Linderholm, 2006; Arslantaş ve Yeşilirmak, 2020). Örneğin, 20. yüzyılın ortalarından bu yana daha yüksek sıcaklıklar, Avrupa (Menzel, 2003; Spinoni vd., 2015; Yin vd., 2016), Amerika Birleşik Devletleri (Mix vd., 2012), yüksek enlem bölgeleri (Myneni vd., 1997; Yin vd., 2016) ve Çin (Liu vd., 2010; Jiang vd., 2011; Song vd., 2011; Dong vd., 2012; Yang vd., 2013; Yin vd., 2016) gibi birçok bölgede TBDG' yi artırdı ve TBDU' nu genişletti (Yin vd., 2016). Ayrıca, TBDG ve TBDU genişlemesindeki artışların gelecekte küresel ısınma altında daha belirgin olması beklenmektedir (Skaugen ve Tveito, 2004; Yin vd., 2016).

TBDG yöntemi bir bitkinin, belirli bir fenolojik fazı veya hatta tüm döngüyü tamamlamak için gereken termal derecelerin miktarı ile temsil edilen belirli bir miktarda enerjiye gereksinim duyduğu öncülüne dayanır (Gadioli vd., 2000; Gramig ve Stoltenberg, 2007). Bitkilerin gelişme oranını ölçmek için kullanılan tarımsal iklim endekslerinin esası, büyüme döneminde günlük ortalama sıcaklıkların belirli bir eşik sıcaklığının üzerinde birikmesine dayanan basit ısı üniteleri içerir (Wiggans, 1956; Brown, 1960; Wang, 1960; Baskerville ve Emin 1969; Chen 1973; Grigorieva vd., 2010). Büyüme dereceli günlerin ve termal değişkenlerdeki değişikliklerin, bitki

büyümesi ve dağılımı üzerinde önemli etkileri vardır. Sıcaklık ve bitki büyümesi arasındaki ilişkiyi ölçmek için yaygın olarak TBDG ve TBDU kullanılmaktadır (Bunting, 1976; Swan vd., 1987; Lobell vd., 2011; Yin vd., 2016). TBDG genellikle bir referans veya eşik sıcaklığından birikmiş sıcaklık sapması olarak tanımlanır (Met-Office, 2013; Yin vd., 2016). Taban sıcaklıktaki (veya altındaki) günler TBDG'ye katkıda bulunmaz. Bu ölçüm bitki gelişiminde önemli rol oynar çünkü her gelişim aşaması belirli miktarda TBDG gerektirir. Genel olarak sıcaklık, büyüme mevsimi uzunluğunu, bireysel büyüme aşamalarını ve sıcaklık stresi ile gerçek kuru madde üretimini kontrol eder (Tsvetsinskaya vd., 2003). TBDG ve TBDU uzun süredir bitki gelişimini değerlendirmek için kullanılmaktadır (Huang, 1959; Gordon ve Bootsma, 1993; Viator vd., 2005; Yin vd., 2016) TBDU ve TBDG aynı zamanda bitkilerin mekânsal dağılımı ve coğrafi bölgelendirme sistemindeki sıcaklık bölgelerini tanımlamak için kullanılan ana kriterlerdir (Zheng, 1999; Yin vd., 2016).

Çoğu bitki için, fenolojik gelişme, büyümenin meydana geldiği bir taban sıcaklığın üzerinde ısı veya sıcaklık birikmesiyle güçlü şekilde ilişkilidir. Bu eşik sıcaklığı bitki türlerine göre değişir. Bilim adamları, ayçiçeği için düşük taban sıcaklığının 6,7 °C olduğunu belirlediler (Robinson, 1971; Hammer vd., 1982; Thompson ve Dougherty, 1998; Khalifa vd., 2000; Kaya vd., 2004; Archer vd., 2006). Bazı bitkilerde, üzerinde büyümenin çok az olduğu veya hiç olmadığı bir üst eşik sıcaklığı da vardır, ancak ayçiçeği için herhangi bir üst sınır belirlenmemiştir. Bitki gelişim hızını kontrol eden en önemli etmen sıcaklık olmasına rağmen, su ve gün ışığı uzunluğu gibi diğer etmenler etkilerini değiştirebilir. Bitki gelişimini tahmin etmek için kullanılan en yaygın sıcaklık indeksi, günlük maksimum ve minimum hava sıcaklığından hesaplanan toplam büyüme derece günleridir. TBDG yaklaşımının bilim adamları, ürün danışmanları, bitki gelişme hızı ve büyüme aşamasını kestirmek için

kullanan üreticilere yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Bu bilgi, sulama veya pestisit uygulama zamanlaması gibi ürün yönetimi kararlarının planlanmasına ve hasat planlamasına yardımcı olmak içinde kullanılmaktadır.

Ayçiçeği, endüstriyel çok yönlülüğü ve iklimsel uyarlanabilirliği ile karakterize edilen bir bitkidir ([Aquino vd., 2010](#)). Fotoperiyot tepkisine duyarsız ve termal zamana duyarlı modern çeşitler ile ürün esnekliği ve 65 ila 165 gün arasında değişen iyi tanımlanmış ve nispeten kısa döngüden ([Pimentel ve Borém, 2018](#)) dolayı, ekimi yapılan bazı ülkelerde ayçiçeği ikincil olarak yetiştirilmeye uygun bir ürün haline gelmektedir. Ayçiçeği, ekim nöbeti sistemlerinde kolaylıkla kullanılmaktadır ve tarımsal üretimi çeşitlendirmektedir. Ayçiçeği gelişimi hava sıcaklığından etkilenir ve fenolojik aşamaların değişmesi için derece günlerinin birikmesini gerektirir ve böylece gelişimini tamamlar. Termal zamanın kullanımı, ürün yönetimi uygulamalarının planlanmasında takvim günlerine dayalı olandan daha fazla hassasiyet sağlar ([Bergamaschi ve Bergonci, 2017](#)). Sentelhas ve Ungaro (1998), ayçiçeğinin biyoklimatik indekslerini değerlendirmiş ve termal zamanın, Brezilya ayçiçeği çeşitlerinin fenolojisini incelemek için kullanılan diğer indekslere kıyasla en düşük toplam değişkenliği sunduğu sonucuna varmıştır. Termal zamana dayalı başka araştırmalar da geliştirilmiştir. Ayçiçeğinde ([Lucas vd., 2015](#), [Souza vd., 2016](#)), patatesten ([Paula vd., 2005](#)), karpuzda ([Trentin vd., 2008](#)), mısırdan ([Deprá vd., 2016](#)), fasulyede ([Miranda ve Junior, 2010](#)), pirinç ([Bartz vd., 2017](#), [Steinmetz vd., 2017](#)), asma ([Tomazetti vd., 2015](#)) ve kahve ([Carvalho vd., 2014](#)). Her bitkinin, minimum, optimum ve maksimum büyüme için kendi sıcaklık aralığı vardır. Yani herhangi bir bitki, herhangi bir büyüme aşamasından önce minimum veya taban sıcaklığına ulaşılmalıdır. Baz sıcaklığının üzerinde bitkinin büyüme hızı daha hızlıdır. Optimum sıcaklık aşıldığında, büyüme hızı, büyümenin durduğu maksimum sıcaklığa ulaşılan kadar

yavaşlayacaktır (Thab vd., 2014). Çevresel farklılıklar, ürün bitkisinin agronomik, fizyolojik ve niteleyici fonksiyonları aracılığıyla ürünün büyümesini, gelişmesini, verimini, yağ ve yağ asidi birikimini etkiler (Kaleem vd., 2010). Bitkinin çevreye olan bir dizi gelişimsel ve fizyomorfik uyumu, ayçiçeği verimini ve yağ kalitesini etkiler (Hassan vd., 2005). Ayçiçeği ılıman bir bölge bitkisi olmasına rağmen, çeşitli iklim ve toprak koşullarında iyi performans gösterebilir.

Bitki gelişimini tahmin etmek için kullanılan en yaygın sıcaklık indeksi büyüme derece günleridir (Qadir vd., 2006). BDG, hasat olgunluğunu tahmin etmek ve iki gelişim aşaması arasındaki süreyi tahmin etmek için bitkileri çiçeklenme tarihlerine göre sınıflandırmak için kullanılır (Bonhomme, 2000). BDG ile bitki gelişme hızı arasında doğrusal bir ilişki vardır (Lu vd., 2001). Mevsimsel değişim, aşırı yetiştirme koşullarından etkilenen ayçiçeğinin morfolojik, fizyolojik, niceliksel ve niteliksel ifadelerini değiştirir. Bitkide meydana gelen tüm fizyomorfik fonksiyonlar, büyüme ve gelişmeyi yöneten birincil etmen sıcaklık olduğundan, sıcaklıktan belirgin şekilde etkilenir (Chan vd., 1998). Ayçiçeği geniş bir uyum yelpazesine sahip olduğundan, farklı ayçiçeği melezleri büyüme, gelişme ve olgunluk için farklı toplam kümülatif büyüme derecesi günleri gerektirir (Qadir vd., 2007).

Ayçiçeği büyümesi ve verimliliği, yetiştirme ortamına göre etkilenir ve ürün, sıcaklık, fotoperiyot, yağış ve bağıl nem gibi çevresel değişkenlerden etkilenecektir. BDG birikimi, ürünün olgunluğunu, verim ve verim bileşenlerini belirler. Ayçiçeği verimi ve verim özellikleri, büyük ölçüde ürünün yaşam döngüsü boyunca egemen olan hava koşullarına bağlıdır (Baydar ve Erbaş, 2005). Farklı hava parametreleri, ürünün büyümesini ve gelişim ifadelerini farklı şekilde etkilemektedir (Kumar vd.,2008).

Ayçiçeği bitkisinin verim ve verim unsurlarına gelişme derece günlerinin etkisini araştırmak amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Subtropikal bir çevre ikliminde ürün yetiştirmek için ayçiçeği gelişimi, çeşitler arasında farklı termal süre nedeniyle farklı tepkiler sunar. Ayçiçeği ürününün gelişimini termal zaman fonksiyonunda incelemek, çeşit tavsiyesinde kullanılan bilgileri üretmek için önemlidir, çünkü farklı vejetatif döngülere sahip çeşitlerin ekimi, termal ve su stresi fonksiyonundaki potansiyel verim kaybı risklerini azaltır. Brezilya'daki ayçiçeği çeşitlerinin fenolojik evrelerinin değişimi için termal zamanı takvim günlerine kıyasla değerlendirilmiştir. Denemede değerlendirilen sekiz ayçiçeği çeşidi, termal zaman ve takvim günleri için tüm gelişme aşamalarında (R3'ten R9'a) grup oluşumu sergilemiştir. Üç grup oluşturulmuş ve hem termal zaman hem de takvim günleri için aynı davranış gözlemlenmiştir. Çeşitlerin fenolojik gelişimi ile ilgili olarak genetik değişkenlik gösteren ayçiçeği çeşitleri arasında termal süre farklılıkları vardır. R5.1, R7 ve R8 aşamalarında olduğu gibi takvim günlerine göre termal zaman kullanımı ile farklı çeşit grubu oluşumu gözlemlenmiştir. Çeşit gelişiminin sınıflandırılmasında daha fazla hassasiyet için termal zamanın kullanılması önerilir ([Maurício Siqueira dos Santos vd., 2018](#)).

Canavar vd., (2010) farklı ayçiçeği melezlerinde büyüme dereceleri ile verim ve verim bileşenleri arasındaki ilişkiyi araştırmayı ve Berlin çevre koşullarında yağmur sulamalı ayçiçeğinde tane verimini etkileyen çevresel etmenleri ve ürün özelliklerini belirlemek istemişlerdir. Çevresel etmenler, özellikle tohumların gelişme ve olgunlaşma dönemindeki sıcaklık, verim ve verim özellikleri üzerinde etkili olabilir. Bitkide meydana gelen tüm fizyolojik ve morfolojik gelişmeler sıcaklıktan önemli ölçüde etkilenir. Ayçiçeğinin, ilk çiçeklenme başlangıcı ile olgunluk arasındaki ilişkisi biliniyorsa sağlıklı ürünler için hasat zamanı tahmin edilebilir ([Qadir vd., 2007](#); [Önemli, 2005](#)). Her biri belirli ısı birimi gereksinimlerine sahip çok çeşitli ayçiçeği çeşitleri

mevcuttur. BDG birikimi, ürünün olgunluğunu, verim ve verim bileşenlerini belirler. Özellikle tane gelişimi ve olgunlaşma dönemindeki sıcaklık, tane yağ verimi ve verim özelliklerini etkilemiştir (Kaleem vd., 2010). İyi verim ve verim özelliklerine sahip olmak için, BDG birikimi hayati bir rol oynar (Kaleem vd., 2010b).

Çeşitli ayçiçeği özellikleri arasındaki farklılıklar, ürün yaşam döngüsü boyunca hüküm süren sıcaklığa bağlı olarak farklı iklim koşullarından kaynaklanabilir. Bu nedenle, söz konusu sonuçlara dayanarak, uygun iklim koşulları altındaki ülkelerde sonbahar mevsiminde ayçiçeğinin geç ekiminin, ürünün yaşam döngüsünü kısa sürede tamamlaması ve daha az ısı birimi biriktirmesi nedeniyle verim özellikleri ile tane ve yağ veriminde azalmaya neden olacağı sonucuna varılmıştır (Kaleem vd., 2009). Farklı ayçiçeği melezleri, büyüme, gelişme ve olgunluk için farklı toplam kümülatif derece gün sayısı veya büyüme derece günü gerektirir. Düşük sıcaklık, daha az radyasyon ve daha yüksek yağışlarla düşük güneşlenme saatleri, sonbahar mevsiminde daha az tane üretkenliğine neden olabilir. Kumar vd., (2008) ayrıca, daha yüksek sıcaklıkların, yağlı tohum verimi ile pozitif korelasyona katkıda bulunduğunu bulmuştur.

Trakya tarımsal açıdan, Türkiye'nin en üretken yörelerinden birisidir. Yöredeki, iklim değişikliği etkilerinin analizi önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Trakya'da ayçiçeği tarımının ana hatları açısından gözlem ve iklim modellerinin verileri karşılaştırılarak gelecekteki tarımsal politikalara ve yapılacak çalışmalara ışık tutması amaçlanmıştır. Şüphesiz, "Toplam Büyüme Dereceli Günler (TBDG)" ve "Termal Büyüme Dönemi Uzunluğu (TBDU)" eğilimlerindeki mekânsal farklılıkları daha iyi açıklamak için yerel/bölgesel ve mevsimsel değişim hakkında daha fazla ve ayrıntılı çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Çalışmanın çıkış noktasını iklim değişikliğinin etki göstergesi olarak, 1981-2010; 1991-2020 ve 2020-2098 dönemleri için gözlem ve

model verileri kullanılarak hesaplanan TBDG ve TBDU' nun alansal ve zamansal değişimleri oluşturmaktadır.

Çizelge 13. Ayçiçeği Taban Sıcaklıkları

Taban Sıcaklık (°C)	KAYNAK	Taban Sıcaklık (°C)	KAYNAK
3.3	Khalifa, F.M.,Schneider, A.A.,Eltayeb, E.I.,2000		Khalifa, F.M.,Schneider, A.A.,Eltayeb, E.I.,2000
	Khalifa, F.M.,Schneider, A.A.,Eltayeb, E.I.,2000		Archer et al.,2006
3.8	https://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sunflower.html		Robinson, 1971
3.9	Maldaner et al., 2011	6.7	Hammer et al., 1982
4.0	Carter (1978)		Thompson and Dougherty, 1998
4.3	Khalifa, F.M.,Schneider, A.A.,Eltayeb, E.I.,2000		https://ndawn.ndsu.nodak.edu/help-sunflower-growing-degree-days.html
4.4	Sharon A. Clay.,2014		Kaya et al., 2004
	Niemela&Tulisalo,2000		https://illinois.edu/gismap/info/gddinfo.htm
	Peltonen-Sainio et al.,2009	7.2	Sangoi, L. and Silva, P. R. F.,1986
5.0	Debaeke,P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N.2017		Robinson, 1971
	Mayer ve Poljacoff-Mayber (1982)	7.7	https://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sunflower.html
5.2	Khalifa, F.M.,Schneider, A.A.,Eltayeb, E.I.,2000		Jones and Kiniry, 1986
5.5	Khalifa, F.M.,Schneider, A.A.,Eltayeb, E.I.,2000		Sadras, V. O. & A. J. Hali.,1988
5.8	Maldaner et al., 2011	8	Chapman et al., 1993
	Kiniry et al., 1992,		Qadir et al., 2007
6.0	Rollier ve Burghart (1974)		Bazin et al.,2011
6.6	Hammer et al., 1982	8.3	Khalifa, F.M.,Schneider, A.A.,Eltayeb, E.I.,2000
		8.5	Sadras, V. O. & A. J. Hali.,1988
6.67	Y. Kaya., D. Baltensperger., L. Nelson., J. Miller. 2004	9.7	Maldaner et al., 2011
		10.0	https://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sunflower.html

Ayçiçeği çok çeşidi bulunan ve tarımı yapılan bir kültür bitkisidir. Çeşitli araştırmalarda, değişik taban sıcaklıkları kullanılarak yapılan çalışmalar söz konusudur (Çizelge13). Trakya'da birçok ayçiçeği çeşidinin ekimi yapılmaktadır. Bu nedenledir ki, çalışmamızda (Robinson, 1971; Hammer vd., 1982; Thompson ve Dougherty, 1998; Khalifa vd., 2000; Kaya vd., 2004; Archer vd., 2006) tarafından tercih edilen 6,7°C temel sıcaklık ile TBDG ve TBDU hesaplamaları yapılmıştır (Denk.1). Üst eşik sıcaklığı için herhangi bir değer dikkate alınmamıştır.

Her biri, avantajları ve eksiklikleri olan modelleri kullanarak tahmin de dahil olmak üzere çeşitli BDG hesaplama yöntemleri vardır (Roltsch vd., 1999; Grigorieva vd., 2010). Saatlik hava sıcaklığı verilerini kullanan yaklaşım en doğru olanıdır ve

yalnızca otomatik bir gözlem ağından gelen verilere gerek duyar (Cesaraccio vd., 2001; Grigorieva vd., 2010). Minimum ve maksimum günlük sıcaklıkların ortalaması olarak hesaplanan ortalama sıcaklığa dayanan BDG yöntemi, tarımsal ve fenolojik araştırmalarda en yaygın olanıdır (Gilmore ve Rogers 1958; McMaster ve Smika 1988; Bootsma, 1994; McMaster ve Wilhelm, 1997; Dwyer vd., 1999; Matzarakis vd., 2007; Fealy ve Fealy, 2008; Grigorieva vd., 2010).

Bu çalışmada, TBDG aşağıda açıklandığı şekilde hesaplanmaktadır:

$$TBDG = \sum_{i=1}^n (T_i - T_b) \quad (\text{denk.1})$$

$$T_i = (T_{\max} + T_{\min}) / 2 \quad (\text{denk.2})$$

Denklemden:

T_i , büyüme dönemi boyunca günlük ortalama hava sıcaklığı (°C)

$T_{\max}$, günlük maksimum hava sıcaklığı (°C)

$T_{\min}$, günlük minimum hava sıcaklığı (°C)

T_b , taban sıcaklık (°C)

T_{ul} , üst eşik sıcaklığı (°C) ifade etmektedir. Çalışmadaki hesaplamalar:

$$T_b = \{6,7\} \text{ taban sıcaklık değeri (°C)} \quad (\text{ölçüt.1})$$

$$T_{ul} = \{\dots\} \text{ üst eşik değeri (°C)} \quad (\text{ölçüt.2})$$

T_b değeri için hesaplamalar;

$$\text{Eğer } T_i \leq T_b \text{ ise } T_i = 0 \text{ değilse } T_i = (T_{\max} + T_{\min}) / 2 \quad (\text{ölçüt.3})$$

$$\text{Eğer } T_i > T_{ul} \text{ ise } T_i = T_{ul} \text{ değilse } T_i = (T_{\max} + T_{\min}) / 2 \quad (\text{ölçüt.4})$$

Ölçütleri kullanılarak yapılmıştır.

Büyüme dönemi boyunca taban veya eşik sıcaklığından (T_b : 6,7°C) daha yüksek bir sıcaklığa sahip $i = \{1, 2, \dots, n\}$ günler için yukarıda belirtilen ölçütler dikkate alınmıştır. Bu şekilde, günlük sıcaklık eğrisi altındaki ve eşik değerinin üzerindeki tüm

sıcaklıklar toplanır (McMaster ve Smika, 1988; Gordon ve Bootsma, 1993; Bootsma, 1994; Mc-Master ve Wilhelm, 1997; Snyder vd., 1999; Grigorieva vd., 2010).

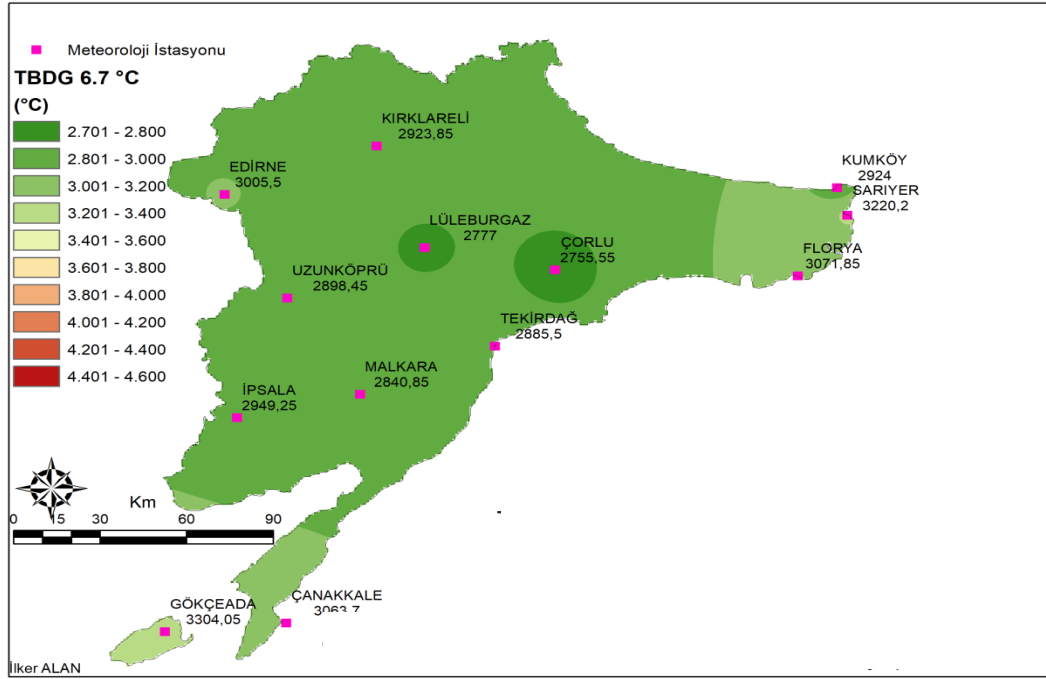
BDG ve termal değişkenlerdeki değişikliklerin, bitki büyümesi ve dağılımı üzerinde önemli etkileri vardır. Sıcaklık ve bitki büyümesi arasındaki ilişkiyi ölçmek için yaygın olarak TBDU ve BDG kullanılmaktadır (Bunting, 1976; Swan vd., 1987; Lobell vd., 2011; Yin vd., 2016). BDG genellikle bir referans veya eşik sıcaklığından birikmiş sıcaklık sapması olarak tanımlanır (Met-Office, 2013; Yin vd., 2016). TBDU ve BDG, uzun süredir bitki gelişimini değerlendirmek için kullanılmaktadır (Huang, 1959; Gordon ve Bootsma, 1993; Viator vd., 2005; Yin vd., 2016)

Bu çalışmanın çıkış noktasını iklim değişikliğinin etki göstergesi olarak, 1971-2000; 1981-2010; 1991-2020 ve 2020-2098 dönemleri için gözlem ve model verileri kullanılarak hesaplanan TBDU ve BDG' in alansal ve zamansal değişimleri oluşturmaktadır. Yani, çalışmada iklim değişikliği perspektifinden, Trakya genelinde doğal olarak yağmur sulamalı ayçiçeği yetiştirme potansiyeli olan yerlerin sıcaklık koşulları açısından ana çizgilerinin diğer bir deyişle dış sınırlarının belirlenmesine ve ayçiçeği yetiştirilmesine uygun alanların zamansal-mekânsal değişimindeki eğilim ve kalıplarının ortaya konulmasına odaklanılmıştır.

8.7. Toplam Büyüme Dereceli Günler Analizi

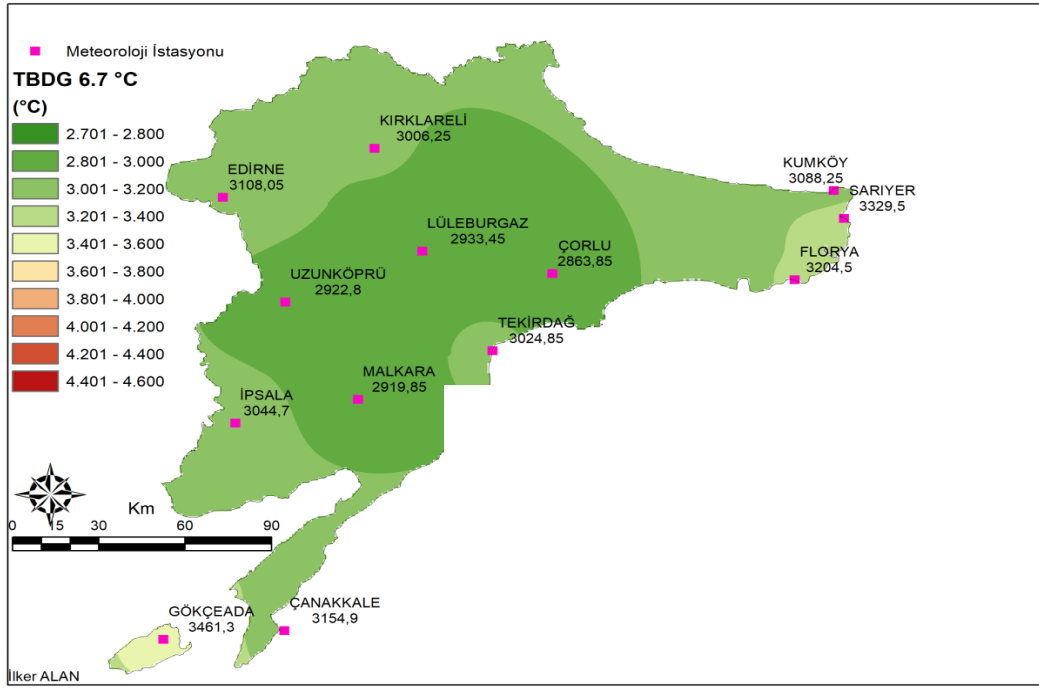
Ayçiçeği yetiştirmesi için uygun dönemin başlangıcını karakterize eden 6,7°C temel sıcaklık değeri esas alınarak tüm hesaplamaları yapılmıştır. 1971-2000 döneminde, en düşük TBDG değerlerine Çorlu (2755,5 °C) ve Lüleburgaz (2777 °C) çevresinde rastlanılmaktadır. Bu kuşağı çevreleyen 2801-3000 °C' lik kuşak Kumköy

(2924,0 °C) dışında kalan, Karadeniz, Marmara, Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadası kıyı kesimlerinden başlayarak iç kesimlere kadar geniş bir yayılıma sahiptir. Bu geniş kuşak içerisinde Edirne (3005,5°C) bir göz şeklinde kendini göstermektedir. Trakya genelinde 3 kuşak olarak görülmekle birlikte, en yüksek TBDG değeri Gökçeada (3304,0 °C)'da izlenmektedir (Şekil 66).



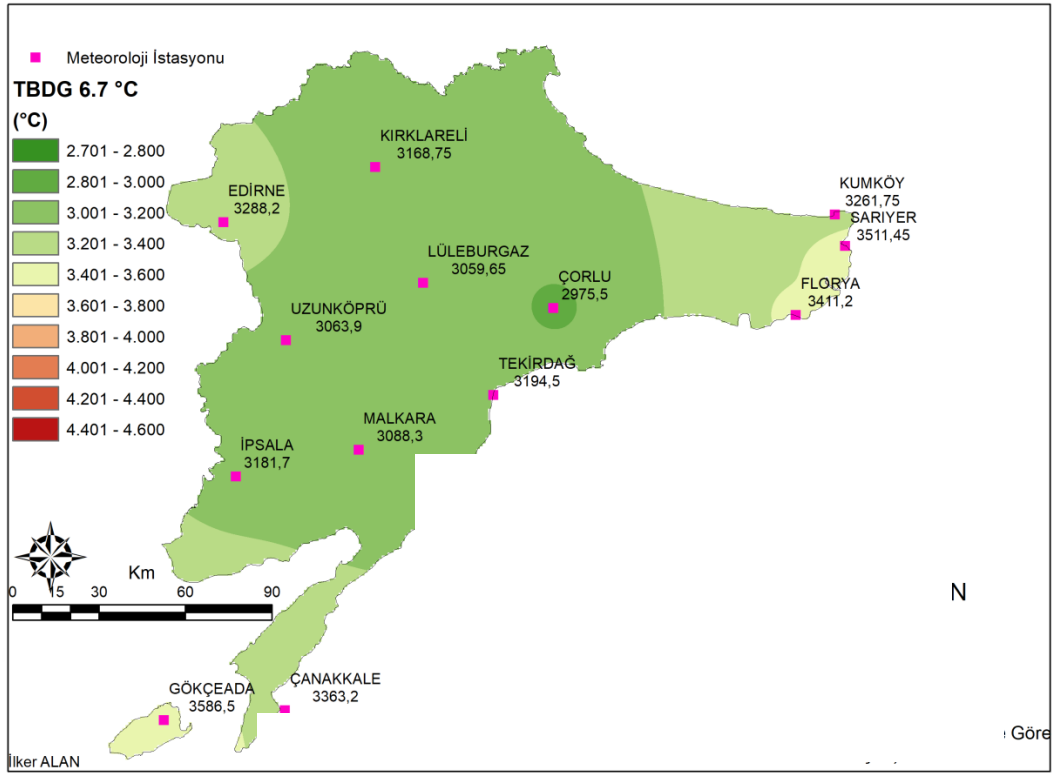
Şekil 66. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (1971-2000)

1981-2010 döneminde ise, 1971-2000 dönemindeki 2801-3000 °C'lik kuşağın 3001-3200 °C'lik kuşağa dönüştüğü, Çorlu (2863,8 °C) ve Lüleburgaz (2933,4 °C) çevresindeki nüveler hali, Uzunköprü (2922,8°C) ve Malkara (2919,8°C) yakın çevrelerini içine alarak oldukça genişlediği görülmektedir. Bu kuşağın, 3201-3400 °C'lik TBDG kuşağı tarafından sarmalandığı ve İstanbul Boğazı yakınlarındaki Florya (3204,5°C) ile Sarıyer (3329,5°C) dışındaki yerlerde, Kuzeyde Karadeniz kıyıları, güneyde Saroz Körfezi ve Gelibolu çevreleri ile Marmara Denizi kıyıları arasında kalan iç kesimlerde yayılımı izlenmektedir. En yüksek TBDG değeri bir önceki dönemdeki gibi Gökçeada (3461,3°C)'da görülmektedir (Şekil 67).



Şekil 68. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (1981-2010)

1991-2020 dönemi, 1981-2010 dönemine benzemekle birlikte, 2801-3000°C'lik kuşağın Çorlu (2975,5°C) çevresinde bir çekirdek halinde varlığı gözlenmektedir. Lüleburgaz (3059,65°C), Kırklareli (3168,5°C), Uzunköprü (3063,9°C), Malkara (3088,3°C) ve Tekirdağ (3195,5°C) çevresinin 3001-3200 °C'lik kuşak tarafından çevrelendiği ve bu kuşağın Karadeniz ve Marmara Denizi kıyıları, Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi'ne doğru yayılımı açıkça görülmektedir. Bir başka anlatımla, 1981-2010 döneminde yayılım gösteren 2801-3000 °C kuşağının 3001-3200 °C TBDG kuşağına dönüşerek, daha da genişlediği izlenmektedir. 3201-3400 °C kuşağının ise Edirne (3288,2°C) Karadeniz'in İstanbul boğazı yakınlarındaki Kumköy (3261,75°C) ve Marmara kıyıları ile Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadasındaki yayılımı görülmektedir. İstanbul Boğazı çevresindeki Florya (3411,2 °C) ve Sarıyer (3511,45 °C) ile Gökçeada (3586,5 °C)'da 3401-3600°C kuşakta yer almaktadır (Şekil 69).



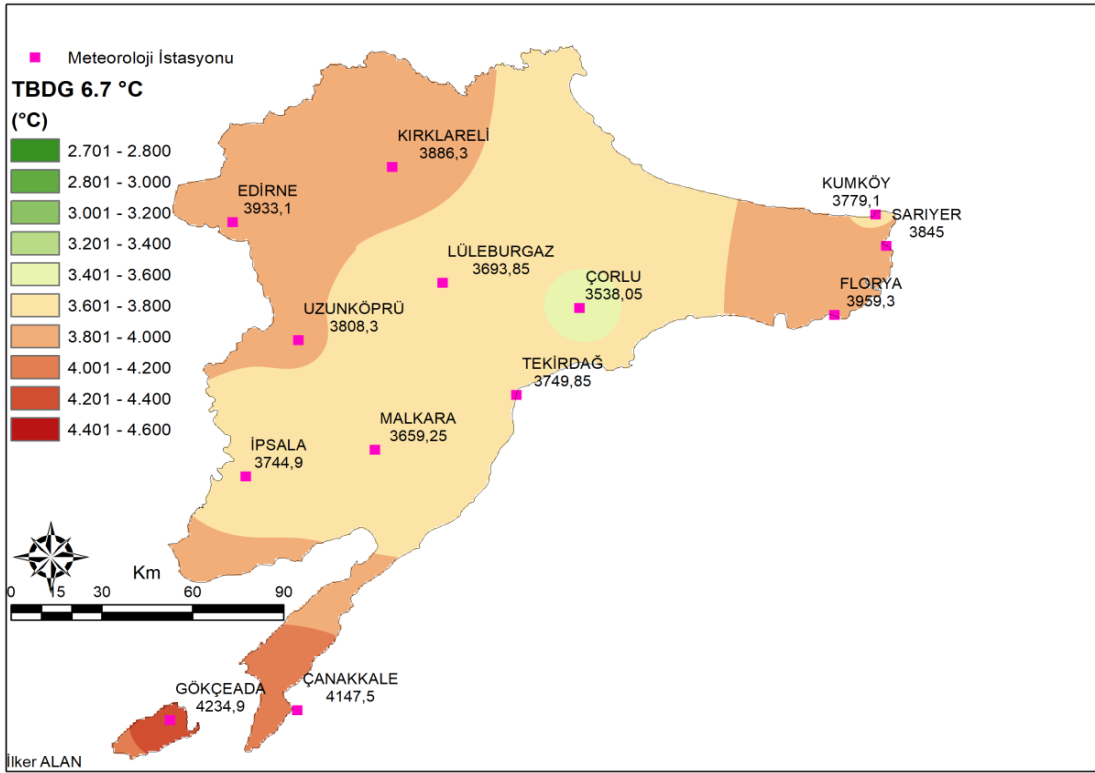
Şekil 69. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (1991-2020)

Genelleme yaparsak, 1971-2000 döneminden başlayarak 1981-2010 ve 1991-2020 dönemleri boyunca TBDG değerlerinin Trakya genelinde artışı söz konusudur. Bu artış, 1991-2020 dönemine gelindiğinde 1971-2000 dönemine göre TBDG değerlerinde 200 °C' den fazla artış izlenmektedir. Bu artışlar, 1981-2010 döneminde %0,8 (Uzunköprü) ile %5,6 (Lüleburgaz) arasında, 1991-2020 döneminde ise %5,7 (Uzunköprü) ile %11,6 (Kumköy) arasında değişmektedir. Modeller açısından incelendiğinde Sarıyer tüm modeller tarafından en az artış öngörülen yer olarak görülmektedir. Sarıyer için artışların en düşük değeri %10,0 (GFDL RCP 4.5) iken, en yüksek değeri %29,0 (HadGEM RCP8.5) olarak öngörülmektedir. En yüksek TBDG değişimleri ise MPI RCP8.5 dışında kalan senaryolar tarafından Çanakkale için öngörülmektedir. Bu artış yönündeki değişim öngörülleri %26,5 ila %46,6 arasında değişkenlik göstermektedir. Çanakkale dışında değişik öngörüle bulunan MPI RCP8.5 senaryosu ise Lüleburgaz için %39,1 artışı beklemektedir (Çizelge 14).

Çizelge 14. TBDG Değerleri ve Referans Döneme Göre Değişimi (%)

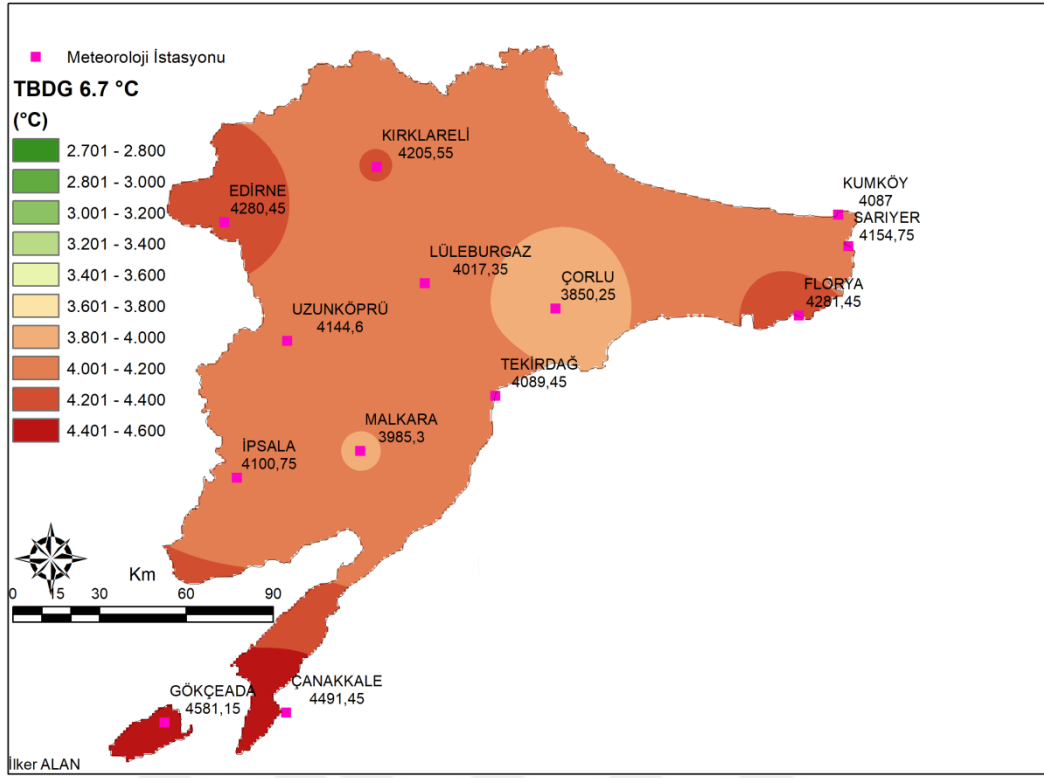
İSTASYON	TBDG DEĞERLERİ (°C)								1971-2000 REFERANS DÖNEMİNE GÖRE DEĞİŞİMİ (%)								
	1971-2000	1981-2010	1991-2020	GFDL45	GFDL85	MPI45	MPI85	HadGEM45	HadGEM85	1981-2010	1991-2020	GFDL45	GFDL85	MPI45	MPI85	HadGEM45	HadGEM85
EDİRNE	3005.5	3108.1	3288.2	3672.8	3970.6	3770.0	4107.1	3933.1	4280.5	3.4	9.4	22.2	32.1	25.4	36.7	30.9	42.4
KIRKLARELİ	2923.9	3006.3	3168.8	3540.1	3837.0	3674.7	4029.2	3886.3	4205.6	2.8	8.4	21.1	31.2	25.7	37.8	32.9	43.8
ÇORLU	2755.6	2863.9	2975.5	3262.0	3558.2	3387.3	3722.3	3538.1	3850.3	3.9	8.0	18.4	29.1	22.9	35.1	28.4	39.7
TEKİRDAĞ	2885.5	3024.9	3194.5	3539.1	3847.0	3664.5	3988.3	3749.9	4089.5	4.8	10.7	22.6	33.3	27.0	38.2	30.0	41.7
KUMKÖY	2924.0	3088.3	3261.8	3479.9	3791.0	3620.5	3912.4	3779.1	4087.0	5.6	11.6	19.0	29.6	23.8	33.8	29.2	39.8
SARIYER	3220.2	3329.5	3511.5	3540.8	3855.7	3681.2	3976.4	3845.0	4154.8	3.4	9.0	10.0	19.7	14.3	23.5	19.4	29.0
GÖKÇEADA	3304.1	3461.3	3586.5	3955.0	4301.4	4024.6	4345.9	4234.9	4581.2	4.8	8.5	19.7	30.2	21.8	31.5	28.2	38.7
ÇANAKKALE	3063.7	3154.9	3363.2	3875.3	4215.3	3943.4	4259.8	4147.5	4491.5	3.0	9.8	26.5	37.6	28.7	39.0	35.4	46.6
UZUNKÖPRÜ	2898.5	2922.8	3063.9	3549.2	3857.7	3660.4	3982.6	3808.3	4144.6	0.8	5.7	22.5	33.1	26.3	37.4	31.4	43.0
LÜLEBURGAZ	2777.0	2933.5	3059.7	3410.4	3711.5	3538.7	3864.1	3693.9	4017.4	5.6	10.2	22.8	33.6	27.4	39.1	33.0	44.7
İPSALA	2949.3	3044.7	3181.7	3499.8	3781.6	3569.6	3861.0	3744.9	4100.8	3.2	7.9	18.7	28.2	21.0	30.9	27.0	39.0
MALKARA	2840.9	2919.9	3088.3	3432.9	3710.5	3501.5	3813.6	3659.3	3985.3	2.8	8.7	20.8	30.6	23.3	34.2	28.8	40.3
FLORYA	3071.9	3204.5	3411.2	3657.0	3969.3	3793.0	4082.9	3959.3	4281.5	4.3	11.0	19.0	29.2	23.5	32.9	28.9	39.4
Min	2755.6	2863.9	2975.5	3262.0	3558.2	3387.3	3722.3	3538.1	3850.3	0.8	5.7	10.0	19.7	14.3	23.5	19.4	29.0
Max	3304.1	3461.3	3586.5	3955.0	4301.4	4024.6	4345.9	4234.9	4581.2	5.6	11.6	26.5	37.6	28.7	39.1	35.4	46.6

HadGEM RCP4.5 senaryosunun çıktılarına göre üretilen TBDG haritasının GFDL RCP8.5 senaryosu ile büyük oranda benzerlik taşıdığı görülmektedir. HadGEM RCP4.5 senaryosuna göre en düşük TBDG değerleri Çorlu (3538,05 °C) çevresindeki nüvede görülecektir. Bu nüvenin etrafından başlayıp onu sarmalayan ve 3801-4000°C kuşağını ikiye bölen 3601-3800 °C'lik TBDG kuşağı, İpsala (3744,9 °C), Malkara (3659,25°C), Lüleburgaz (3693,85°C) çevrelerinden kuzeye doğru ilerleyerek Karadeniz kıyılarında etkili olacaktır. Bunun dışında bu kuşağın, Tekirdağ (3749, 85°C) çevrelerinden güneye doğru Marmara Denizi kıyılarından başlayıp, Gelibolu Körfezi ile Saroz Körfezine doğru sokularak yayılım gösterdiği haritada izlenmektedir. Bu kuşağı çevreleyen 3801-4000 °C'lik kuşağın TBDG değerleri, Uzunköprü (3808,3°C), Edirne (3933,1°C), Karadeniz'den Marmara'ya doğru İstanbul Boğazındaki Sarıyer (3845 °C), Florya (3959,3 °C) istasyonları ile Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi çevrelerinde izlenecektir. TBDG değerlerinin, Çanakkale (4147,5°C) ve Gökçeada (4234,9°C) çevrelerinde en yüksek değerlerine ulaşacağı öngörülmektedir (Şekil 70).



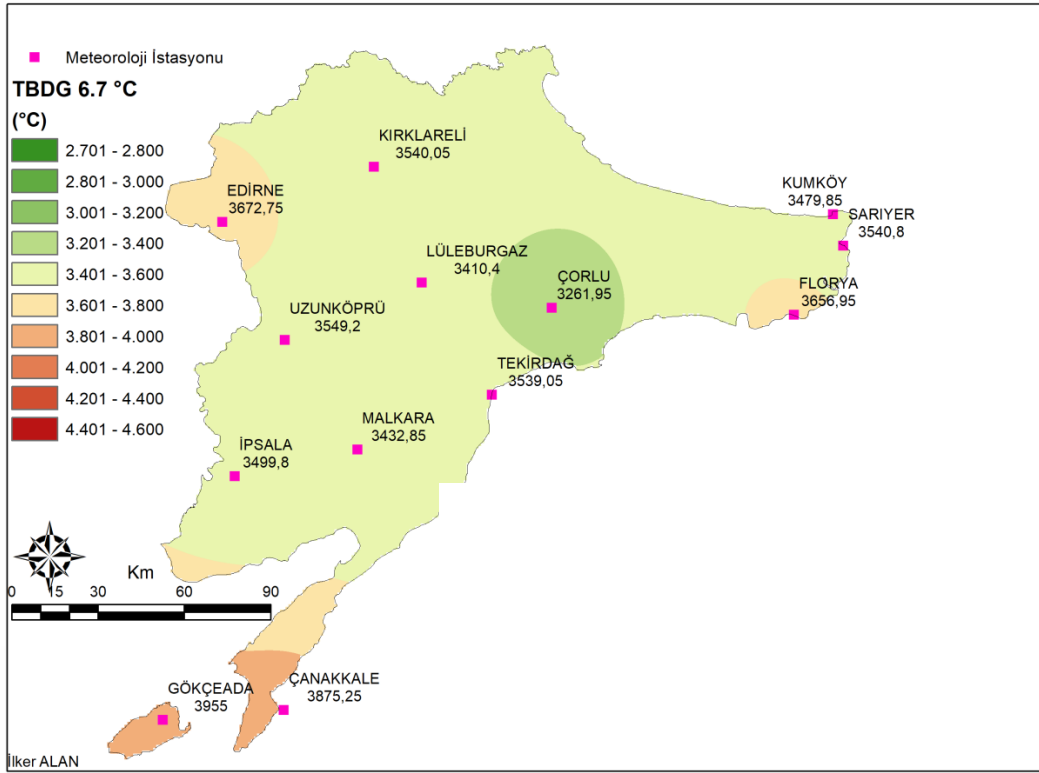
Şekil 70. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5)

HadGEM RCP8.5 senaryosuna göre en düşük TBDG değerleri Çorlu (3850,25 °C) ve Malkara (3985,3°C) çevresinde nüveler halinde görülmektedir. Bu nüvelerin etrafından başlayıp onu sarmalayan 4001-4200 °C' lik kuşakta Lüleburgaz (4017,35°C), Uzunköprü (4144,6°C), İpsala (4100,75°C), Kumköy (4087°C), Sarıyer (4154,75°C) ve Tekirdağ (4089,45 °C) yer almaktadır. Söz konusu kuşak, Trakya genelinde Karadeniz kıyılarından güneydeki Saroz Körfezine ve Marmara kıyılarına kadar oldukça geniş bir yayılım göstermektedir. Ayrıca, bu kuşağın içinde yer alan Kırklareli (4205,55°C)'nin bir nüve halinde varlığı dikkat çekicidir. Bu kuşağın haricinde TBDG değerleri, Edirne (4280,45 °C), Florya (4281,45°C) istasyonları ile Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadasında artmakla birlikte, Çanakkale (4491,45°C) ve Gökçeada (4581,15°C) çevrelerinde en yüksek değerlerine ulaşacağı öngörülmektedir (Şekil 71).



Şekil 71. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5)

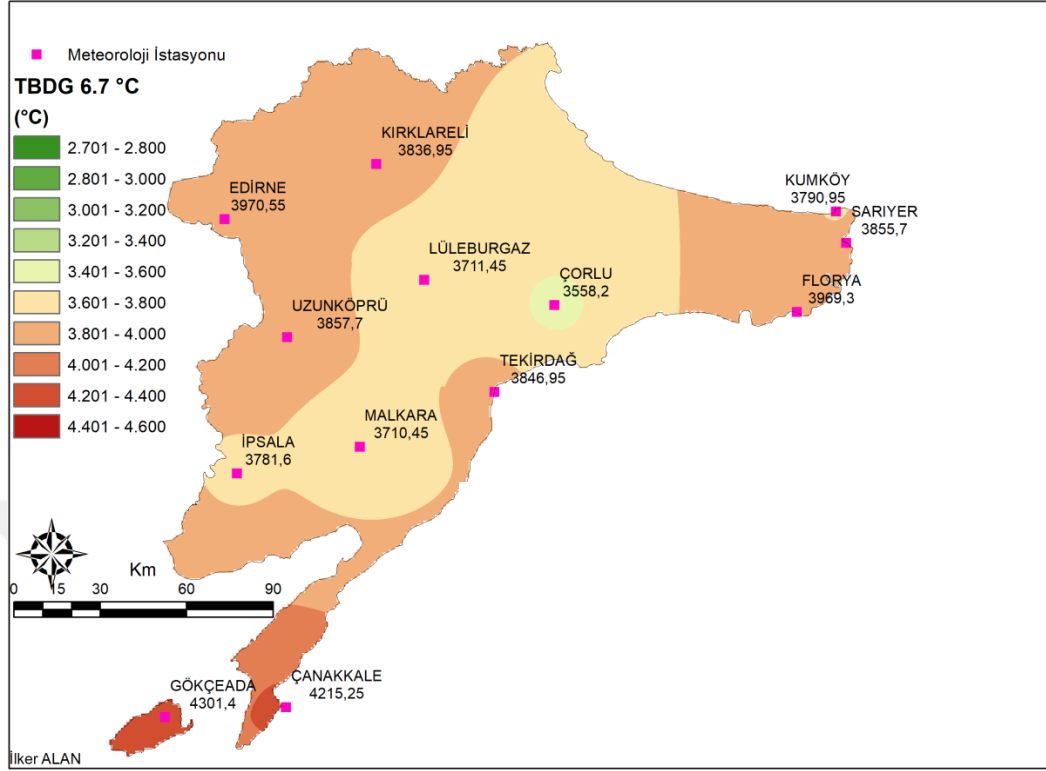
GFDL RCP4.5 senaryosunun çıktılarından üretilen TBDG haritası incelendiğinde, en düşük TBDG değerleri yani 3201-3400 °C'lik kuşak, Çorlu (3261,9°C) çevrelerinde bir çekirdek olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kuşağı çevreleyen 3401-3600 °C'lik kuşak, Trakya genelinde oldukça geniş bir sahada yayılım göstermektedir. Bu saha, İpsala (3499,8 °C), Malkara (3432,8 °C), Uzunköprü (3549,2°C), Kırklareli (3540,0°C), Lüleburgaz (3410,4 °C), Kumköy (3479,8 °C), Sarıyer (3540,8 °C) ve Tekirdağ (3539,05 °C)'ı kapsamaktadır. 3601-3800 °C TBDG kuşağı, Edirne (3672,72 °C) ve Florya (3656,9 °C) çevreleri ile Saroz Körfezi ve Gelibolu yarımadasındaki alanlarda mevcudiyetini belli etmektedir. En yüksek TBDG değerlerinin Çanakkale (3875,3 °C) ve Gökçeada (3955 °C) çevrelerinde yayılımı görülmektedir (Şekil 72).



Şekil 72. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)

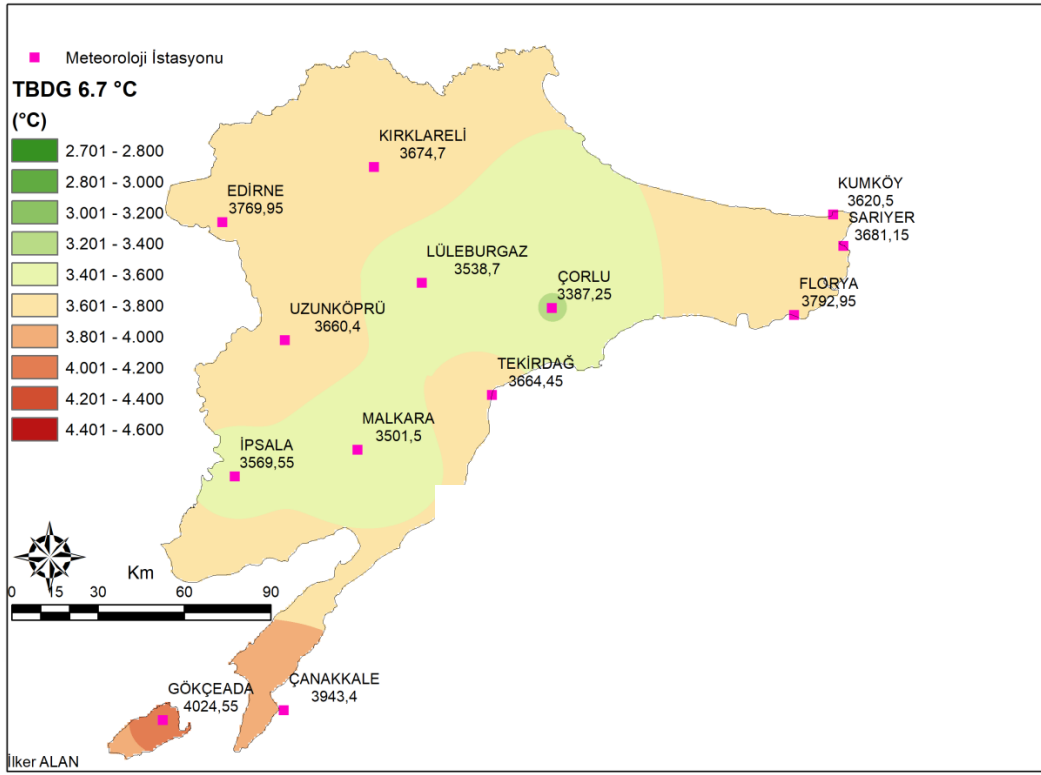
GFDL RCP8.5 senaryosunun çıktılarından üretilen TBDG haritası GFDL RCP4.5 senaryosu için üretilen harita ile paralellik göstermektedir. Söz konusu harita incelendiğinde yine en düşük TBDG değerlerine yani 3401-3600 °C'lik kuşağa bir nüve olarak Çorlu (3558,2 °C) çevrelerinde rastlanılmakla birlikte TBDG değerlerinde önemli artışlar öngörülmektedir. 3601-3800 °C'lik TBDG kuşağının, Trakya genelindeki 3801-4000 °C kuşağını ikiye bölerek, İpsala (3781,6 °C), Malkara (3710,4 °C) ve Lüleburgaz (3711, 5 °C) çevreleri ile Kumköy (3790,9 °C) yakınlarında ve Karadeniz kıyılarına kadar olan sahalarda egemen olduğu haritada görülmektedir. 3801-4000 °C TBDG kuşağının ise İpsala'nın kuzeyinden başlayarak, Uzunköprü (3857,7 °C), Edirne (3970,5 °C), Kırklareli (3836,9 °C), üzerinden Karadeniz kıyılarına kadar ulaştığı ve İstanbul Boğazındaki Sarıyer (3855,7 °C) ve Florya (3969,3 °C) çevrelerinde varlığını gösterdiği aynı haritada açık bir şekilde izlenmektedir. Bu senaryoya göre en

yüksek TBDG değerlerine Çanakkale (4215,3 °C) ve Gökçeada (4301,4°C) çevrelerinde rastlanılacaktır (Şekil 73).



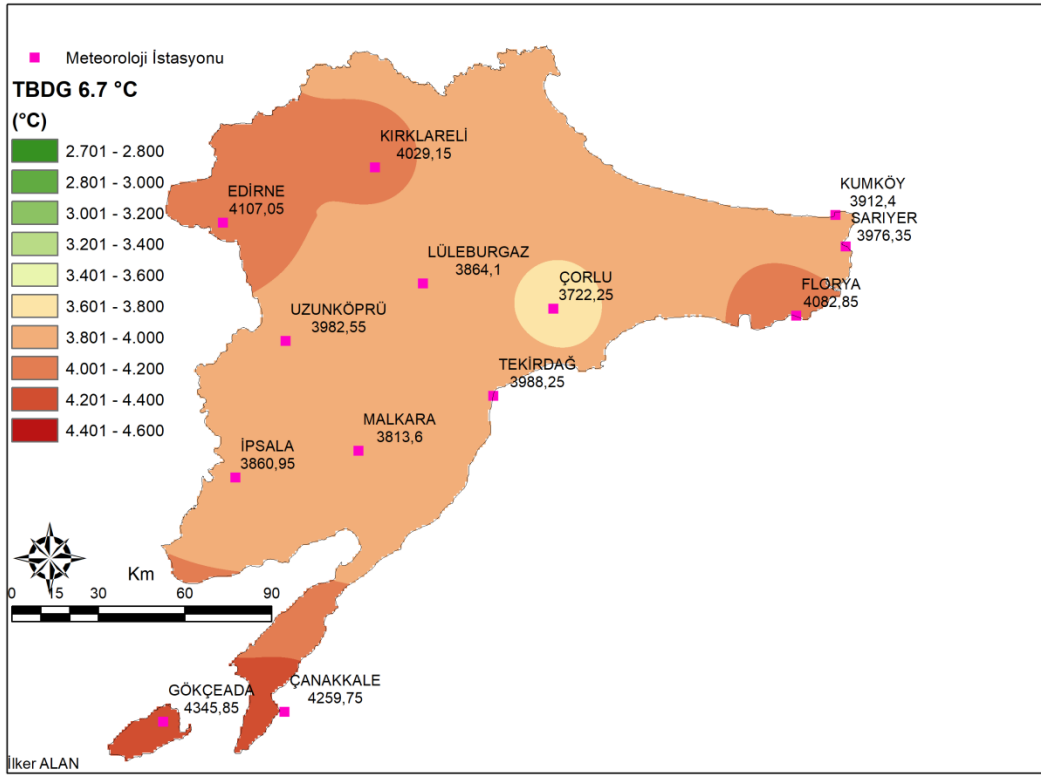
Şekil 73. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5)

MPI RCP4.5 senaryosuna göre en düşük TBDG değerinin Çorlu (3387,3 °C)' da belireceği öngörülmektedir. İpsala (3569,5 °C), Malkara (3501,5 °C) ve Lüleburgaz (3538,7 °C) çevrelerinde 3401-3600 °C' lik TBDG kuşağı etkili olacaktır. Bu kuşaktan itibaren, Uzunköprü (3660,4 °C), Edirne (6026,3 °C), Kırklareli (3674,7 °C), Kumköy (3620,5 °C), Sarıyer (3681,2 °C), Florya (3792,9 °C), Tekirdağ (3664,4 °C) ve Marmara kıyılarından Gelibolu Yarımadası ile Saroz Körfezinde TBDG değerlerinin artış gösterecektir. Çanakkale (3943,4 °C) ve Gökçeada (4024,5 °C)' da en yüksek TBDG değerlerine ulaşacağı öngörülmektedir (Şekil 74).



Şekil 74. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)

MPI RCP8.5 senaryosunda ise en düşük TBDG değerinin yine Çorlu (3722,3 °C)'da görüleceği öngörülmektedir. Bu nüvenin etrafını sarmalayıp Malkara (3813,6°C), İpsala (3860,9°C), Uzunköprü (3982,5 °C), Lüleburgaz (6120,5 °C), Kumköy (3912,4 °C) ve Sarıyer (3976,4 °C) çevrelerinden Trakya'nın geneline yayılan 3801-4000 °C' lik TBDG kuşağı etkili olacaktır. Florya (4082,8 °C), Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezine doğru TBDG değerlerinin artarak Çanakkale (4259,7 °C) ve Gökçeada (4345,8 °C)'da en yüksek değerleri görülecektir (Şekil 75).



Şekil 75. 6,7°C Taban Sıcaklık Esasına Göre TBDG Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5)

8.8. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğu Analizi

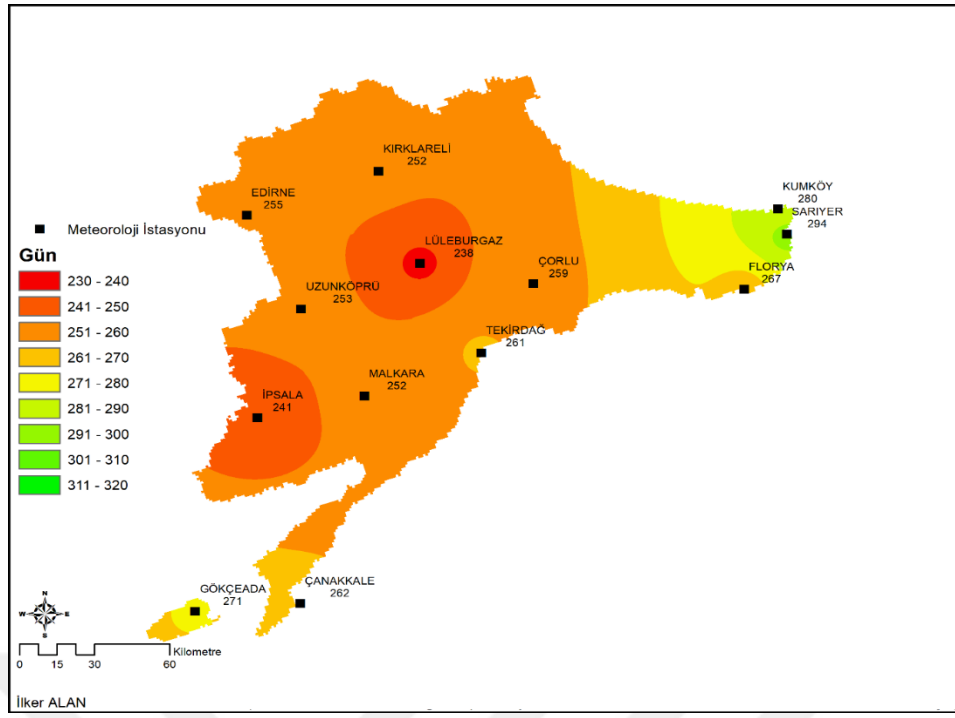
Bu çalışmanın amacına uygun olarak, ayçiçeği yetiştirilmesi için uygun değer olarak, 6,7°C taban sıcaklık değeri esas alınmış ve termal büyüme dönemi uzunluğu değerlendirmelerinde de kullanılmıştır. Söz konusu taban sıcaklık değeri, ayçiçeği yetiştirilmesine elverişli alanların belirlenmesinde, büyüme dönemi uzunluğu (TBDU), büyüme döneminin başlangıcı (İG) ve bitimi (SG) için esas alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalar yapılırken, birikiminin başladığı 0°C'nin üzerindeki, ardışık ve kesintisiz günleri kapsayan dönemler için, yılın günü olarak ilk ve son takvim günü dikkate alınarak, ayçiçeği için bitkisel büyümeye elverişli dönemin uzunluğu belirlenmiştir. Öncelikle, TBDU' nun başlangıcı, bitimi ve uzunluğu için bir veri seti oluşturulmuştur. Bu veri seti coğrafi veri katmanına dönüştürülmüş ve haritalandırılarak, iklimdeki değişikliğin bir göstergesi olarak, TBDU' nun başlangıcı,

bitimi ve uzunluğunun yerel/bölgesel açıdan Trakya geneli için zamansal- mekânsal örüntü ve değişimlerine yönelik değerlendirmeleri yapılmıştır.

Değerlendirmelerde birliktelik sağlamaya yönelik olarak İG, SG ve TBDU değerleri için ayrı ayrı olmak üzere, tüm dönemleri kapsayacak şekilde renk aralıkları düzenlenerek lejantlar oluşturulmuş, böylece standardizasyon sağlanmıştır. Kullanıcılar açısından gözlem ve model dönemleri için aynı renklendirmeler ile dönemsel değişimlerin görsel olarak daha iyi anlaşılması istenmiştir.

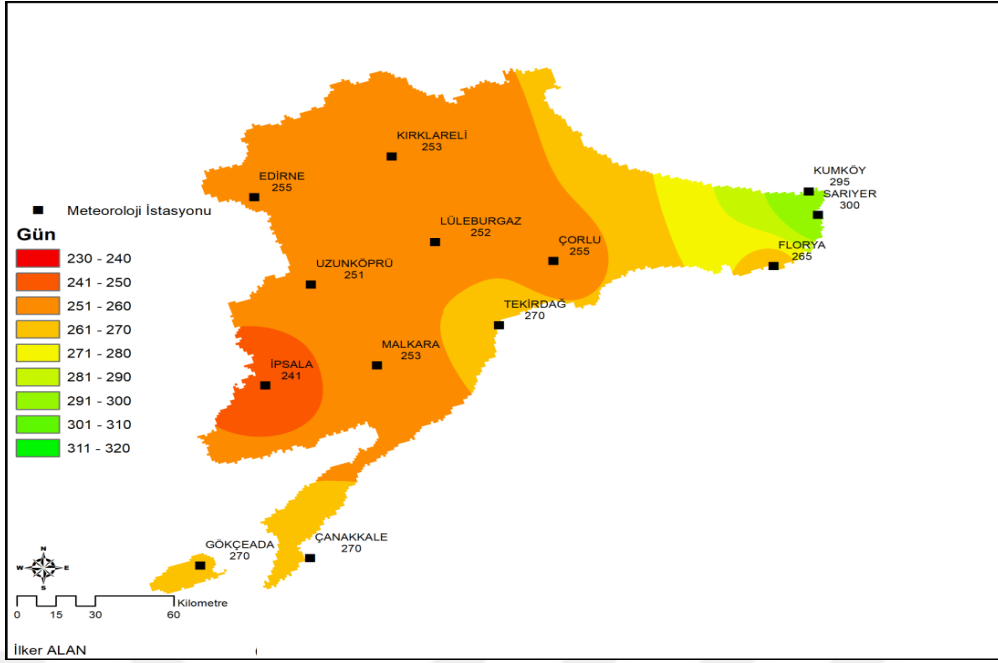
TBDU döneminin başlangıç değerleri yılın günü olarak gözlem ve model dönemlerinin her biri için ayrı ayrı incelenmiştir. TBDU değerlerinin, Trakya genelinde konuma ve coğrafi özelliklere bağlı olarak, değişkenlik gösterdiği ve bu değerlerdeki değişkenliğin tüm dönemlerde yılın 40-110'uncu gün arasında olduğu belirlenmiştir. TBDU' nun ardışık ve kesintisiz döneminin sona erdiği takvim günü, bitim günü olarak ele alınmıştır. Bitim günleri de tüm dönemleri kapsayacak şekilde yılın günü olarak ele alınıp, değerlendirildiğinde yılın 320-365'inci günü arasında değişkenlik sergilediği görülmüştür.

1971-2000 dönemi için hazırlanan TBDU' nun dağılışı haritasında, en düşük değerlerin nüve halinde Lüleburgaz (238 gün)'da görülmektedir. Bu nüve 241-250 gün kuşağı tarafından çevrenmekte olup, Lüleburgaz ve İpsala (241 gün) yakınların da izlenmiştir. Yörenin geniş iç kesimlerinde TBDU değerleri 251-260 gün aralığında değişmekle birlikte, bu alanların dışından başlayarak kıyı kesimlerine doğru TBDU değerlerinde artış izlenmektedir. Bu artışın Tekirdağ (261 gün), Çanakkale (262 gün), Florya (267 gün), Gökçeada (271 gün), Kumköy (280 gün) ve Sarıyer (294 gün) çevrelerinde en yüksek değerlerine ulaştığı görülmektedir ([Şekil 76](#)).



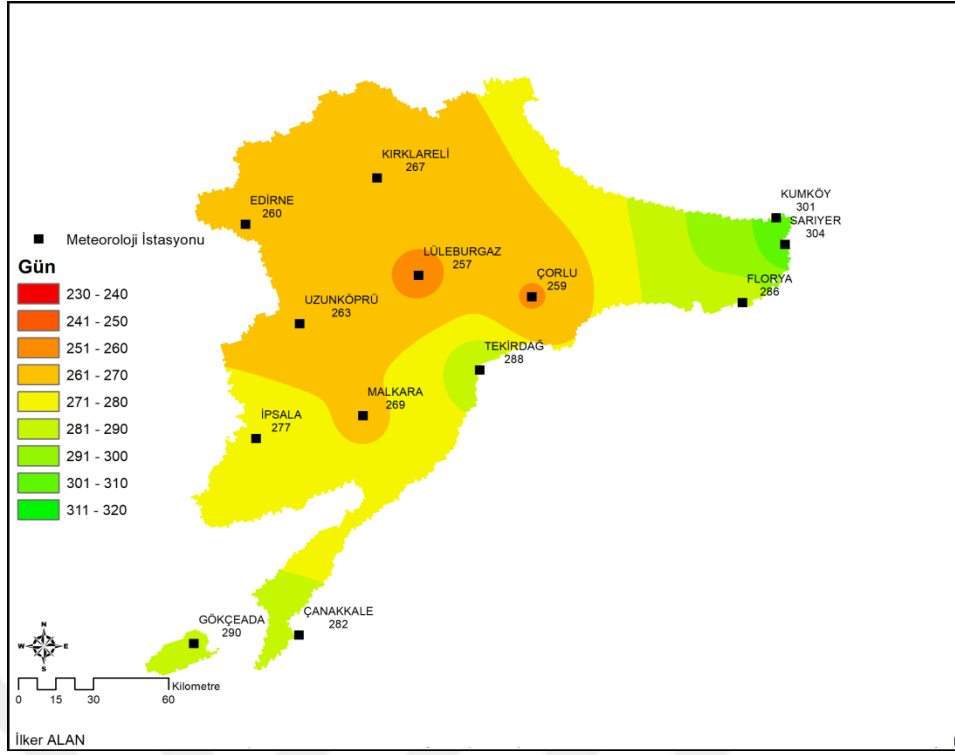
Şekil 76. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (1971-2000)

1981-2010 dönemi için üretilen harita incelendiğinde, TBDU’ nun en düşük değerlerinin İpsala (241 gün) çevresinde bir nüve olarak belirdiği, Lüleburgaz çevresindeki nüvenin ise kaybolduğu izlenmektedir. 251-260 gün aralığındaki TBDU değerlerinin yörenin geniş iç kesimlerinde yayılım göstermeye devam ettiği görülmektedir. 271-280 gün kuşağının Tekirdağ (270 gün) ve Florya yakınlarında genişleme şeklinde izlendiği ve bu kuşağın Çanakkale ve Gökçeada’da 270 gün olarak etkisini gösterdiği anlaşılmaktadır. Florya yakınlarından Sarıyer (300 gün) ve Kumköy (295 gün) en yüksek değerlere ulaştığı gözlenmektedir (Şekil 77).



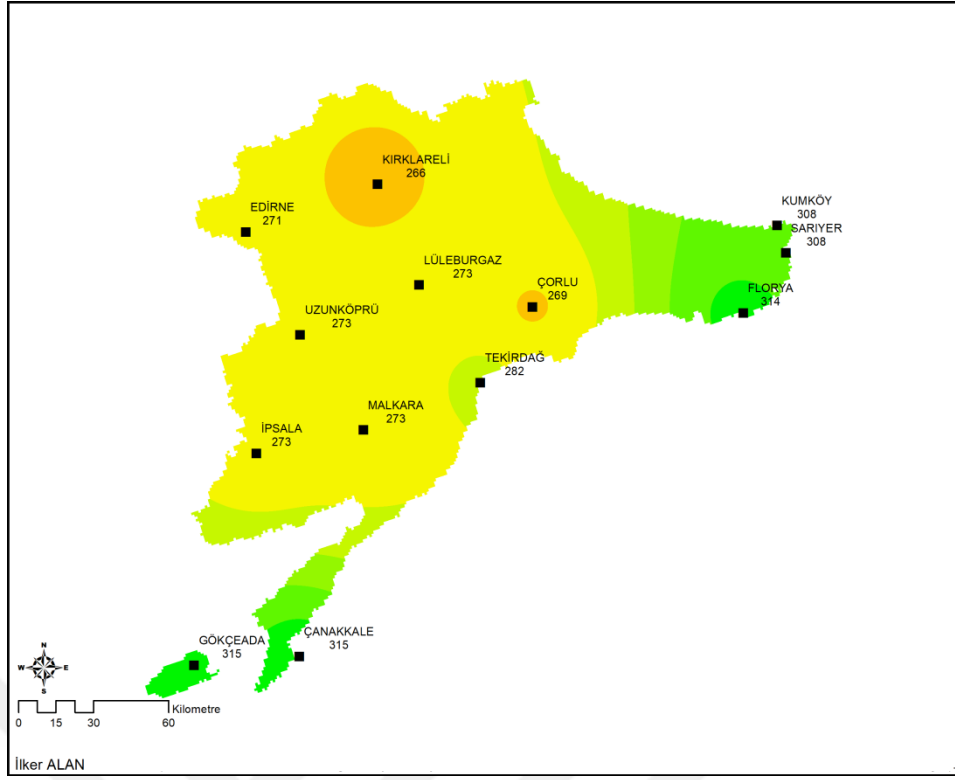
Şekil 77. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (1981-2010)

1991-2020 dönemine gelindiğinde ise TBDU değerlerinin yöre genelinde artış yönünde bir eğilimin olduğu kendini hissettirmektedir. En düşük değerler, Lüleburgaz (257 gün) ve Çorlu (259 gün) çevresinde izlenmektedir. Edirne (260 gün), Kırklareli (267 gün), Uzunköprü (263 gün), Malkara (269 gün) çevresinde 261-270 gün arasındaki TBDU kuşağının varlığı görülmektedir. 271-280 gün kuşağının genişleyerek, İpsala (277 gün)'dan Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadasına doğru izlendiği, 281-290 gün arasındaki TBDU değerlere sahip alanların ise Çanakkale (282 gün) ve Gökçeada (290 gün) ile Florya (286 gün) çevrelerinde ve Karadeniz kıyı kesiminde dar bir şeritte etkili olduğu, TBDU değerlerindeki artışın Kumköy (301 gün)'e doğru devam ederek, Sarıyer'de 304 günlük değere ulaştığı görülmektedir (Şekil 78).



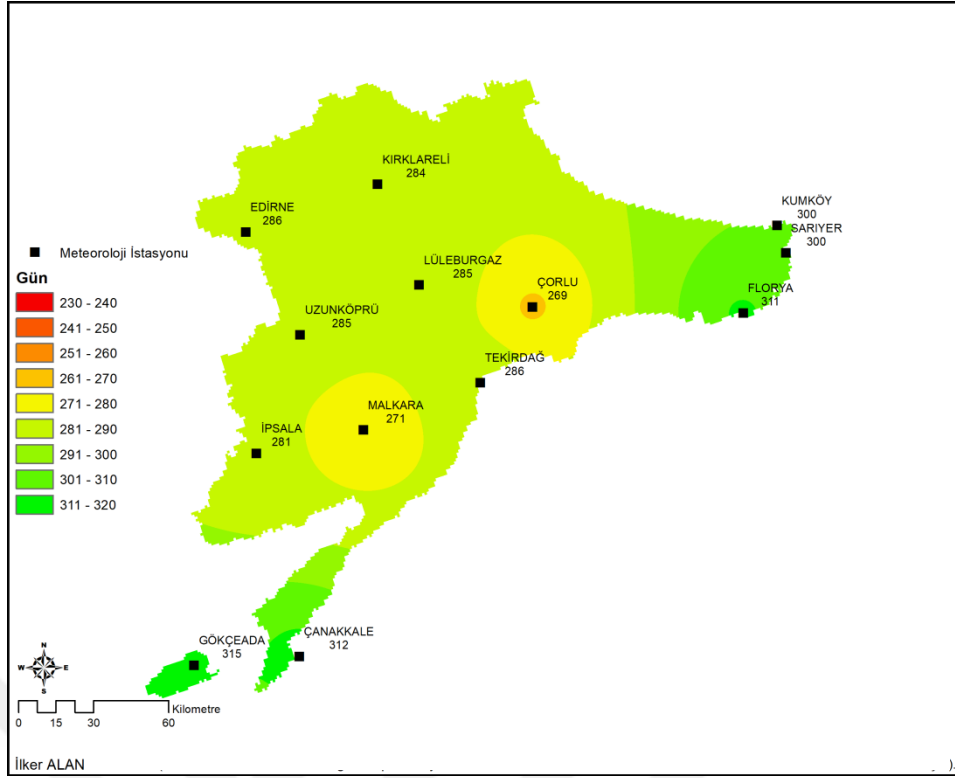
Şekil 78. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (1991-2020)

HadGEM RCP4.5 senaryosunun öngörülerine göre, en düşük değerlerin, Kırklareli (266 gün) ve Çorlu (269 gün) çevresinde oldukça sınırlı bir biçimde var olacağı, 271-280 gün kuşağının, Marmara Denizi Kıyı kesiminden Trakya'nın iç kesimlerine sokularak Edirne (271 gün), Uzunköprü, Lüleburgaz, Malkara ve İpsala (273 gün) çevrelerinde oldukça geniş bir alanda yayılacağı öngörülmektedir. TBDU değerlerinin Karadeniz, Marmara ve Ege denizinin kıyı kesimlerine doğru artacağı, kuzeyde Kumköy ve Sarıyer'de (304 gün), Florya çevrelerinde ise 314 güne ulaşması, güneyde Gelibolu Yarımadası, Çanakkale ve Gökçeada çevrelerinde ise 315 gün değeriyle en yüksek değerine erişeceği yönünde bir beklenti öngörülmektedir (Şekil 79).



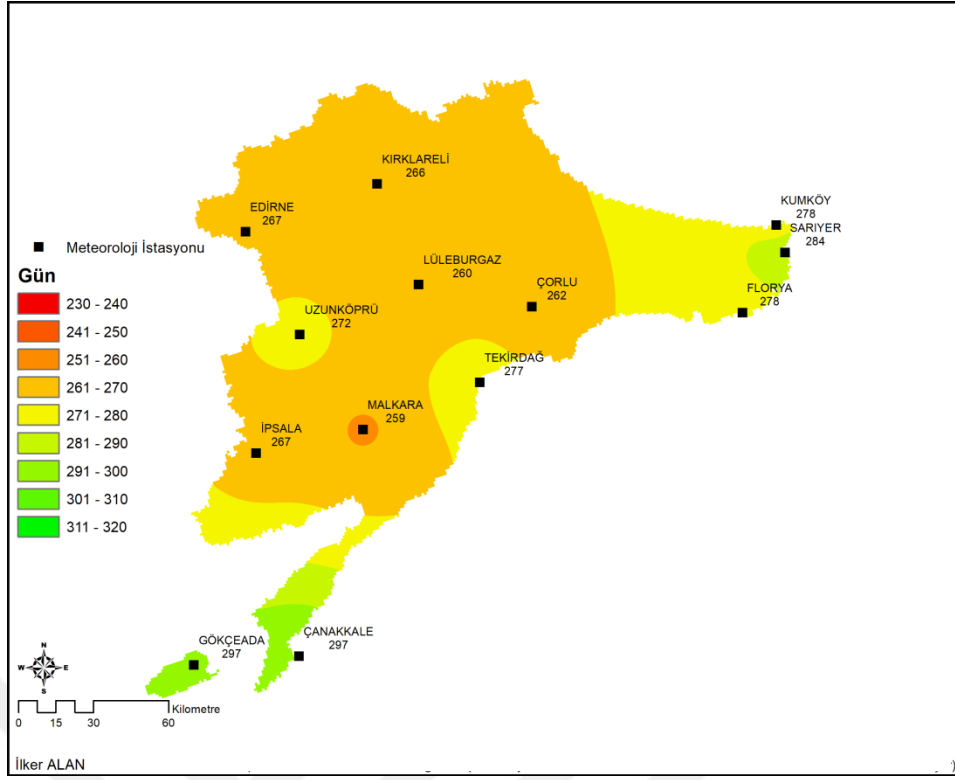
Şekil 79. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5)

HadGEM RCP8.5 senaryosunun öngörülerine göre, en düşük değerlerin, Çorlu (269 gün) çevresinde oldukça sınırlı bir biçimde var olacağı, 271-280 gün kuşağının Malkara (271 gün) ve Çorlu çevrelerinde nüveler halinde belirecektir. Edirne (286 gün), Uzunköprü ve Lüleburgaz (285 gün), Kırklareli (284 gün), İpsala (281 gün), Tekirdağ (286)' ı çevreleyen 281-290 gün kuşağının, Marmara Denizi kıyı kesiminden Trakya'nın iç kesimleri ile Karadeniz kıyıları ve Saros Körfezine doğru oldukça geniş bir alanda yayılacağı öngörülmektedir. TBDU değerlerinin yörenin kuzey kesimlerindeki Kumköy ve Sarıyer'de (300 gün), Florya çevrelerinde 311 güne ulaşması, güneyde ise Gelibolu Yarımadası, Çanakkale (312 gün) ve Gökçeada (315 gün) çevrelerinde en yüksek değerlerine erişeceği beklentisi öngörülmektedir (Şekil 80).



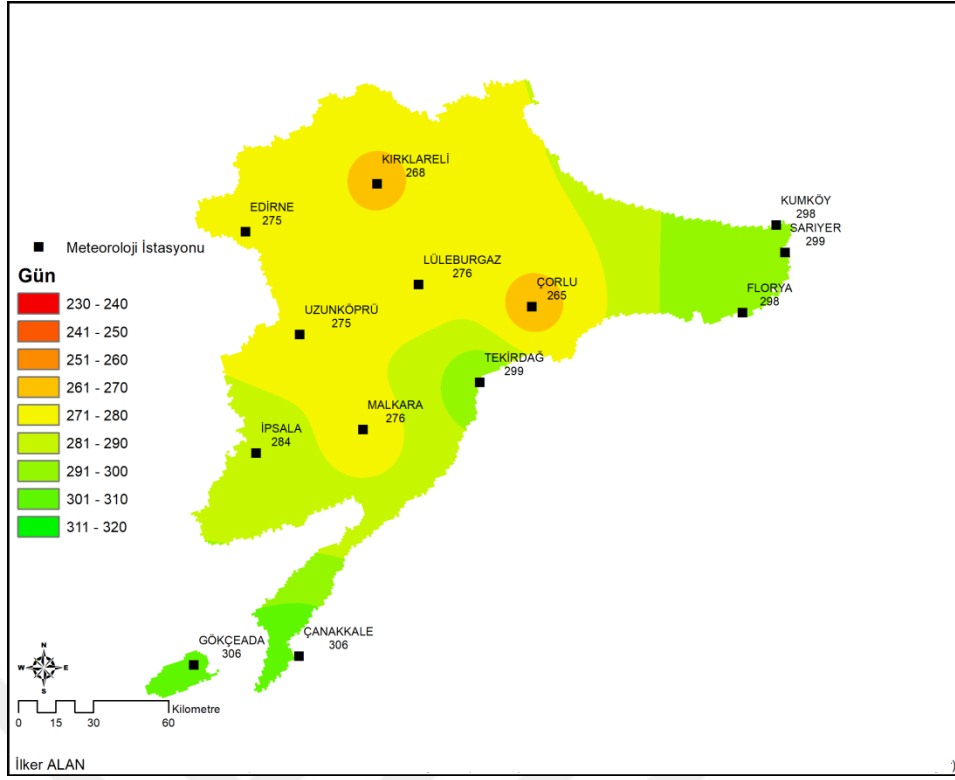
Şekil 80. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5)

GFDL RCP4.5 senaryosu öngörülleri göre yöre genelinde, 1971-2000 gözlem dönemine bakarak, TBDU değerlerinde artış yönünde bir eğilimin olacağına ilişkin beklenti kendini hissettirmektedir. En düşük değerlerin, Malkara (259 gün) çevresinde oldukça dar kesimde var olacağı, buradan başlayarak İpsala ve Edirne (267 gün), Kırklareli (266 gün), Lüleburgaz (260 gün) ve Çorlu (262 gün) çevrelerini sarmalayıp, yörenin geniş iç kesimlerde yayılacağı öngörülmektedir. Burada 272 gün genişliğindeki TBDU değeriyle Uzunköprü dikkat çekmektedir. 271-280 gün kuşağının Tekirdağ (277 gün) ile güneyde Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadası ile kuzeyde Florya ve Kumköy (278 gün) çevreleri ve Karadeniz kıyı kesiminde izlenecektir. 281-290 gün arasındaki sahip kuşağın, Gelibolu Yarımadası ve Sarıyer (284 gün) yakınlarında dar bir alanda gözlemleneceği, en yüksek TBDU değerlerinin 297 gün ile Çanakkale ve Gökçeada da etkili olacağı öngörülmektedir (Şekil 81).



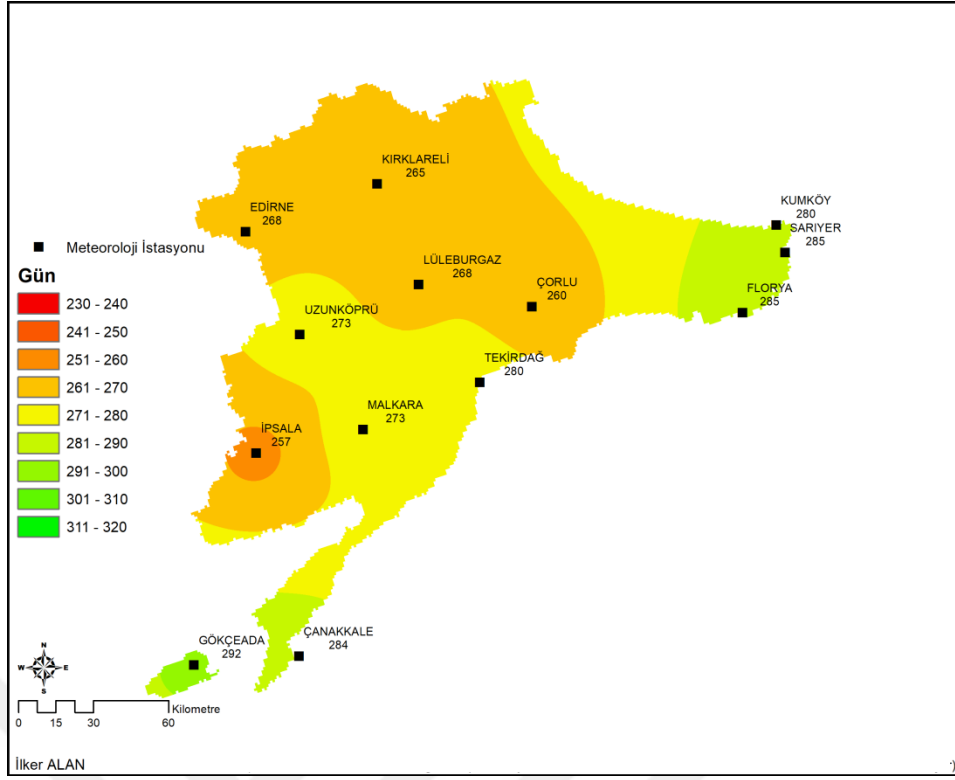
Şekil 81. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)

GFDL RCP8.5 senaryosunun 2020-2098 dönemi için öngörülerine göre yöre genelinde, 1971-2000 gözlem dönemine ve RCP4.5 senaryosuna bakarak, TBDU değerlerinde artış yönünde bir eğilimin olacağı açık bir şekilde kendini göstermektedir. En düşük değerlerin, Çorlu (265 gün) ve Kırklareli (268 gün) çevresinde oldukça sınırlı bir biçimde var olacağı, 271-280 gün kuşağının, Edirne ve Uzunköprü (275 gün) ile Lüleburgaz ve Malkara (276 gün) çevrelerinden, Trakya'nın oldukça geniş iç kesimlerinde yayılacağı öngörülmektedir. 281-290 gün kuşağının İpsala (284 gün)'yı içine alarak, güneyde Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadası ile kuzeyde Karadeniz kıyı kesiminde izlenecektir. Florya ve Kumköy (298 gün) ile Sarıyer (299 gün) yönüne bir artış yaşanacağı, TBDU' nun en yüksek değerlerine sahip kuşağın ise Gelibolu Yarımadasının uç kesimleri ile 306 günlük değerlerine Çanakkale ve Gökçeada'da ulaşacağı öngörülmektedir (Şekil 82).



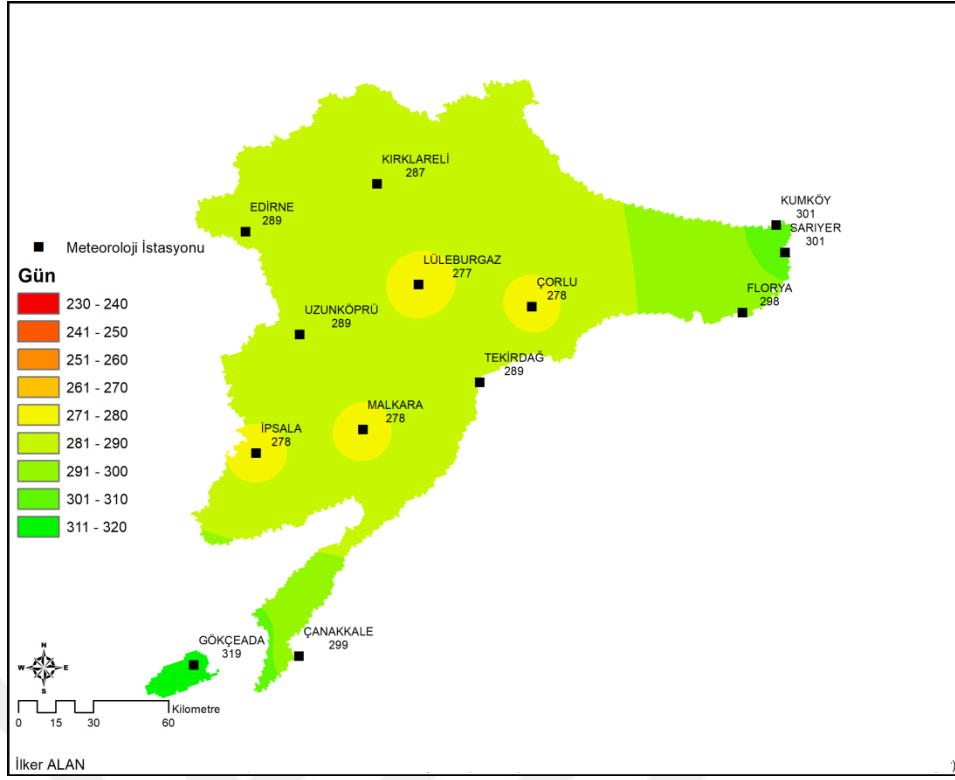
Şekil 82. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5)

MPI RCP4.5 senaryosu öngörülleri göre yöre genelinde, en düşük değerlerin İpsala (259 gün) çevresinde oldukça dar kesimde var olacağı, 261-270 gün kuşağının buradan başlayarak, kuzeye doğru Edirne ve Lüleburgaz (268 gün), Kırklareli (265 gün), Çorlu (260 gün) çevrelerini sarmalayarak, yörenin oldukça geniş sayılacak iç kesimlerinde yayılacağı öngörülmektedir. Bu senaryoda 273 gün genişliğindeki TBDU değeriyle Uzunköprü ve Malkara (273 gün) dikkat çekmektedir. Uzunköprü ve Malkara çevrelerinden Marmara Denizi kıyıları, Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadası ile kuzeyde Karadeniz kıyılarında 271-280 gün kuşağının yayılış göstereceği beklentisi vardır. 281-290 kuşağının Kumköy (280), Sarıyer ve Florya (285) ile güneyde Gelibolu Yarımadasının uç kesimleri ve Çanakkale ile Gökçeada'nın kıyı kesimlerinde varlığını hissettireceği, en yüksek değerine Gökçeada'nın iç kesimlerinde ulaşacağı beklentisi görülmektedir (Şekil 83).



Şekil 83. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)

MPI RCP8.5 senaryosu öngörülleri göre yöre genelindeki en düşük değerlerin Lüleburgaz (277 gün), İpsala, Malkara ve Çorlu (278 gün) çevrelerinde nüveler olarak 271-280 gün kuşağında izlenecektir. 281-290 gün kuşağının bu nüvelerin etrafından başlayarak, kuzeye doğru Edirne, Uzunköprü, Tekirdağ (289 gün) ve Kırklareli (287 gün) çevrelerini sarmalayarak, yörenin neredeyse tamamına yakın kesiminde yayılacağı öngörülmektedir. 291-300 gün kuşağının Florya ve Çanakkale çevrelerinde yayılış göstereceği, TBDU değerlerinin Kumköy ve Sarıyer (301 gün) çevreleri ile güneyde Gelibolu Yarımadasının Ege Denizine bakan uç kesimleri ile Gökçeada (319 gün)'da varlığını hissettireceği ve en yüksek değerine Gökçeada'da ulaşacağı beklentisi söz konusudur (Şekil 84).



Şekil 84. Termal Büyüme Dönemi Uzunluğunun Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5)

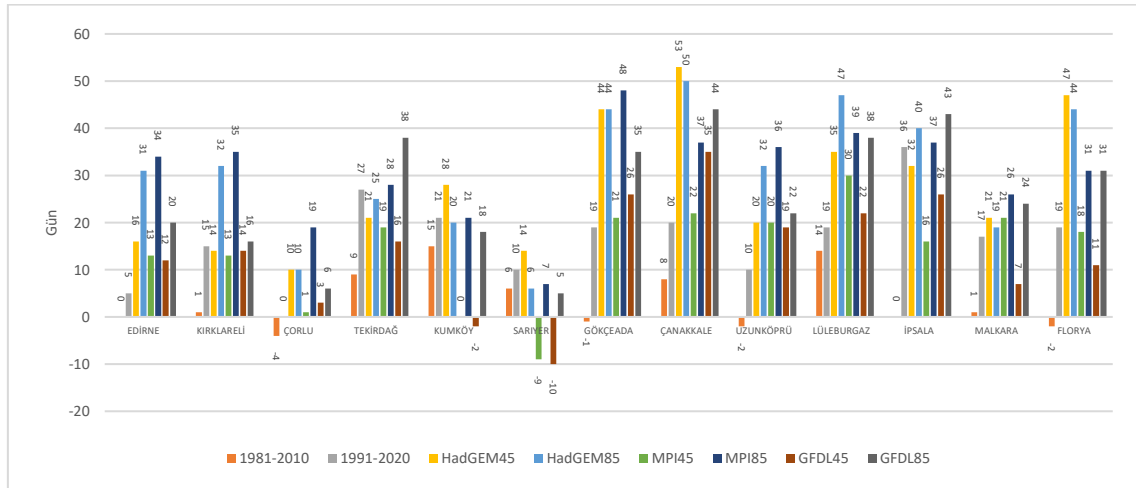
1971-2000 dönemi referans alınarak, TBDU' nun karşılaştırılarak daha iyi anlaşılması için çizelge ve grafik oluşturulmuştur (Çizelge 15, Şekil 85). Bu çizelge ve grafiğe göre, 1981-2010 döneminde TBDU genişliğinde, Gökçeada (1gün), Uzunköprü ve Florya (2 gün), Çorlu (4 gün)' da daralma vardır. Edirne ve İpsala'da ise aynı kalmıştır. Bu istasyonların dışında kalan Kırklareli ve Malkara (1 gün), Sarıyer (6 gün), Çanakkale (8 gün), Tekirdağ (9 gün), Lüleburgaz (14 gün) ve Kumköy (15 gün)'de genişleme izlenmektedir.

1991-2020 dönemine gelindiğinde ise Çorlu'da referans döneme göre değişme olmaz iken, Edirne (5 gün) dışındaki yerlerde 10-36 gün arasında değişen TBDU genişlemesi söz konusudur (Çizelge 15).

Çizelge 15. TBDU' nun Değişimi (gün)

İstasyon	1981-2010	1991-2020	HadGEM45	HadGEM85	MPI45	MPI85	GFDL45	GFDL85
EDİRNE	0	5	16	31	13	34	12	20
KIRKLARELİ	1	15	14	32	13	35	14	16
ÇORLU	-4	0	10	10	1	19	3	6
TEKİRDAĞ	9	27	21	25	19	28	16	38
KUMKÖY	15	21	28	20	0	21	-2	18
SARIYER	6	10	14	6	-9	7	-10	5
GÖKÇEADA	-1	19	44	44	21	48	26	35
ÇANAKKALE	8	20	53	50	22	37	35	44
UZUNKÖPRÜ	-2	10	20	32	20	36	19	22
LÜLEBURGAZ	14	19	35	47	30	39	22	38
İPSALA	0	36	32	40	16	37	26	43
MALKARA	1	17	21	19	21	26	7	24
FLORYA	-2	19	47	44	18	31	11	31
Minimum	-4	0	10	6	-9	7	-10	5
Maksimum	15	36	53	50	30	48	35	44

HadGEM modelinin RCP4.5 (10-53 gün) ve RCP8.5 (6-50 gün) senaryolarında 50 günü aşan TBDU genişlemesi öngörülmektedir. MPI modeli RCP4.5 senaryosu Kumköy'ün referans döneme göre aynı kalacağı, Sarıyer (9 gün daralma) dışında kalan yerler için ise 30 güne varan genişleme öngörürken, bu öngörüler RCP8.5 senaryosunda genişlemenin 7-48 gün arasında olacağı şeklindedir (Şekil 85).

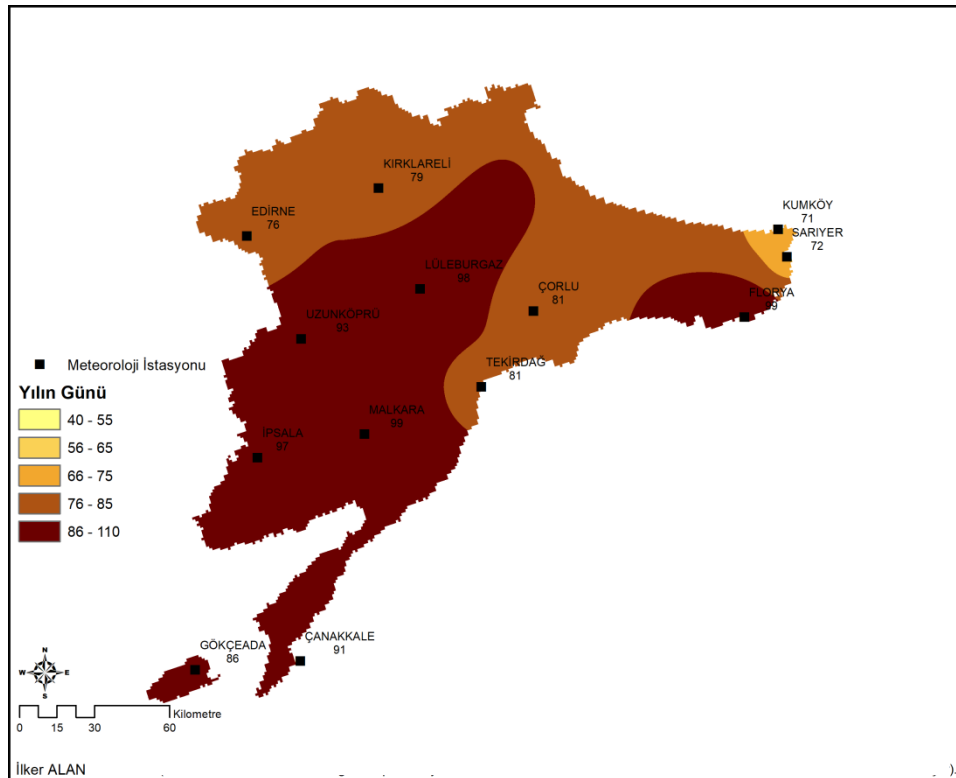


Şekil 85. TBDU' nun Değişimi (genişleme/daralma)

GFDL RCP4.5 Kumköy (2 gün) ve Sarıyer (10 gün) için daralma öngörüsünde iken bu istasyonların dışında kalan istasyonlardaki genişlemenin 35 güne varacağı, GFDL RCP8.5 senaryosunda ise ise tüm istasyonlar için 5-44 gün arasında değişen TBDU genişlemesi olabileceği öngörüsünde bulunmaktadır. HadGEM RCP4.5 ile RCP8.5, MPI RCP8.5 ve GFDL RCP8.5 senaryoları tüm merkezler için TBDU genişlemesi öngörüsünde bulunmaktadır (Şekil 85).

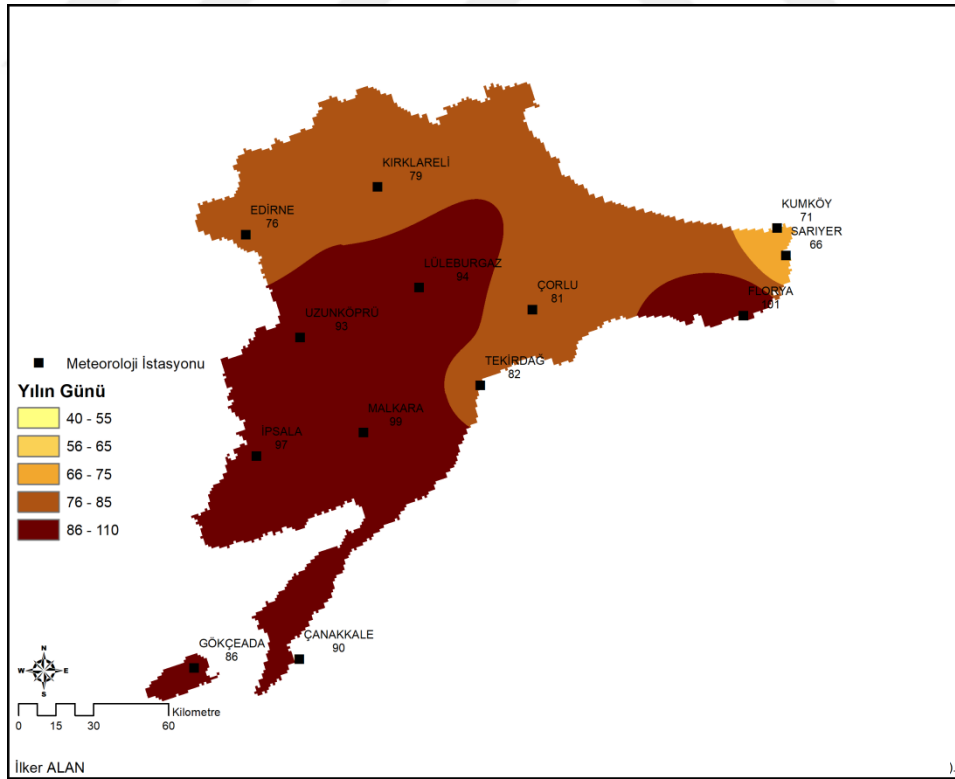
8.9. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Analizi

TBDU döneminin başlangıç değerleri yılın günü olarak gözlem ve model dönemleri için incelenmiştir. Bu değerlerin tüm dönemlerde yılın 40-110'uncu gün arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. İG açısından ekim zamanın Trakya genelinde 1971-2000; 1981-2000 dönemlerinde 3 kuşak, 1991-2020 döneminde 4 kuşak olarak gerçekleştiği bir mekânsal örüntü söz konudur (Şekil 86-87-88).



Şekil 86. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (1971-2000)

TBDU' nun başlangıcının 1971-2000 dönemi için üretilen haritası incelendiğinde 3 kuşak halinde bir görünüm ortaya çıktığı görülmektedir. Büyüme için uygunluğu açısından ekim zamanının en erken olarak Kumköy (71'inci gün) ve Sarıyer (72'nci gün) çevrelerinde belirdiği, buradan başlayarak Karadeniz ve Marmara Denizi kıyılarında izlendiği, Tekirdağ ve Çorlu (81'inci gün) yönünden Kırklareli (79'uncu gün) ve Edirne yakınlarına doğru yayılış gösterdiği açıkça görülmektedir. İG açısından en geç ayçiçeği ekimlerinin yapılacağı yerlerin, Florya (99'uncu gün), Lüleburgaz (98'inci gün), Malkara (99'uncu gün), İpsala (97'nci gün), Uzunköprü (93'üncü gün), Çanakkale (91'inci gün), Gökçeada (86'ncı gün) çevrelerinde yayılış göstereceği anlaşılmaktadır. Bir başka deyişle iç kesimlerden Saroz ve Gelibolu kıyı kesimlerine doğru uzanan oldukça geniş bir alan kapladığı görülmektedir (Şekil 87).

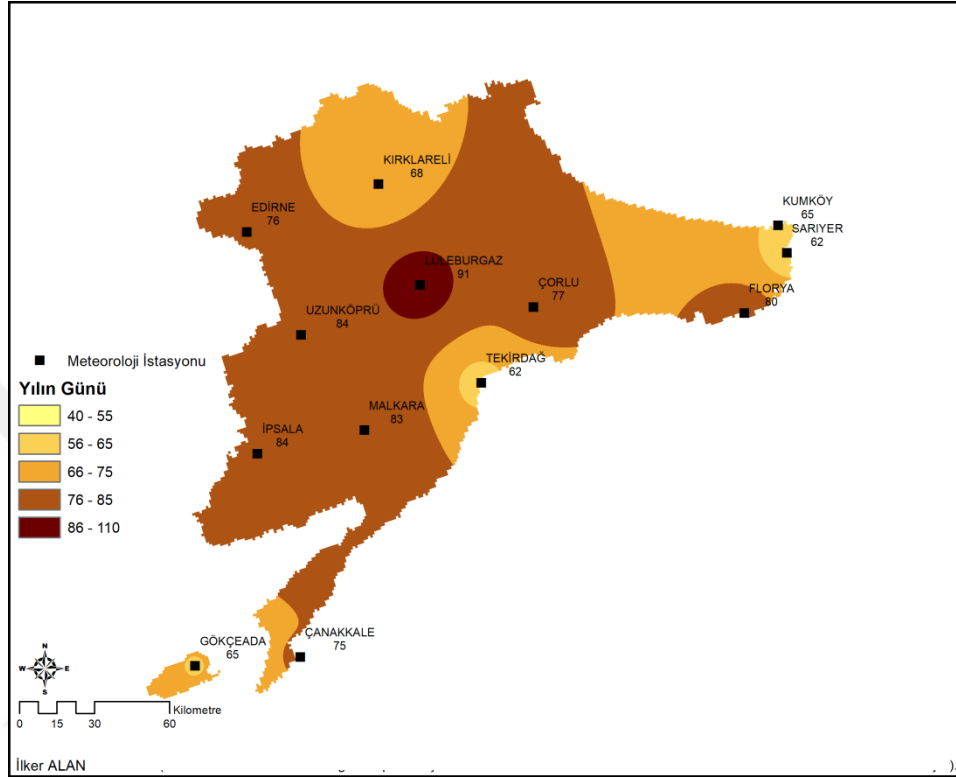


Şekil 87. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (1981-2010)

İG açısından, zamansal ve mekânsal örüntü ve değişimin 1981-2010 döneminde ayçiçeği ekimi bağlamında uygun dönemin başlangıcının 1971-2000 dönemine çok büyük benzerlik taşıdığı görülmektedir. Yine 3 kuşak halinde bir dağılışın görünümü söz konusudur. Benzer şekilde, en erken olarak ekim zamanı Kumköy (71'inci gün) ve Sarıyer (66'ncı gün) çevrelerindeki (66-75'inci gün) kuşağında belirmiştir. (76-85'inci gün) kuşağının Karadeniz ve Marmara Denizi kıyılarında izlendiği, Tekirdağ (82'nci gün) ve Çorlu (81'inci gün) yönünden Kırklareli (79'uncu gün) ve Edirne (75'inci gün) yönüne doğru bir yayılışın varlığı açıkça görülmektedir. 3'üncü kuşak olarak, 86-110'uncu gün kuşağının Florya (101'inci gün), Lüleburgaz (94'üncü gün), Malkara (99'uncu gün), İpsala (97'nci gün), Uzunköprü (93'üncü gün), Çanakkale (90'ıncı gün), Gökçeada (86'ncı gün) çevrelerinde yayılış göstermektedir. Bir başka deyişle, 1981-2010 döneminde iç kesimlerden Saroz ve Gelibolu kıyı kesimlerine doğru uzanan oldukça geniş bir alanda, en geç ayçiçeği ekimlerinin yapıldığı yerlerin varlığı izlenmektedir (Şekil 87).

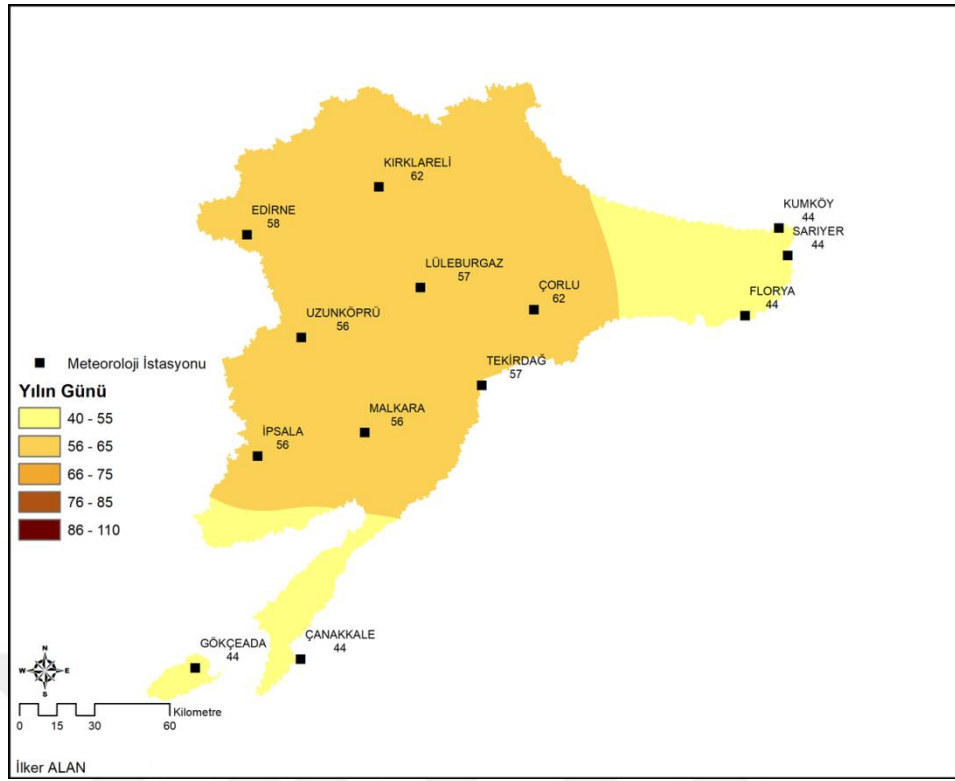
1991-2020 döneminde ayçiçeği ekimi bağlamında İG açısından, zamansal ve mekânsal örüntü görünümü ile değişimi değerlendirildiğinde uygun dönemin başlangıcı için ekim zamanının en erken olarak Sarıyer (62'nci gün) ve Kumköy (65'inci gün), İstanbul Boğazı yakınlarında, Tekirdağ (62'nci gün) ve Gökçeada (65'inci gün) çevrelerinde belirdiği görülmektedir. 56-65'inci gün kuşağını sarmalayan 66-75'inci gün kuşağı Karadeniz ve Marmara Denizi ve Gelibolu Yarımadasının Ege Denizi'ne bakan kıyılarında ve Gökçeada'da izlendiği bir durum söz konusudur. Ayrıca, yöremizin iç kesiminde yer alan Kırklareli yakınlarını sarmalayan bir çekirdek olarak bu kuşak belirmiştir. Florya (80'inci gün), Çanakkale (75'inci gün), Çorlu (77'nci gün), Edirne (76'ncı gün), Malkara (83'üncü gün), İpsala ve Uzunköprü (84'üncü gün) ile Saroz Körfezi, Gelibolu Yarımadası boyunca 76-85'inci gün kuşağı oldukça geniş bir

alandayayılım göstermiştir. Lüleburgaz (91'inci) çevresinde oldukça dar bir alanda 1991-2020 döneminde en geç ayçiçeği ekimlerinin yapıldığı kesim olarak varlığı izlenmektedir. Bu dönemde mekânsal örüntü 4 parçayolarak izlenmekte olup, erkene doğru bir kaymanın gözleendiği açıkça izlenmektedir (Şekil 88).



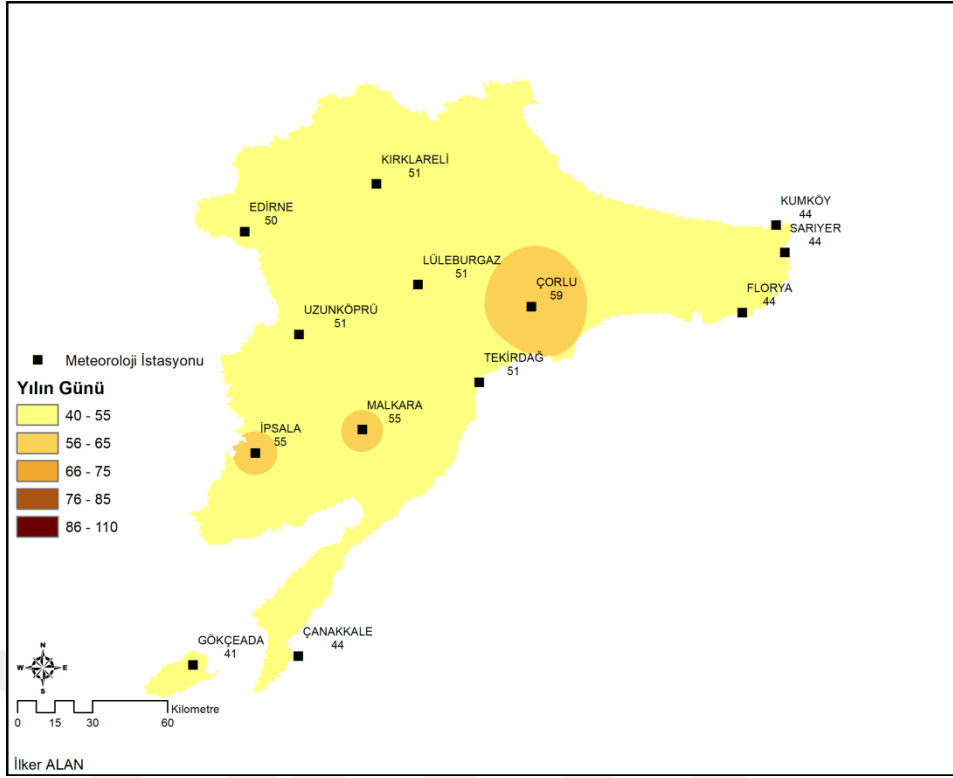
Şekil 88. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (1991-2020)

HadGEM RCP4.5 senaryosu, İG'yi 2 kuşak olarak ve Trakya genelinde oldukça erkene çekecek bir öngöründe bulunmaktadır. 40-55'inci gün kuşağı içinde 44'üncü gün değeri ile ayçiçeğinin en erken ekiminin yapılacağı yerler; Kumköy, Sarıyer, Florya, Çanakkale ve Gökçeada çevrelerinde öngörülmektedir. 56-65'inci kuşağında ise İpsala, Malkara, Uzunköprü ve Edirne (56'ncı gün), Tekirdağ ve Lüleburgaz (57'nci gün), Çorlu ve Kırklareli ise 62'nci gün değeri ile yer almaktadır. Bu kuşağın, Karadeniz ve Marmara Denizi kıyılarından iç kesimlere doğru oldukça geniş bir alanda yayılım göstereceği öngörülmektedir (Şekil 89).



Şekil 89. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5)

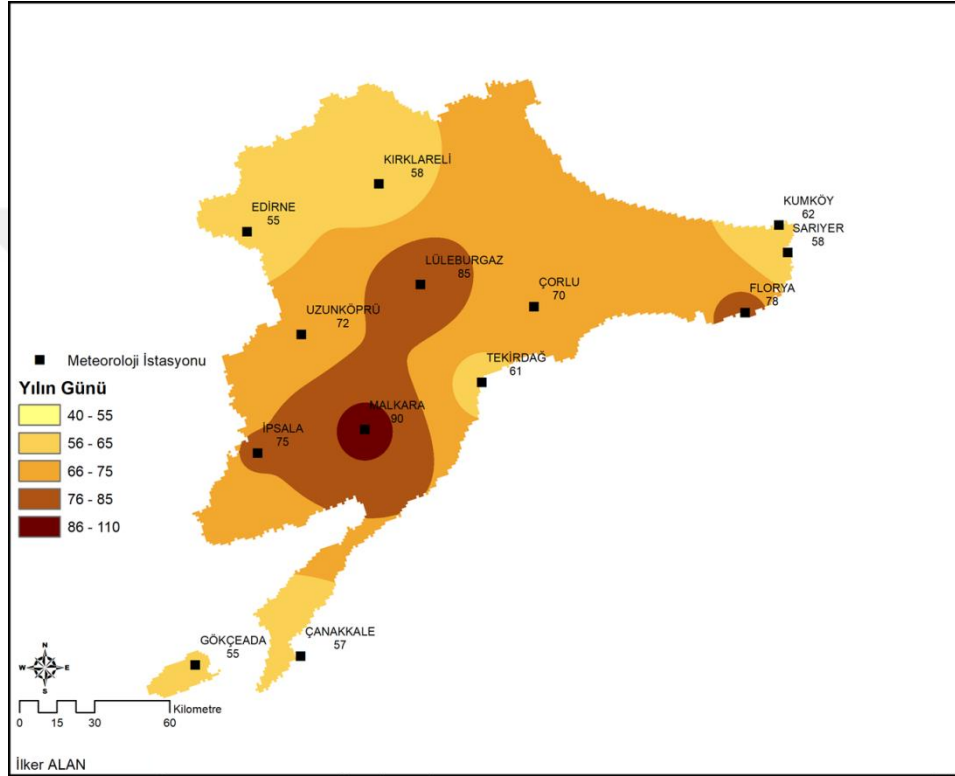
HadGEM RCP8.5 senaryosunda RCP4.5 senaryosuna benzer şekilde, İG'yi Trakya genelinde 2 kuşak olarak öngörmektedir. Bu kuşak, neredeyse Trakya'nın tamamına yakın bir alanda yayılış gösterecek şekilde resmedilmektedir. Bu kuşak içinde, 44'üncü gün değeri ile ayçiçeğinin en erken ekiminin yapılacağı yerler; Gökçeada (41'inci gün) ile Kumköy, Sarıyer, Florya ve Çanakkale (44'üncü gün) çevreleri olarak öngörülmektedir. Edirne (50'nci gün), Uzunköprü, Tekirdağ, Lüleburgaz ve Kırklareli (51'inci gün) çevrelerinden kıyı ve iç kesimlerinde genelinde yayılım göstereceği öngörülmektedir. 56-65'inci gün kuşağının ise İpsala ve Malkara (55'inci gün), Çorlu (59'uncu gün) nüve şeklinde olacağı öngörülmektedir (Şekil 90).



Şekil 90. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5)

2020-2098 döneminde ayçiçeği ekimi bağlamında İG açısından, zamansal ve mekânsal örüntülerin değişimi açısından GFDL RCP4.5 senaryosunun çıktıları değerlendirildiğinde uygun dönemin başlangıcı için ekim zamanının 5 kuşak olarak belireceği izlenmektedir. En erken ayçiçeği ekiminin Edirne (55'inci gün)' de yapılacaktır. Bu nüveyi sarmalayan ve Kırklareli (58'inci gün), Sarıyer (58'inci gün), Kumköy (62'nci gün) ile güneyde Gökçeada (55'inci gün) ile Çanakkale (57'nci gün) çevrelerinde, ya da bir başka deyişle yöremizin en dış kesimlerinde parçalı bir yapı sergileyeceği öngörülen 55-65'inci gün kuşağı etkili olacaktır. Kuzeydeki Karadeniz ile güneydeki Saroz Körfezi ve Marmara Denizi kıyılarından iç kesimlere doğru bir yayılım sergileyecek olan 66-75'inci gün kuşağı içinde Uzunköprü (72'nci gün), Çorlu (70'inci gün)' yu çevreleyen oldukça geniş bir mekânsal örüntü izlenmektedir. En geç ekiminin yapılacağı yer Malkara (90'ıncı gün)'da belirecektir. Bunu çevreleyen 76-

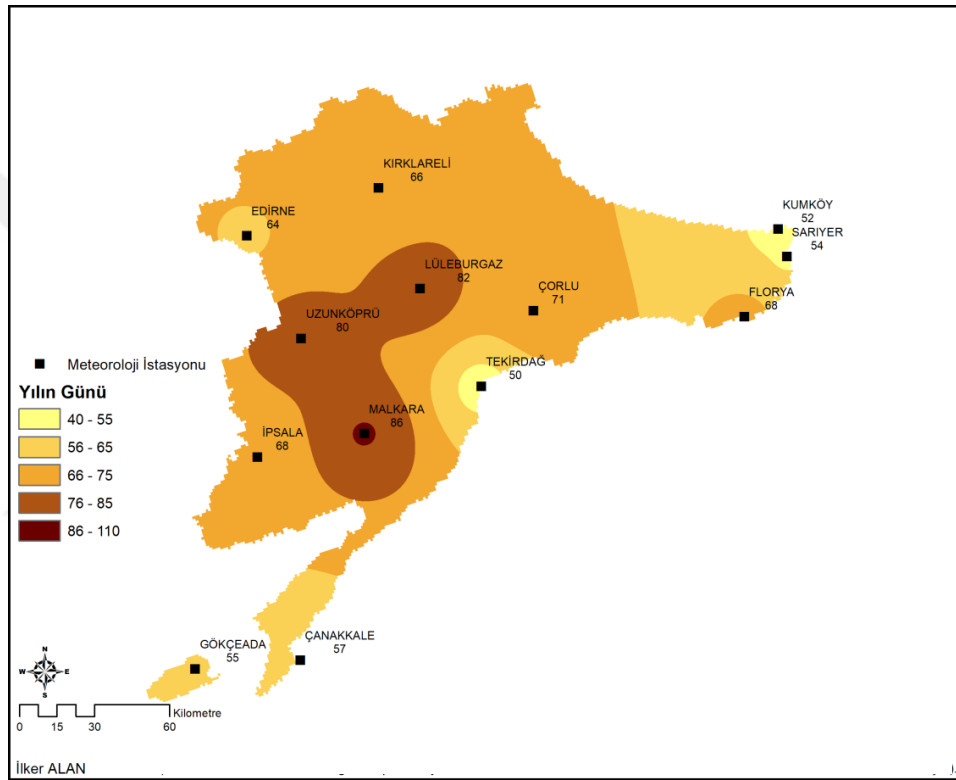
85'inci gün kuşağında İpsala (75'inci gün) ve Lüleburgaz (85'inci gün) yer alacaktır. Ayrıca bu kuşağın içinde Florya (78'inci gün) bir nüve halinde belirecektir. GFDL RCP4.5 senaryosunda mekânsal örüntü 5 parça olarak izlenecek olup, erkene doğru bir kayma gözlenecektir. Edirne'de en erken ayçiçeği ekim koşullarının etkili olacağının öngörülmesi oldukça ilgi çekicidir (Şekil 91).



Şekil 91. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)

GFDL RCP8.5 senaryosu, RCP4.5 senaryosu gibi 5 parçalı bir mekânsal örüntü ile İG' yi Trakya genelinde oldukça erkene çekecek bir öngörüde bulunmaktadır. Ayçiçeğinin, en erken ekiminin yapılacağı yerler; Tekirdağ (50'nci gün), Kumköy (52'nci gün) ve Sarıyer (54'üncü gün) çevreleri olarak belirecektir. İstanbul Boğazı yakınlarından Karadeniz ve Marmara Denizi kıyıları ile Gelibolu Yarımadası, Çanakkale (57'nci gün) ve Gökçeada (55'inci gün) çevrelerinde yılın 56-65'inci günü arasında ekim yapılacağı öngörülmektedir. Bu kuşakta, içeride yer alan Edirne

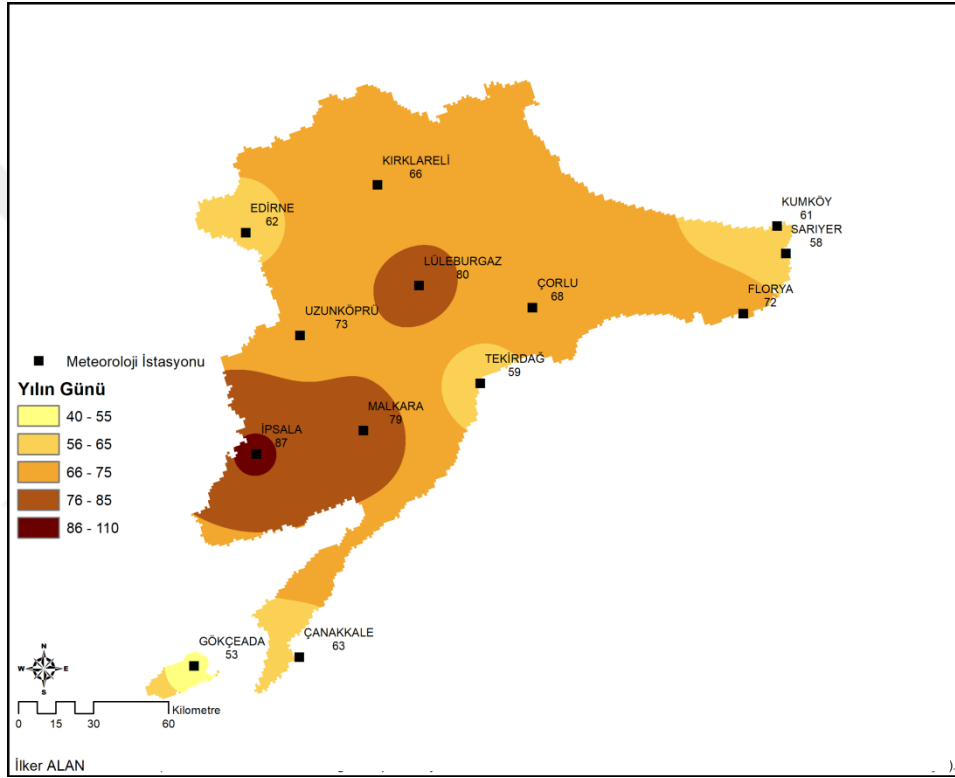
(64'üncü) bir nüve olarak belirecektir. Bu kuşağı sarmalayan 66-75'inci gün kuşağı Trakya'nın geniş iç kesimleri ile Florya (68'inci gün) çevrelerinde etkisini sergileyecektir. İG değerleri açısından en geç ekimin Malkara (86'ncı gün)'da ve bu nüveyi çevreleyen 76-85'inci gün kuşağı içerisinde bulunan ve Uzunköprü (80'inci gün) ile Lüleburgaz (82'nci gün)'a doğru yayılış gösterecek alan içerisinde yapılacağı öngörülmektedir (Şekil 92).



Şekil 92. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5)

MPI RCP4.5 senaryosu, ana hatlarıyla 1990-2020 dönemi ile GFDL RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarını çağrıştıran bir görünüm öngörmektedir. İG açısından en erken ekiminin yapılacağı yer Gökçeada (53'üncü gün)'da öngörülmektedir. Sarıyer (58'nci gün), Kumköy (58'inci gün), Tekirdağ (59'uncu gün) ve Çanakkale (63'üncü gün) kıyı kesimleri ile iç kesimdeki Edirne (62'nci gün) çevrelerinde 56-65'inci gün kuşağının yayılış göstereceği beklenmektedir. Trakya'nın kıyıda başlayarak içkilere doğru

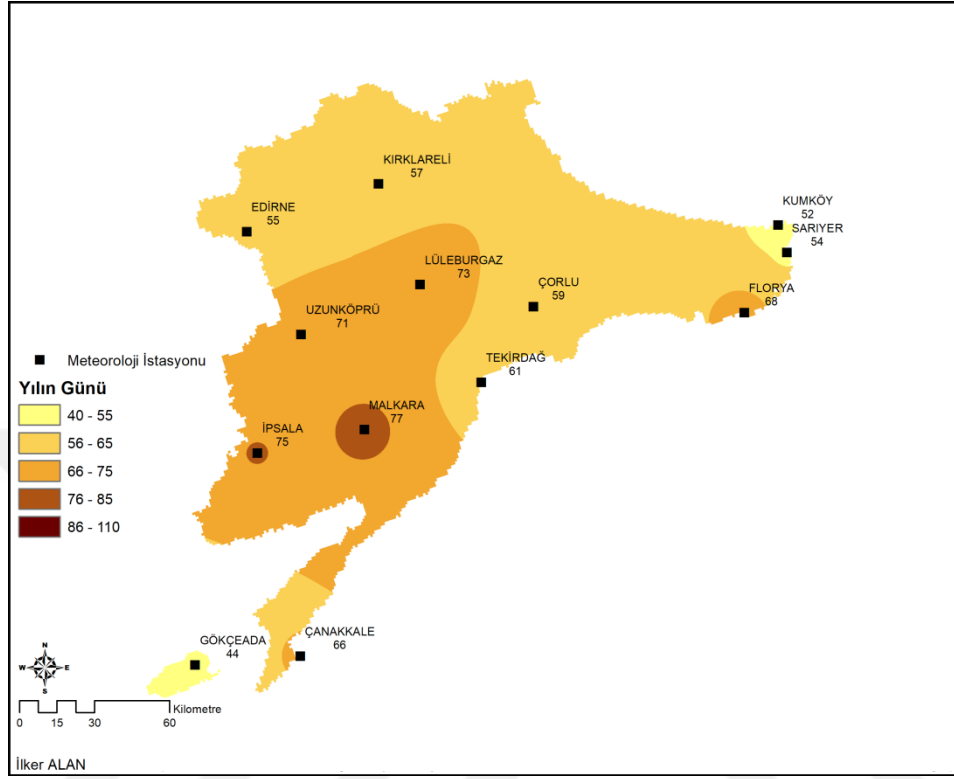
yayılış gösterecek olan 66-75'inci gün kuşağında ise Kırklareli (66'ncı gün), Çorlu (68'inci gün), Florya (72'nci gün) ve Uzunköprü (73'üncü gün) yer alacaktır. Ayçiçeğinin İG değerleri açısından en geç ekim faaliyetlerinin İpsala (87'nci gün)'da yapılacağı beklenmektedir. Bu çekirdeği çevreleyerek Malkara (79'uncu gün)'da kapsayacak alan ile Lüleburgaz (80'inci gün) yakınlarındaki nüve, 76-85'inci gün kuşağı içinde yer almaktadır (Şekil 93).



Şekil 93. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)

MPI RCP8.5 senaryosu, büyüme döneminin başlangıcının en erken Gökçeada (44'uncu gün), Kumköy (52'nci gün) ve Sarıyer (54'üncü gün) çevreleri olarak öngörmektedir. Gelibolu Yarımadası ile iç kesimlerdeki Edirne (55'inci gün), Kırklareli (57'nci gün), Çorlu (59'uncu gün), Karadeniz ve Marmara Denizi kıyıları ile Tekirdağ (61'inci gün)'ı içeren sahada 56-65'inci gün kuşağı yayılış gösterecektir. 66-75'inci gün kuşağı Florya (68'inci gün), Çanakkale (66'ncı gün) ile Saroz Körfezinden

içeriye doğru Uzunköprü (71'inci gün) ve Lüleburgaz (73'üncü gün)'ı içine alacaktır. Bu kuşak içindeki, İpsala (75'inci gün) ve Malkara (77'nci gün) büyüme döneminin başlangıcı açısından en geç ekiminin yapılacağı nüveler olarak görülecektir (Şekil 94).



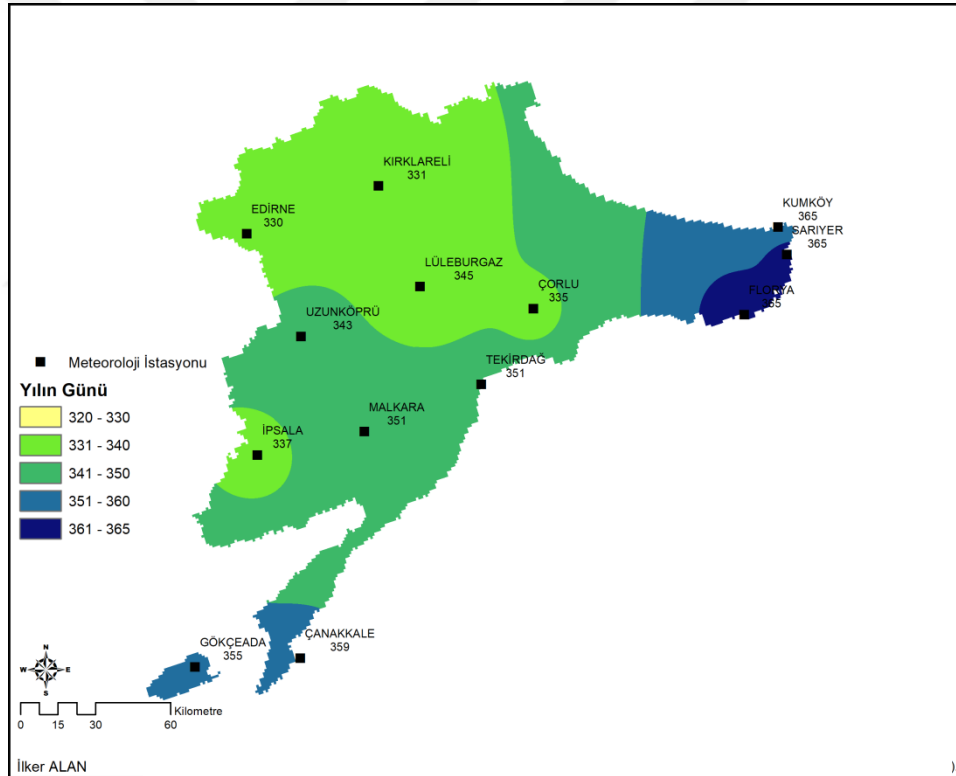
Şekil 94. Termal Büyüme Dönemi Başlangıcının Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5)

8.10. Trakya Geneli Alansal Ortalamaları

Ayçiçeği yetiştirilmesi bakımından termal dönemin sona ermesini ifade eden yani bitim tarihini belirten son gün tarihleri yılın günü olarak ele alınmış ve zamansal-mekânsal örüntünün Trakya genelinde ortaya konulması bağlamında haritalandırılmıştır. Gözlem ve model dönemlerinin tümü için öngörülen SG tarihleri 320-365'inci gün arasında değişmektedir.

Ayçiçeği açısından 1971-2000 dönemi için termal büyüme döneminin en erken sona ereceği yerler Çorlu (335'inci gün), Edirne (330'uncu gün) ve Kırklareli (331'inci

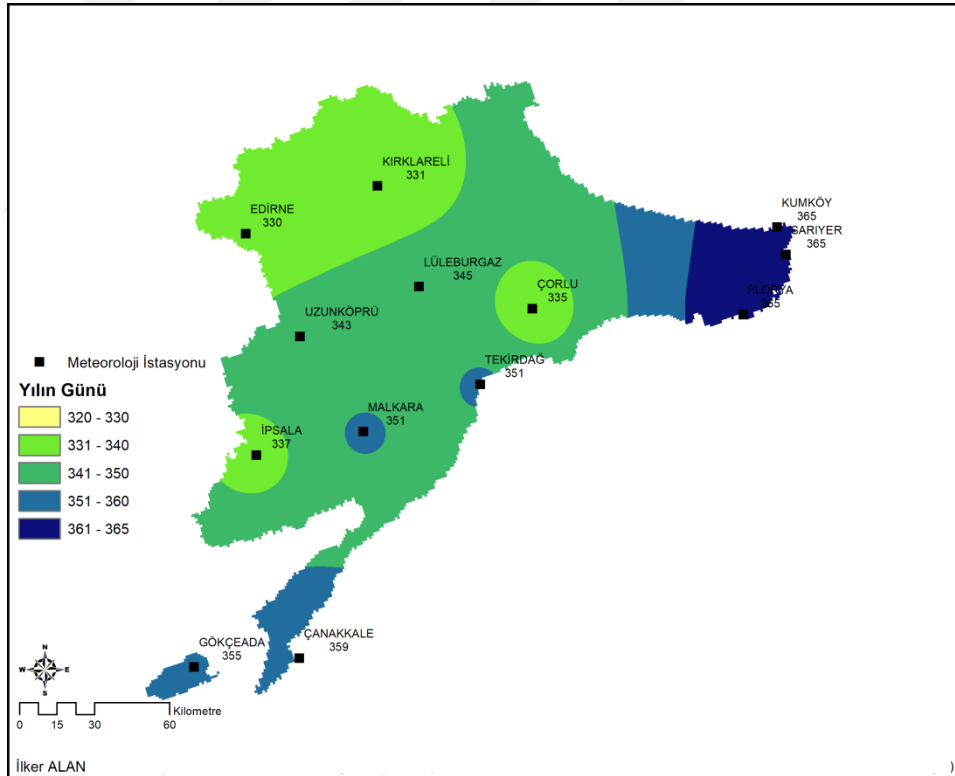
gün), İpsala (337'nci gün) ile Lüleburgaz (345'inci gün) çevreleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kuşağın dış sınırlarından Saroz Körfezi, Karadeniz ve Marmara Denizi kıyılarına doğru uzanan 341-350'nci gün kuşağının yayılış gösterdiği izlenmektedir. 351-360'uncü gün kuşağı iki parça halinde belirlemektedir. Birinci kısım, Gelibolu Yarımadası'nın uç kısımları, Gökçeada (355'inci gün) ve Çanakkale (359'uncü)'ye doğru uzanmaktadır. Bu kuşağın ikinci kısmı Tekirdağ ve Florya arasındaki Marmara Denizi kıyı kesiminden kuzeye doğru Karadeniz kıyılarına kadar olan yerleri içermektedir. 361-365'inci gün kuşağı ise Florya, Sarıyer ve Kumköy'de karşımıza çıkmaktadır (Şekil 95).



Şekil 95. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (1971-2000)

1981-2010 dönemi için termal büyüme döneminin en erken sona erdiği yerler 331-340'uncü gün kuşağı, Edirne (330'uncü gün), Kırklareli (331'inci gün), Çorlu (335'inci gün) ve İpsala (337'nci gün) çevreleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu

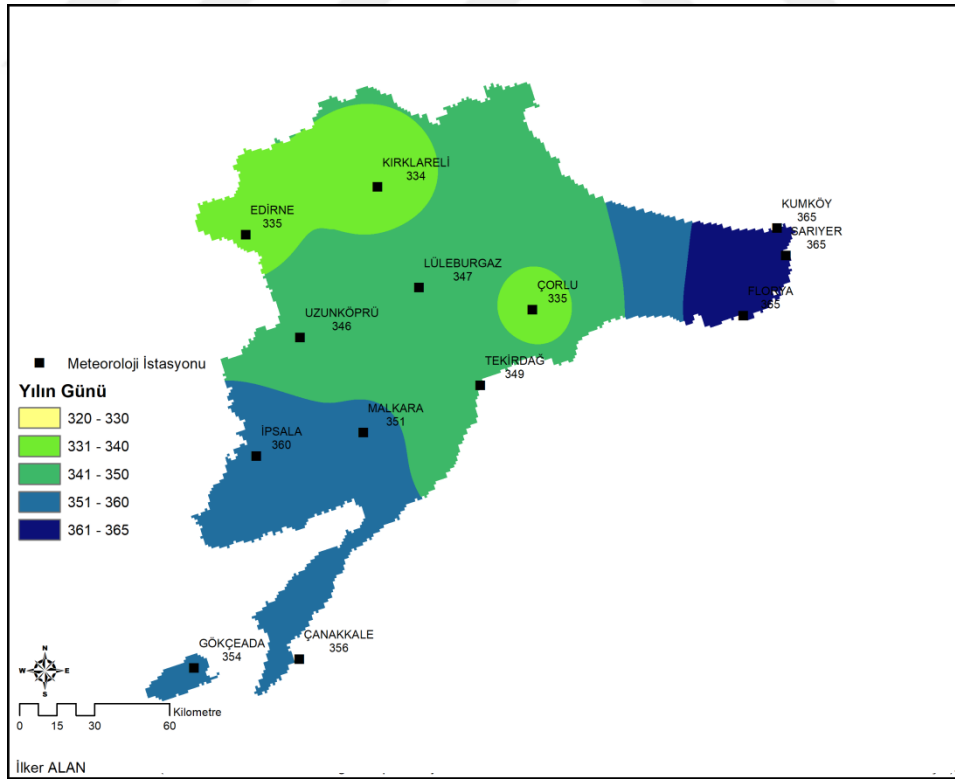
kuşağın 1971-2000 dönemine nazaran daraldığı gözlenmektedir. Bu kuşağı çevreleyen 341-350'nci gün kuşağının, Uzunköprü (343'üncü gün), Lüleburgaz (345'inci gün) Saroz Körfezi ve Gelibolu Yarımadası kıyıları ile Tekirdağ'ın kuzey kesiminden Marmara Denizi kıyı kesimi ile Karadeniz kıyılarına kadar yayılış gösterdiği izlenmektedir. 351-360'uncü gün kuşağı bu gözlem döneminde de iki parça halinde belirmiştir. Birinci kısım Gelibolu Yarımadasının uç kesimleri, Gökçeada (355'inci gün), Çanakkale (359'uncü gün) ile Malkara ve Tekirdağ (351'inci gün) çevresindeki nüvelerden oluşmaktadır. Bu kuşağın ikinci kısmı, 1971-2000 dönemine benzer şekilde Tekirdağ ve Florya arasındaki Marmara Denizi kıyı kesiminden kuzeye doğru Karadeniz kıyılarına daralarak sokulmaktadır. 361-365'inci gün kuşağı Florya, Kumköy, Sarıyer çevrelerinde karşımıza çıkmaktadır (Şekil 96).



Şekil 96. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (1981-2010)

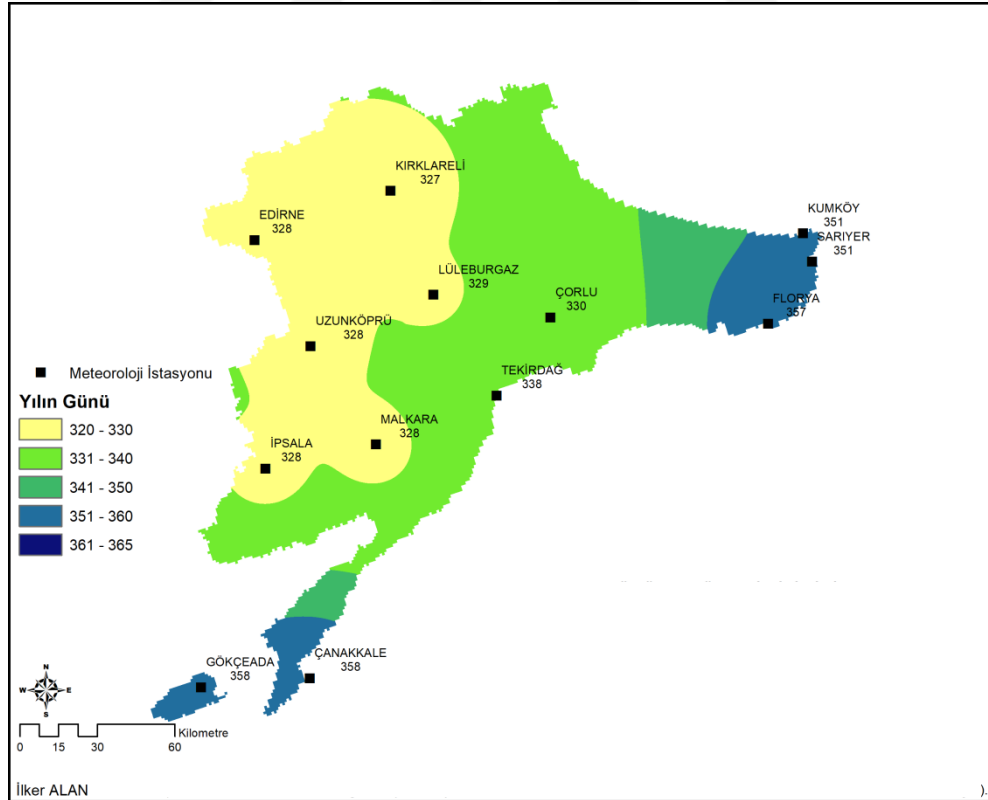
1991-2020 dönemine gelindiğinde 331-340 kuşağının 1971-2000 ve 1981-2010 dönemlerine göre alansal daralma göze çarpmakla birlikte, yılın günü bakımından yılın

sonuna doğru kayarak ile nüveler halinde Kırklareli (334'üncü gün), Edirne ve Çorlu (335'inci gün) çevrelerinde belirdiği görülmektedir. 341-350'nci gün kuşağının, Tekirdağ (349'uncu gün) kıyılarından başlayarak Uzunköprü (346'ncı gün), Lüleburgaz (347'nci gün) çevrelerinden Marmara ve Karadeniz kıyılarına kadar varlığını gösterdiği görülmektedir. 351-360'uncü gün kuşağında genişlemenin daha da belirginleştiği ve bu kuşağın Saroz Körfezinden başlayarak Malkara (351'inci gün), İpsala (360'uncü gün), Çanakkale (356'inci gün) ve Gökçeada (354'üncü gün)'yı kapsayacak şekilde etkili olduğu izlenmektedir. Bu kuşağın gözle görülür biçimde genişleme göstermiş olduğu bir durum karşımıza çıkmaktadır. 361-365'inci gün kuşağında Kumköy, Sarıyer ve Florya çevrelerinde önceki 2 iklim normali döneminde olduğu gibi yerini korumaktadır. Büyüme döneminin SG açısından yılın son günlerine doğru tedrici bir genişlemenin gözlem dönemlerinde belirginleştiği bir durum söz konusudur (Şekil 97).



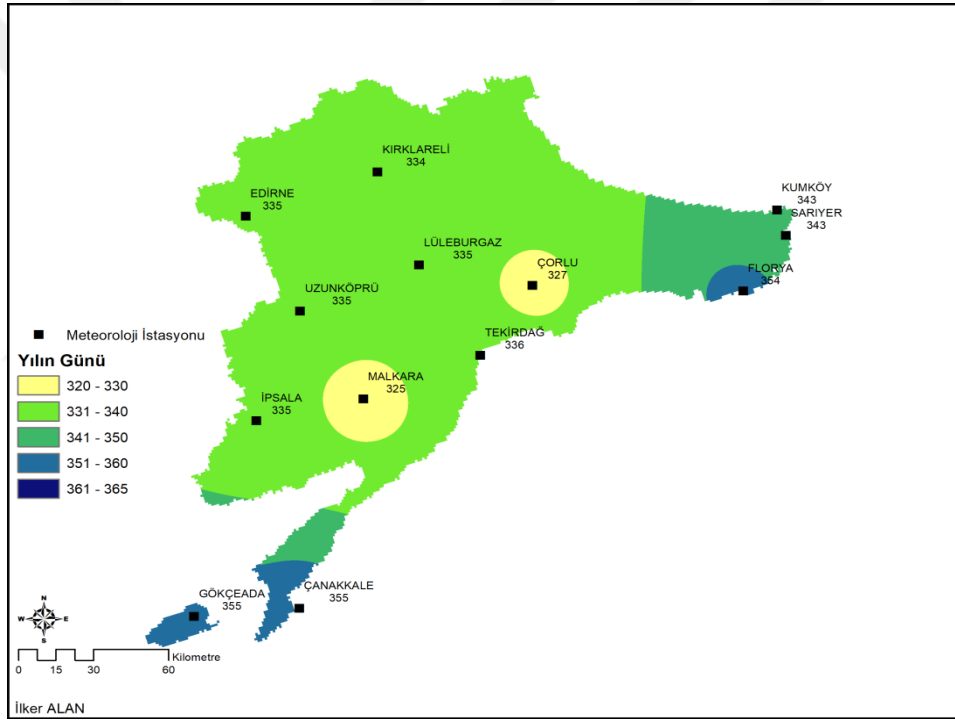
Şekil 97. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (1991-2020)

HadGEM RCP4.5 senaryosu GFDL RCP4.5 senaryosunda öngörülen 320-330'uncu gün olarak SG değerlerindeki daralmayı, İpsala, Malkara, Edirne (328'inci gün), Kırklareli (327'nci gün), Lüleburgaz (329'uncu gün), Edirne (328'inci gün) ve Çorlu (330'uncu gün) çevrelerine yayılacak şekilde öngörmektedir. 1971-2000 döneminde var olan 331-340'ıncı gün kuşağının Saroz Körfezi, Gelibolu Yarımadası, Marmara Denizi kıyıları, Tekirdağ (338'inci gün) çevrelerini içine alarak Karadeniz kıyılarına kadar etkili olacağını öngörmektedir. 341-350'nci gün kuşağının ise oldukça daralacağı öngörülmektedir. Bu kuşak Gelibolu Yarımadasında dar bir alan ile Karadeniz kıyılarına sıkışmış bir şekilde resmedilmektedir. 351-360'ıncı gün kuşağı ise Kumköy ve Sarıyer (351'inci gün) ile Florya (357'nci gün) çevresinde izlenecektir. 361'inci günden sonrasına uzayan SG değerleri bu senaryoda öngörülmemektedir (Şekil 98).



Şekil 98. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP4.5)

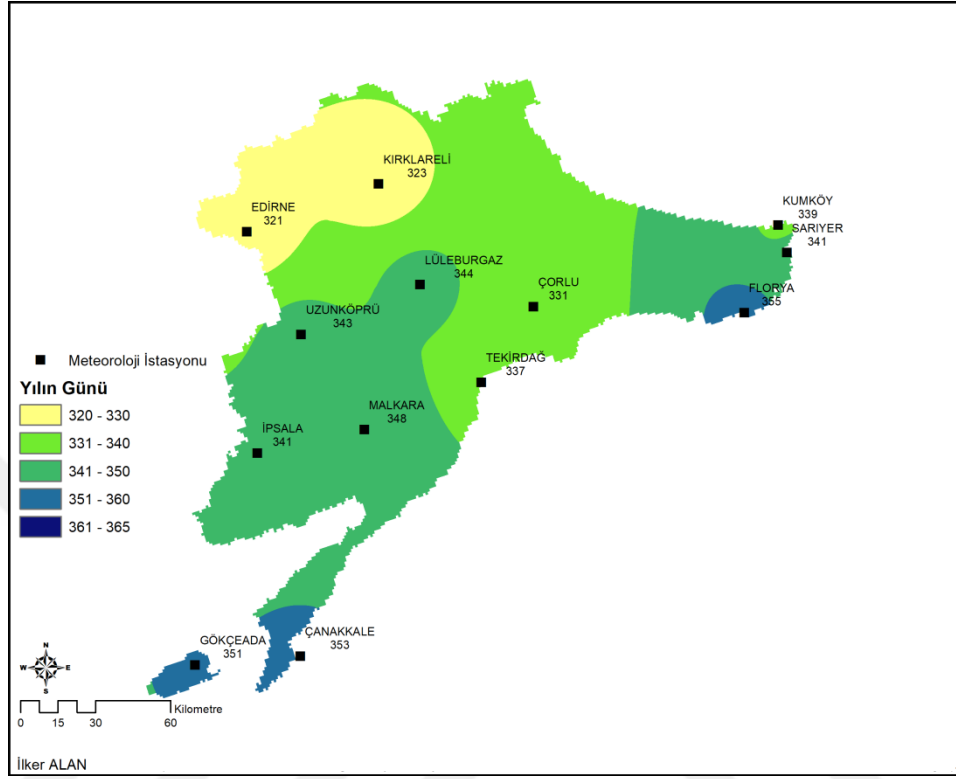
HadGEM RCP8.5 senaryosu hem RCP4.5 senaryosuna hem de 1971-2000 dönemine göre SG açısından öne doğru çekilme öngörmektedir. 331-340'ıncı gün kuşağının Trakya'nın çok geniş alanı kapsayacağını öngörürken, 320-330'uncu gün kuşağının, bu geniş kuşak içinde Malkara (325'inci gün) ve Çorlu (327'nci gün) civarlarında nüveler olarak yer alacağını öngörmektedir. 341-350'nci gün kuşağı ise Saroz Körfezi ile Gelibolu Yarımadasının dar bir kesimi ile Kumköy ile Sarıyer (343'üncü gün) yakınlarında görüleceğini, buna karşılık 351-360'ıncı gün kuşağının Florya (354'üncü gün), Çanakkale ve Gökçeada (355'inci gün)' da bekleneceğini ifade etmektedir (Şekil 99).



Şekil 99. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / HadGEM RCP8.5)

GFDL RCP4.5 senaryosu çıktılarına göre durum gözlem dönemlerine göre farklılık göstermektedir. Edirne (321'inci) ve Kırklareli (323'üncü gün) çevresinde 320-330 gün kuşağının belireceği öngörülmektedir. Bu senaryo SG açısından yılın günü olarak öne çekilmeyi işaret etmektedir. 331-340'ıncı gün kuşağı Uzunköprü kuzeyi ile Edirne güneyi arasından başlayarak, kuzeyde Karadeniz kıyılarına sokulurken, Çorlu

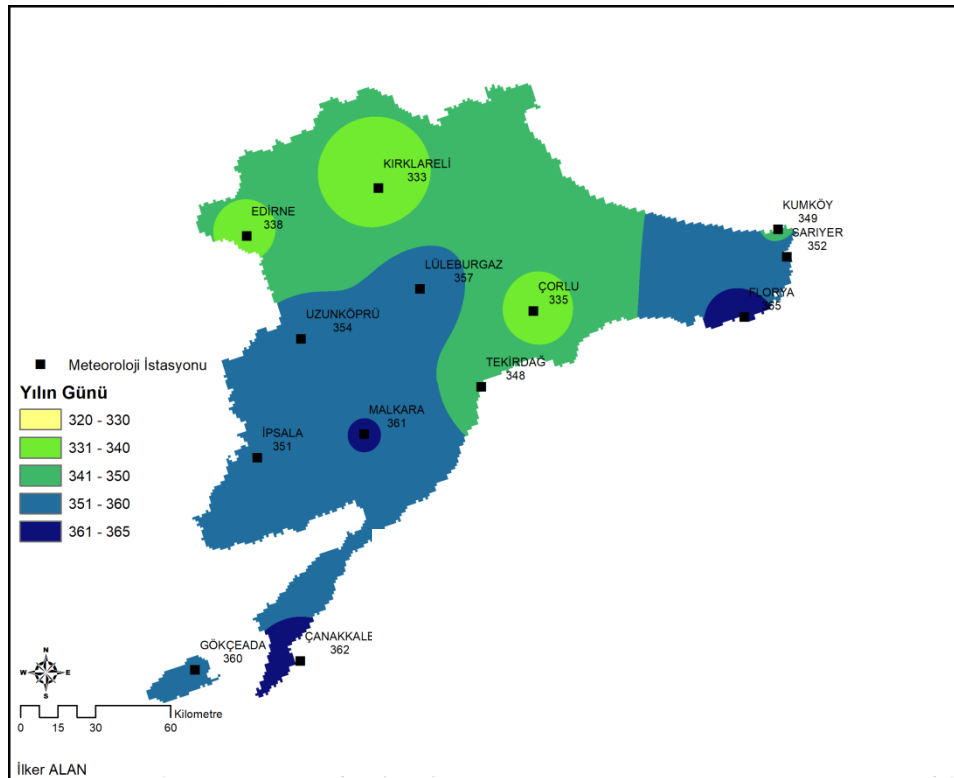
(331'inci gün) ve Tekirdağ (337'nci gün) üzerinden Marmara Denizi kıyılarına kadar genişleyeceği, ayrıca Kumköy (339'uncu gün)' ün de bu kuşak içinde yer alacağı öngörülmektedir (Şekil 100).



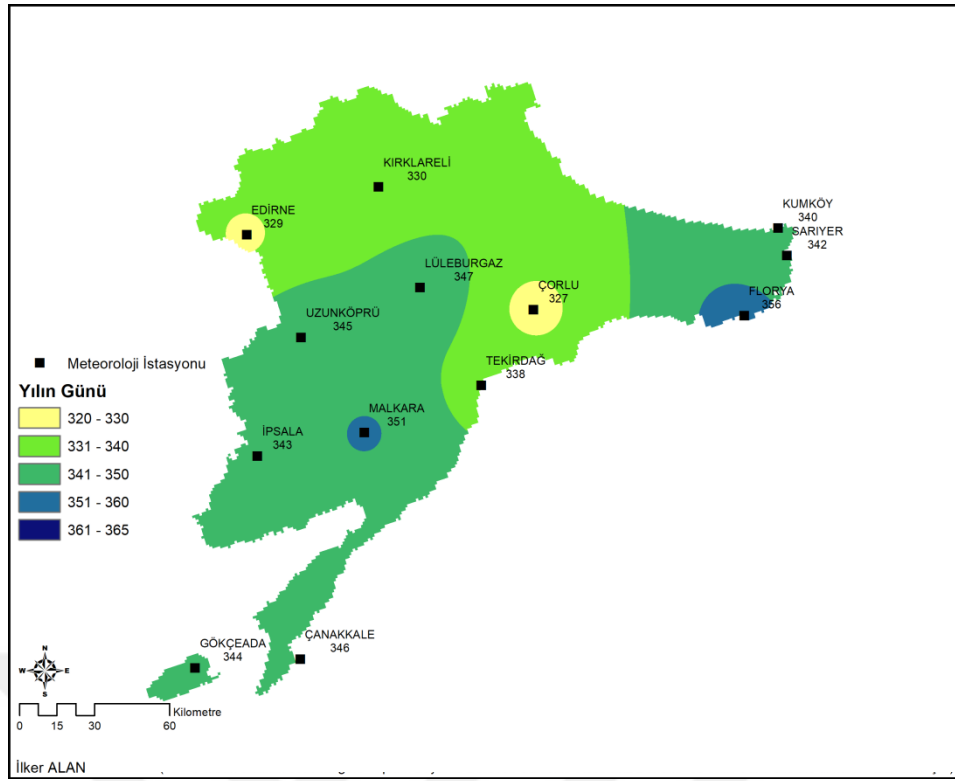
Şekil 100. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP4.5)

Bu kuşak, öngörülere göre 341-350'nci gün kuşağını iki parçaya bölecektir. Güneydeki kuşağın içinde Saroz Körfezi ile Gelibolu Yarımadası'ndan başlayarak, Malkara (348'inci gün), Lüleburgaz (344'üncü gün), Uzunköprü (343'üncü gün) ve İpsala (341'inci gün) yer alacaktır. Kuzeydeki parça ise Tekirdağ-Florya arasında Marmara kıyılarından Karadeniz kıyıları ile ve Sarıyer (341'inci gün)'e doğru yayılış gösterecektir. 351-360'uncü gün kuşağında da daralma öngörülmektedir. Bu kuşağın, Çanakkale (353'üncü gün), Gökçeada (351'inci gün) ve Florya (355'inci gün) çevresindeki sahalarda kendini göstereceği öngörülmektedir. 1971-2000 döneminde yılın son gününe doğru genişlemiş olan 361-365'inci gün kuşağının GFDL RCP4.5 senaryosunda ortadan kalkacağı öngörülmektedir (Şekil 100).

GFDL RCP8.5 senaryosuna göre RCP4.5 senaryosunda çok farklı bir öngörü söz konusudur. Bu senaryoda 320-330'uncu gün kuşağı diye bir kuşak olmayacaktır. 331-340'ıncı gün kuşağı Kırklareli (333'üncü gün) ve Çorlu (335'inci gün), Edirne (33'üncü) çevresinde nüveler halinde belirecektir. Bu kuşak 1971-2000 dönemine göre daralacaktır. 341-350'nci gün kuşağı bu nüvelerin etrafını saracak ve kuzeye kayacak, ayrıca Kumköy (349'uncu gün)'de de bir nüve belirecektir. 351-360'ıncı gün kuşağının, 1971-2000 dönemine ve RCP4.5 senaryosuna göre genişleme göstereceği, dolayısıyla SG açısından yılın sonuna doğru bir genişleme öngörülmektedir. Bu kuşak içinde İpsala (351'inci gün), Uzunköprü (354'üncü gün), Lüleburgaz (357'nci gün), Malkara çevreleri ile Marmara ve Karadeniz kıyıları ile Kumköy (349'uncu gün) ve Sarıyer (352'nci gün) yakınları yer alacaktır. 361'inci günden yılın sonuna doğru genişleyen bir SG durumu söz konusudur. Bu kuşağın genişleyeceği, Malkara (361'inci gün), Çanakkale (362'nci gün) ve Gökçeada (360'ıncı gün)'yı içine alacağı şeklinde bir beklenti öngörülmektedir (Şekil 101).



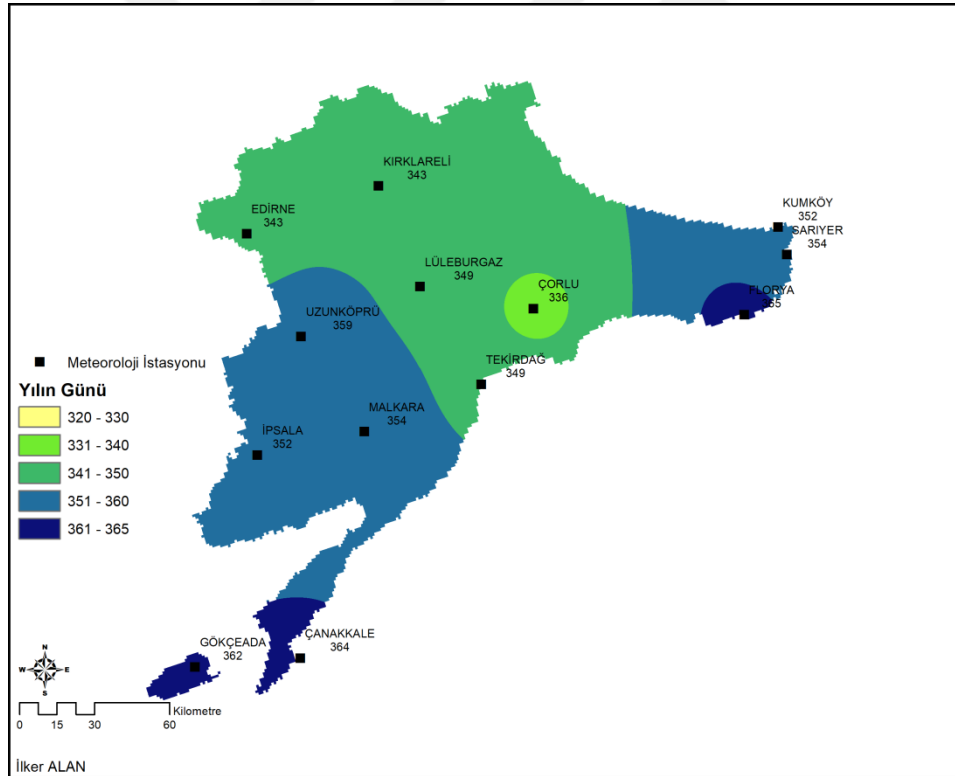
Şekil 101. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / GFDL RCP8.5)



Şekil 102. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP4.5)

MPI RCP4.5 senaryosu, termal dönemin bitiminde Çorlu (327'nci gün) ve Edirne (329'uncu gün) çevreleri için 320-330'uncu gün kuşağının içinde yer alacağına dair bir öngöründe bulunmaktadır. Edirne ve Çorlu'nun nüveler olarak içinde kalan 331-340'ıncı gün kuşağı, Edirne ve Kırklareli (330'uncu gün) çevrelerinden Karadeniz kıyıları ile Tekirdağ (338'inci gün) üzerinden Marmara Denizi kıyılarına kadar bir sahada etkili olacağını göstermektedir. Malkara (351'inci gün) ve Florya (356'ncı gün)' yı çevreleyen 351-360'ıncı gün nüvelerinin dışında kalan sahalarda 341-350'nci gün kuşağının iki parça olarak varlığını ifade etmektedir. Bu kuşakta, Kumköy (340'ıncı gün), Sarıyer (342'nci gün), İpsala (343'üncü gün), Uzunköprü (345'inci gün), Lüleburgaz (347'nci gün), Gökçeada (344'üncü gün) ve Çanakkale (346'ncı gün) yer alacaktır (Şekil 102).

MPI RCP8.5 senaryosu ise en düşük SG değerini Çorlu (336'ncı gün) için öngörmektedir. Karadeniz kıyılarından başlayarak Kırklareli ve Edirne (343'üncü gün)' den güneydoğu yönünde Tekirdağ ile Lüleburgaz (349'uncu gün)' ı içine alarak Marmara Denizi kıyılarına kadar olan kesimde 341-350'nci gün kuşağının yayılışını öngörmektedir. Bu kuşağın iki tarafında 351-360'ıncı gün kuşağı yayılış gösterecektir. Bu kuşakta İpsala ve Kumköy (352'nci gün), Malkara ve Sarıyer (354'üncü gün) ile Uzunköprü (359'uncu gün)'nün bulunacağı ve bu sahanın kuzeyde Karadeniz kıyıları, güneyde ise Saroz Körfezi ile Gelibolu yarımadasına doğru sokulacağı resmedilmektedir. 361-365'inci gün kuşağında Gökçeada (362'nci gün), Çanakkale (364'üncü gün) ve Florya (365'inci) yer alacaktır (Şekil 103).



Şekil 103. Termal Büyüme Dönemi Bitiminin Dağılışı (2020-2098 / MPI RCP8.5)

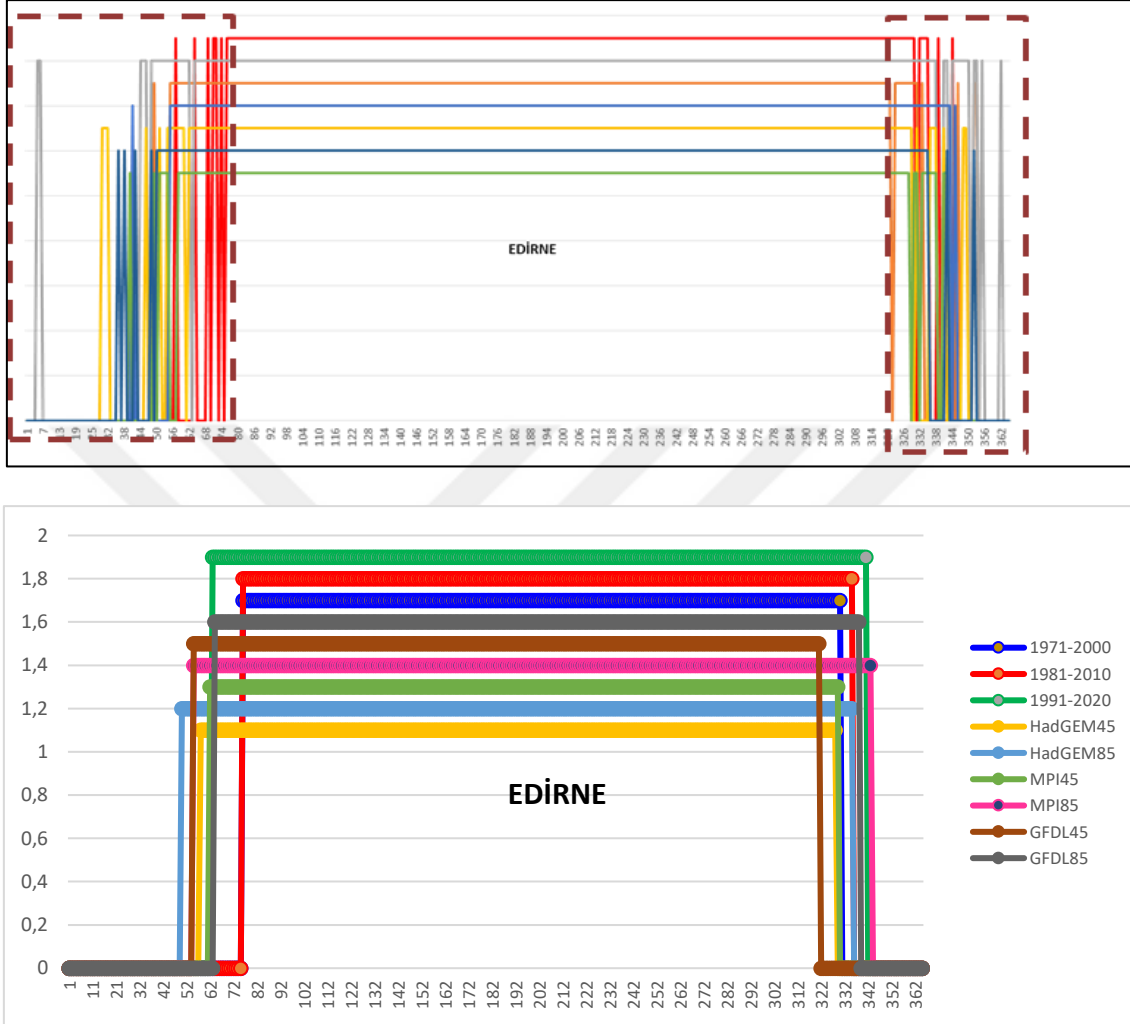
Trakya genelindeki istasyonların ardışık-kesintisiz TBDU belirlenmesi için çizelge oluşturulmuştur (Çizelge16).

Çizelge 16. Termal Büyüme Dönemi Uzunlukları

istno	İstasyon	1971-2000			1981-2010			1991-2020			HadGEM45			HadGEM85			MPI45			MPI85			GFDL45			GFDL85			
		İG	SG	U	İG	SG	U	İG	SG	U	İG	SG	U	İG	SG	U	İG	SG	U	İG	SG	U	İG	SG	U	İG	SG	U	
17050	EDİRNE	76	330	255	76	330	255	76	335	260	58	328	271	50	335	286	62	329	268	55	343	289	55	321	267	64	338	275	
17052	KIRKLARELİ	79	330	252	79	331	253	68	334	267	62	327	266	51	334	284	66	330	265	57	343	287	58	323	266	66	333	268	
17054	ÇORLU	81	339	259	81	335	255	77	335	259	62	330	269	59	327	269	68	327	260	59	336	278	70	331	262	71	335	265	
17056	TEKİRDAĞ	81	341	261	82	351	270	62	349	288	57	338	282	51	336	286	59	338	280	61	349	289	61	337	277	50	348	299	
17059	KUMKÖY	71	350	280	71	365	295	65	365	301	44	351	308	44	343	300	61	340	280	52	352	301	62	339	278	52	349	298	
17061	SARIYER	72	365	294	66	365	300	62	365	304	44	351	308	44	343	300	58	342	285	54	354	301	58	341	284	54	352	299	
17110	GÖKÇEADA	86	356	271	86	355	270	65	354	290	44	358	315	41	355	315	53	344	292	44	362	319	55	351	297	55	360	306	
17112	ÇANAKKALE	91	352	262	90	359	270	75	356	282	44	358	315	44	355	312	63	346	284	66	364	299	57	353	297	57	362	306	
17608	UZUNKÖPRÜ	93	345	253	93	343	251	84	346	263	56	328	273	51	335	285	73	345	273	71	359	289	72	343	272	80	354	275	
17631	LÜLEBURGAZ	98	335	238	94	345	252	91	347	257	57	329	273	51	335	285	80	347	268	73	349	277	85	344	260	82	357	276	
17632	İPSALA	97	337	241	97	337	241	84	360	277	56	328	273	55	335	281	87	343	257	75	352	278	75	341	267	68	351	284	
17634	MALKARA	99	350	252	99	351	253	83	351	269	56	328	273	55	325	271	79	351	273	77	354	278	90	348	259	86	361	276	
17636	FLORYA	99	365	267	101	365	265	80	365	286	44	357	314	44	354	311	72	356	285	68	365	298	78	355	278	68	365	298	
TRAKYA GENEL	Minimum	71	330	238	66	330	241	62	334	257	44	327	266	41	325	269	53	327	257	44	336	277	55	321	259	50	333	265	
	Maksimum	99	365	294	101	365	300	91	365	304	62	358	315	59	355	315	87	356	292	77	365	319	90	355	297	86	365	306	
	Fark	28	35	56	35	35	59	29	31	47	18	31	49	18	30	46	34	29	35	33	29	42	35	34	38	36	32	41	
İG İlk Gün		SG Son Günü		U Uzunluk																									

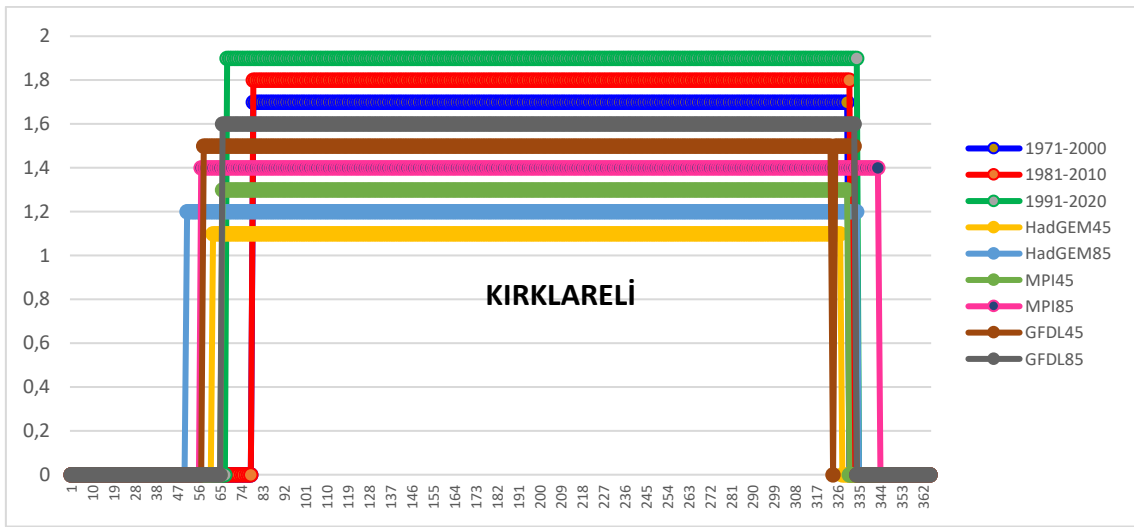
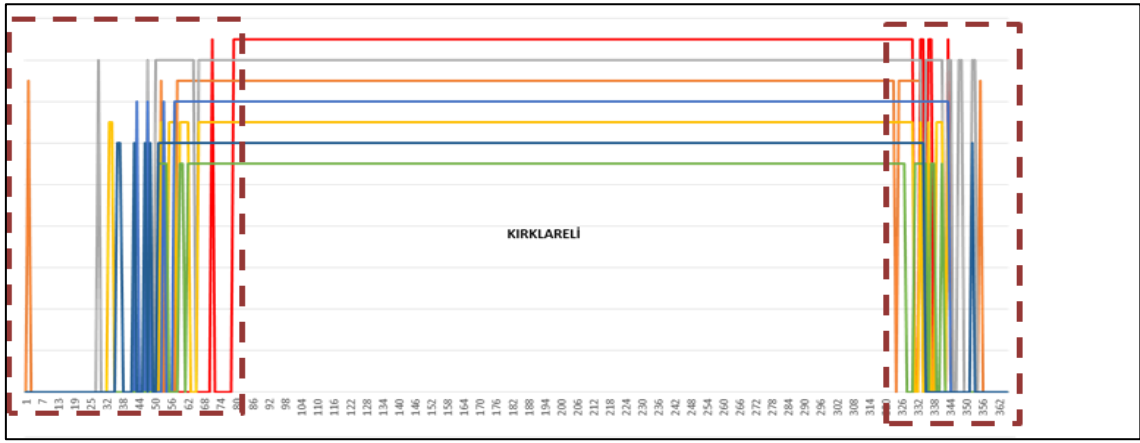
Trakya geneli için İG değerleri açısından iklim modellerinin bir genel değerlendirmesi yapılmıştır. Söz konusu iklim modellerinin RCP4.5 senaryolarına göre, İG değerlerinin ekim başlangıcı açısından, en erkenden başlayarak HadGEM [44-62'nci gün aralığı], MPI [53-87'nci gün aralığı], GFDL [55-90'ıncı gün aralığı] olarak sıralanmaktadır. RCP8.5 senaryolarında ise sıralamanın HadGEM [41-59'uncu gün aralığı], MPI [44-77'nci gün aralığı], GFDL [50-86'nci gün aralığı] şeklinde olduğu görülmektedir. SG değerlerinin, yılın en son günü dikkate alınarak yaptığımız sıralamada RCP4.5 senaryolarının sıralaması HadGEM [327-358'inci gün aralığı], MPI [327-356'nci gün aralığı], GFDL [333-365'inci gün aralığı] şeklindedir. RCP8.5 senaryolarında ise bu sıralama, HadGEM [325-355'inci gün aralığı], GFDL [333-365'inci gün aralığı], MPI [336-356'inci gün aralığı] olarak karşımıza çıkmaktadır. TBDU' nun ise genişten başlayarak, RCP4.5 senaryolarında HadGEM [266-315'inci gün aralığı], GFDL [259-297'nci gün aralığı], MPI [257-292'nci gün aralığı] şeklinde sıralanmaktadır. RCP8.5 senaryolarında ise bu sıralama MPI [277-319'uncu gün aralığı], HadGEM [269-315'inci gün aralığı], GFDL [265-306'nci gün aralığı] şeklindedir. Trakya genelinde gerek ayçiçeği bitkisinin yetiştirilmesinde, gerekse ikinci ürün yetiştirilmesi için fırsatların gözetilmesinde, meteorolojik parametreleri dikkate

olarak belirli bir plan ve program kapsamında hassas/akıllı tarım tekniklerinin önemini vurgulamak için her bir istasyona ilişkin ardışık-kesintisiz dönemi gösteren grafikler hazırlanmıştır(Şekil104-115).

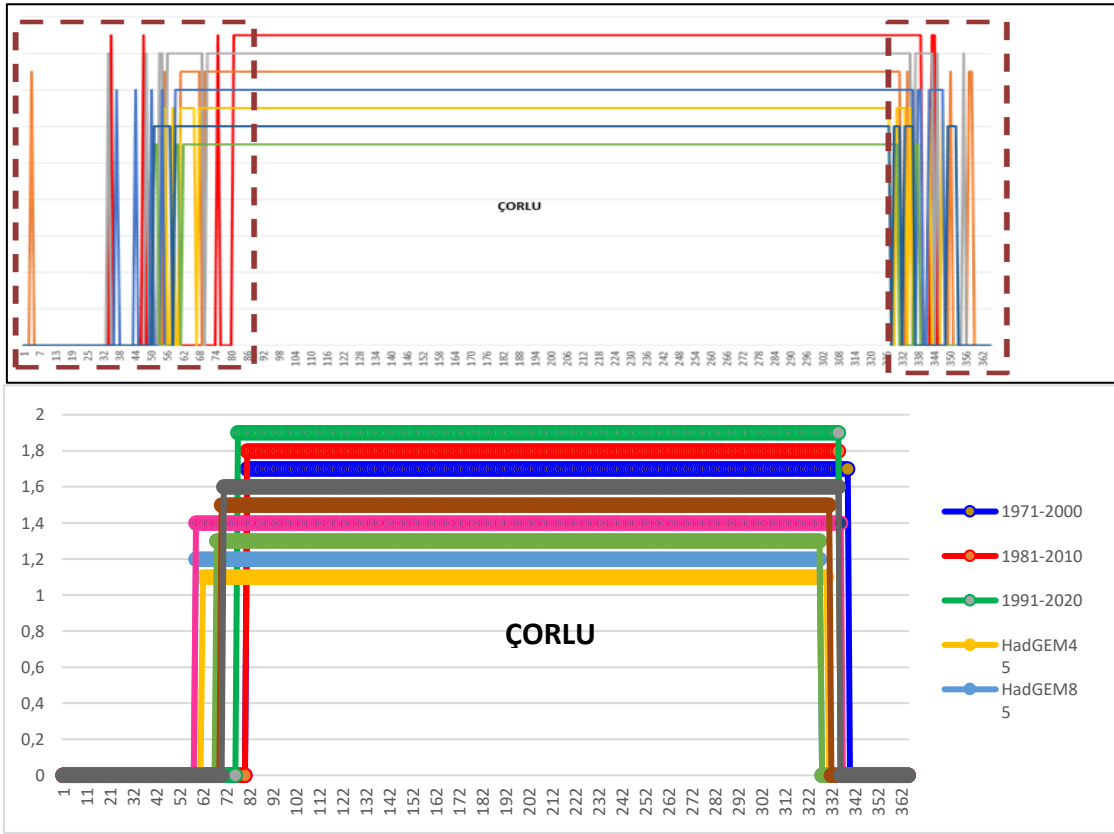


Şekil 104. İG, SG, TBDU' nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Edirne)

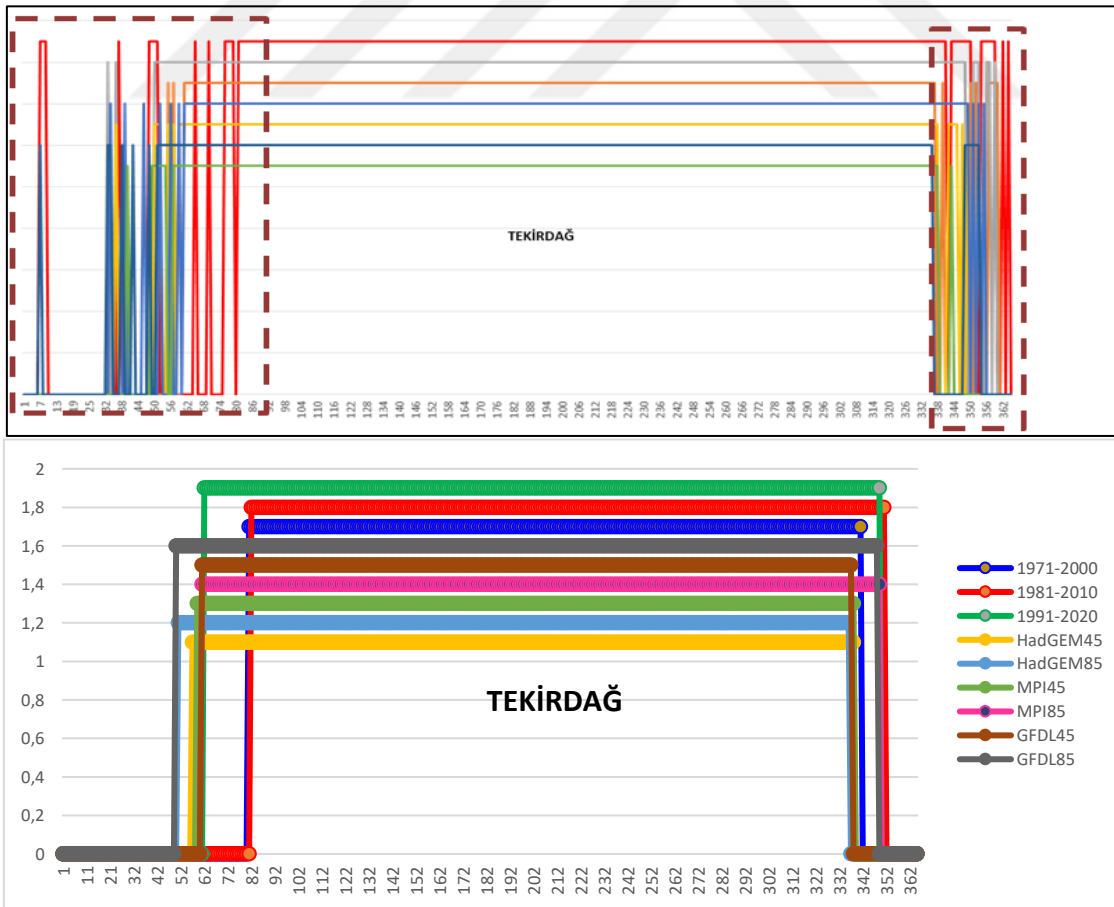
Bu veya benzeri grafiklerin tarımsal faaliyetler için yol gösterici olduğu düşünülmektedir. Söz konusu İG, SG ve TBDU grafiklerinin, gözlem ve model dönemleri itibarıyla sıcaklık koşullarının gidişatı bakımından genel hatları ortaya koyduğu düşünüldüğünde, günlük hava durumu açısından maksimum ve minimum sıcaklıkların izlenerek, sıcaklıkların seyrine göre ekim-dikim ve hasat zamanlaması, zararlılarla mücadele vb. yönden planlama yapmaları açısından aydınlatıcı ve oldukça yararlı olacaktır.



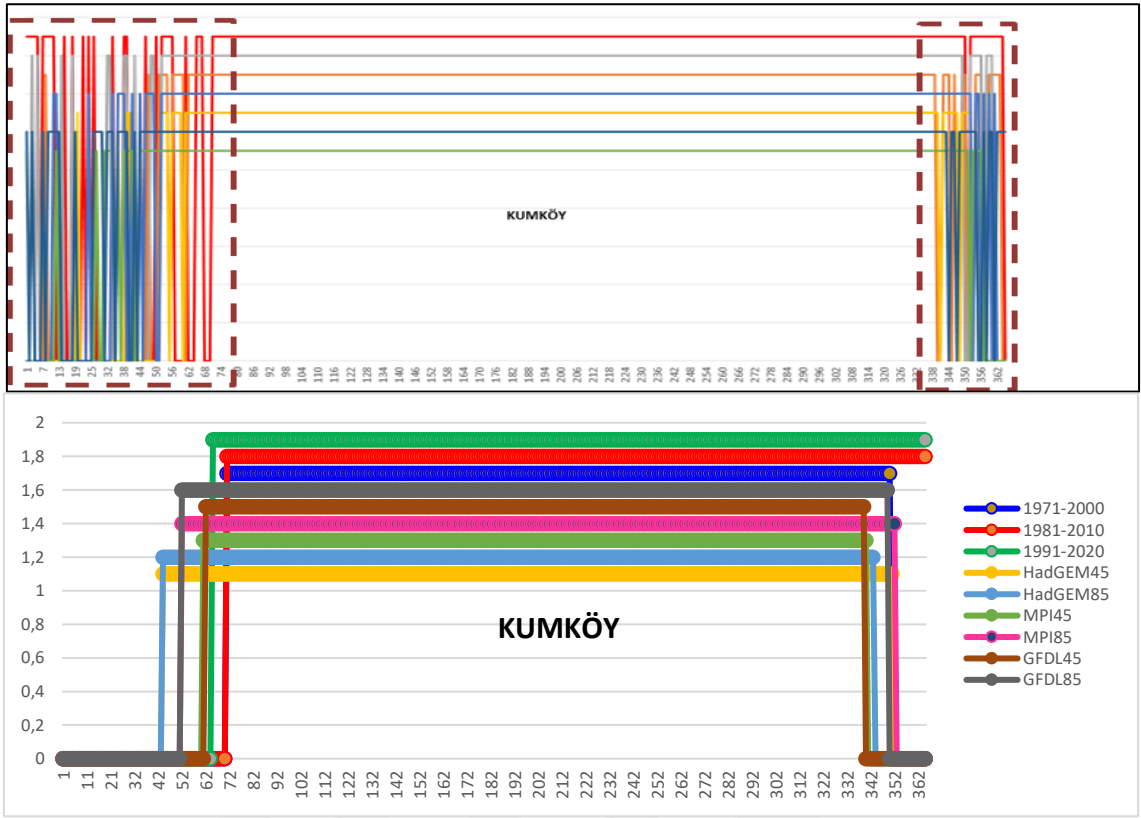
Şekil 105. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Kırklareli)



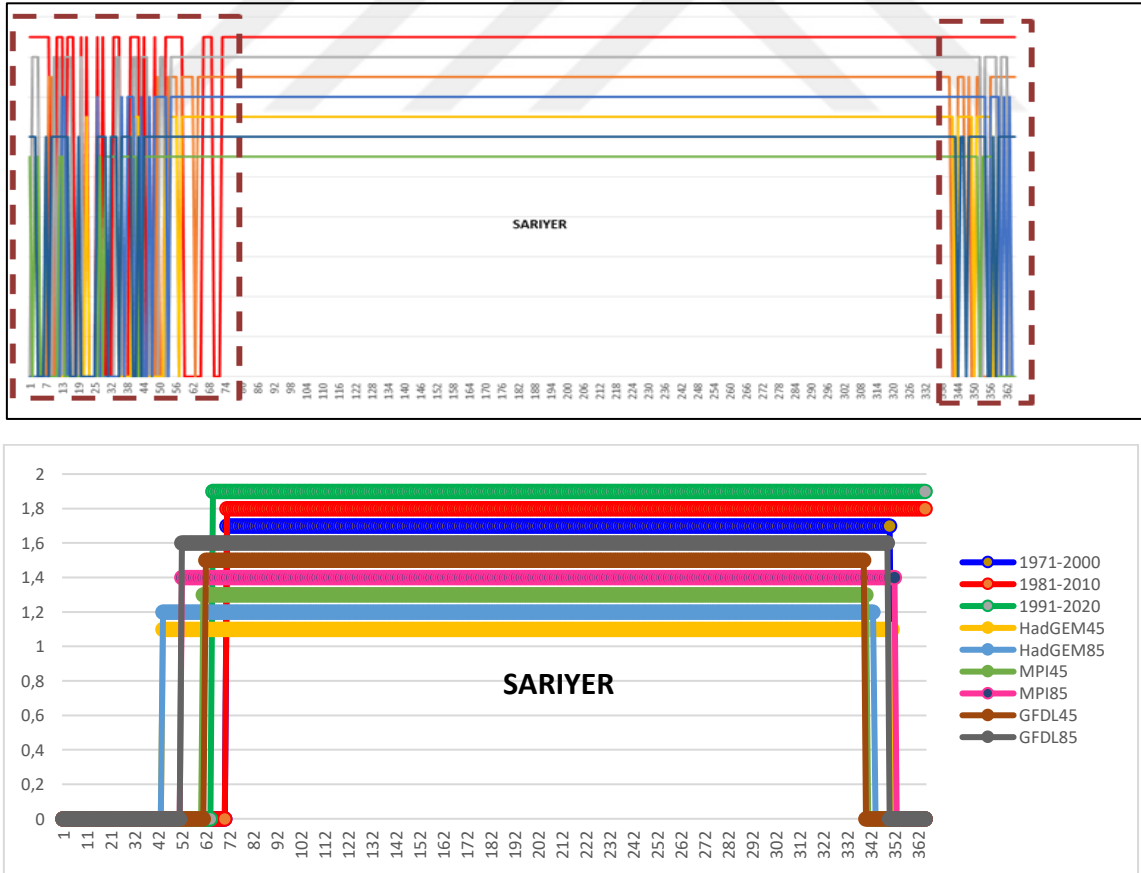
Şekil 106. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Çorlu)



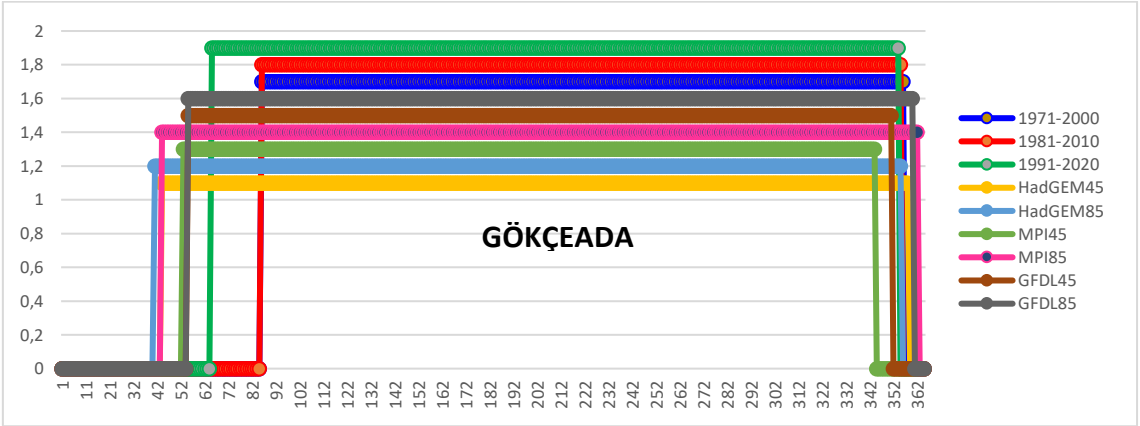
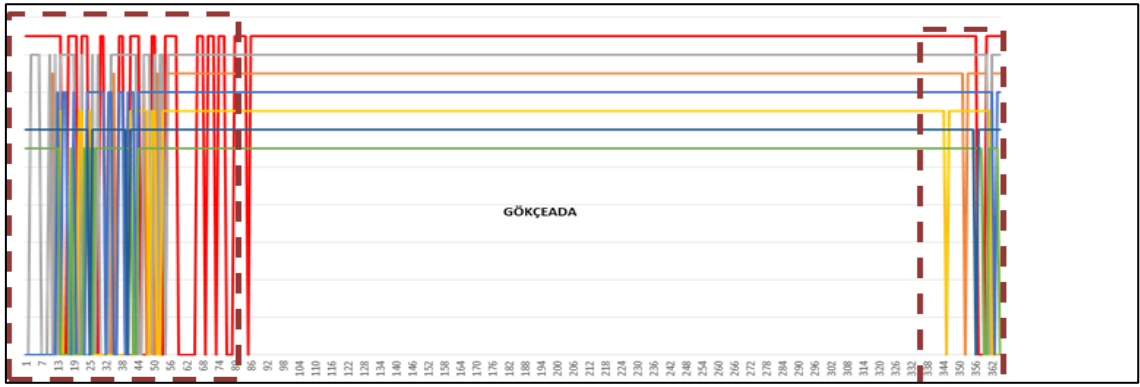
Şekil 107. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Tekirdağ)



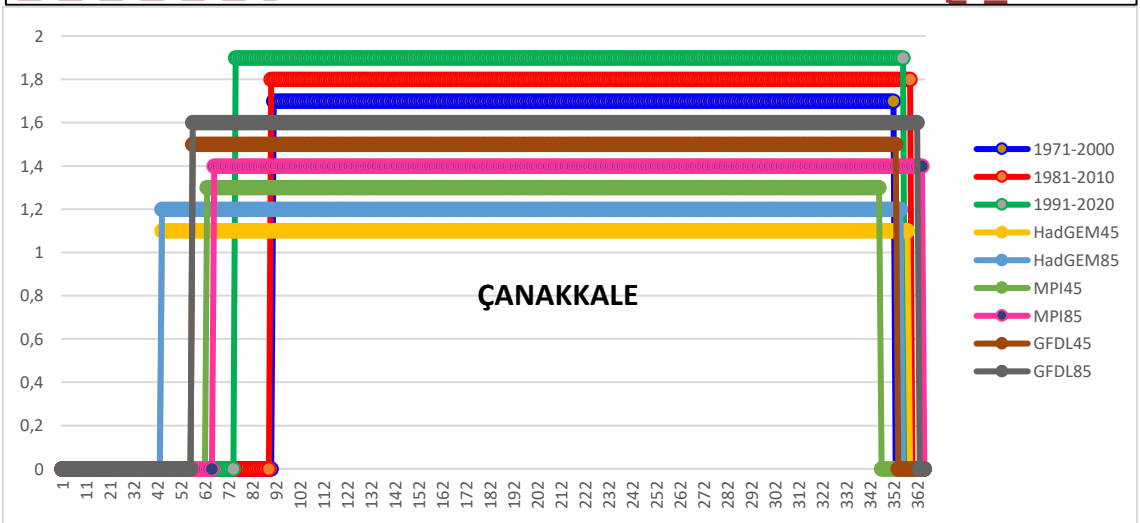
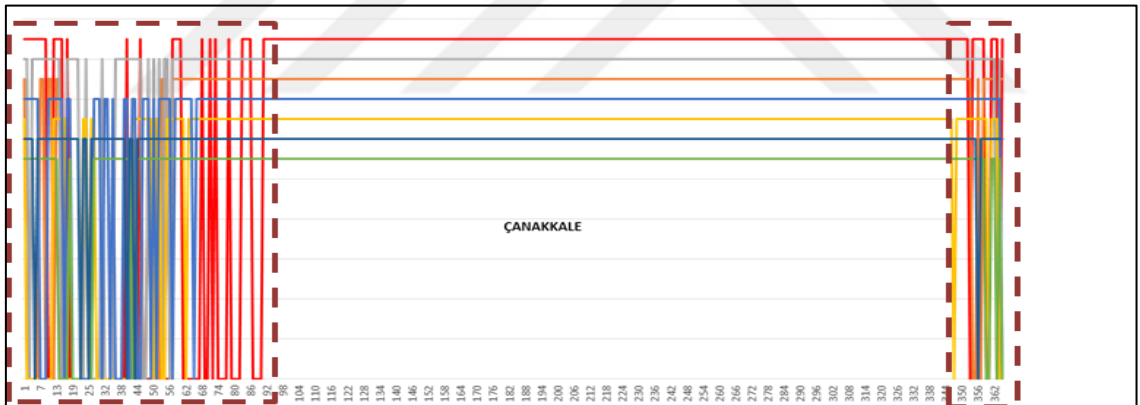
Şekil 108. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Kumköy)



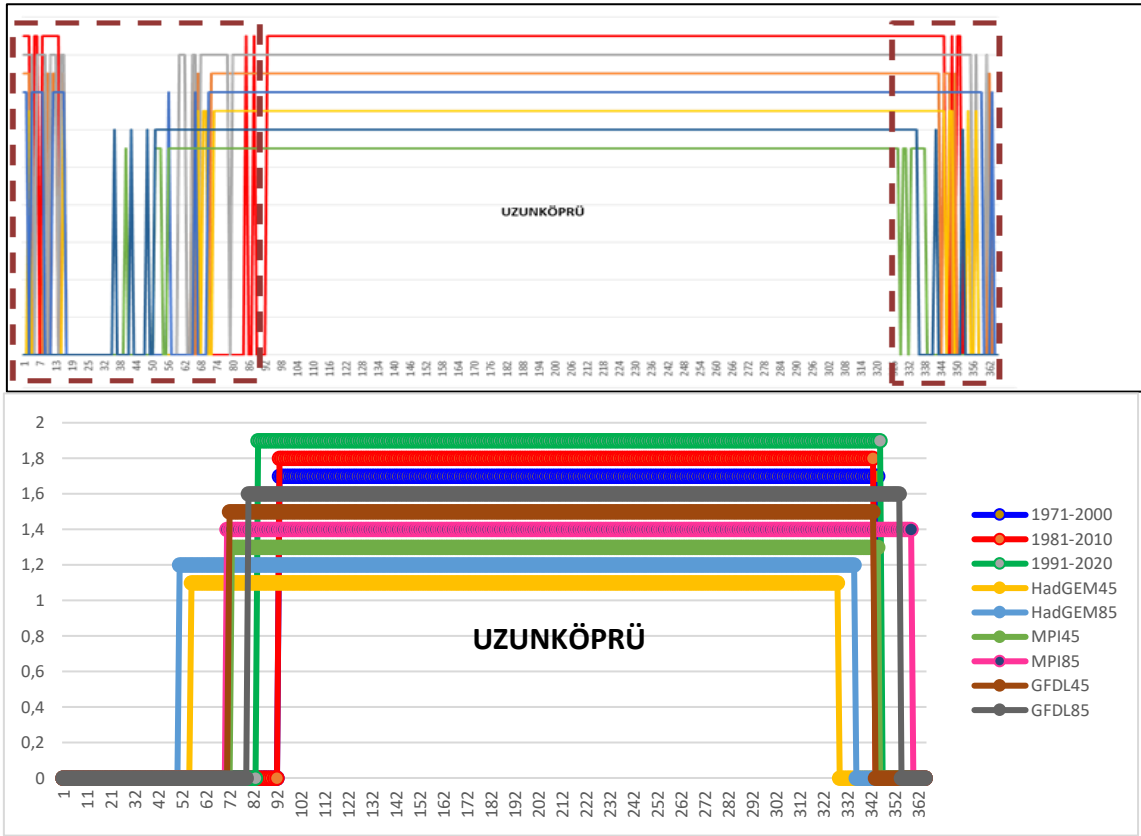
Şekil 109. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Sarıyer)



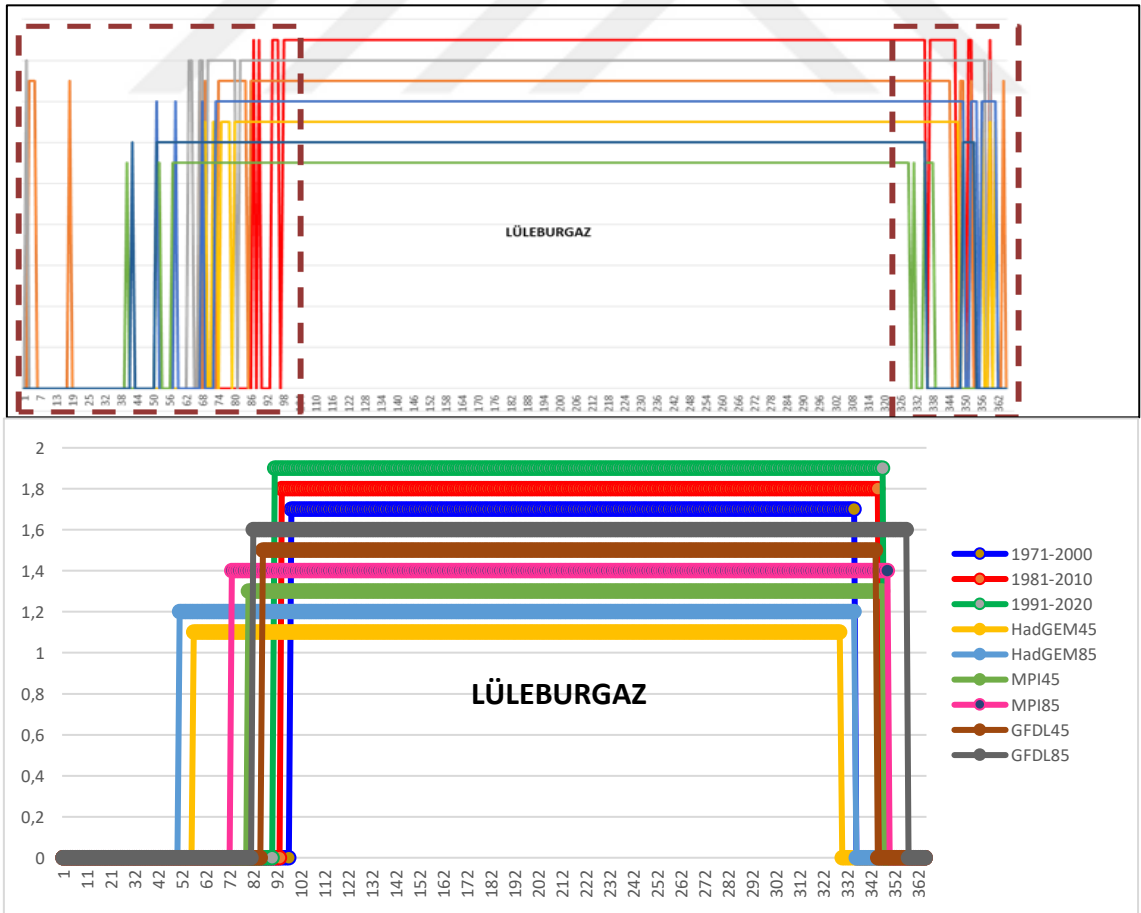
Şekil 110. İG, SG, TBU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Gökçeada)



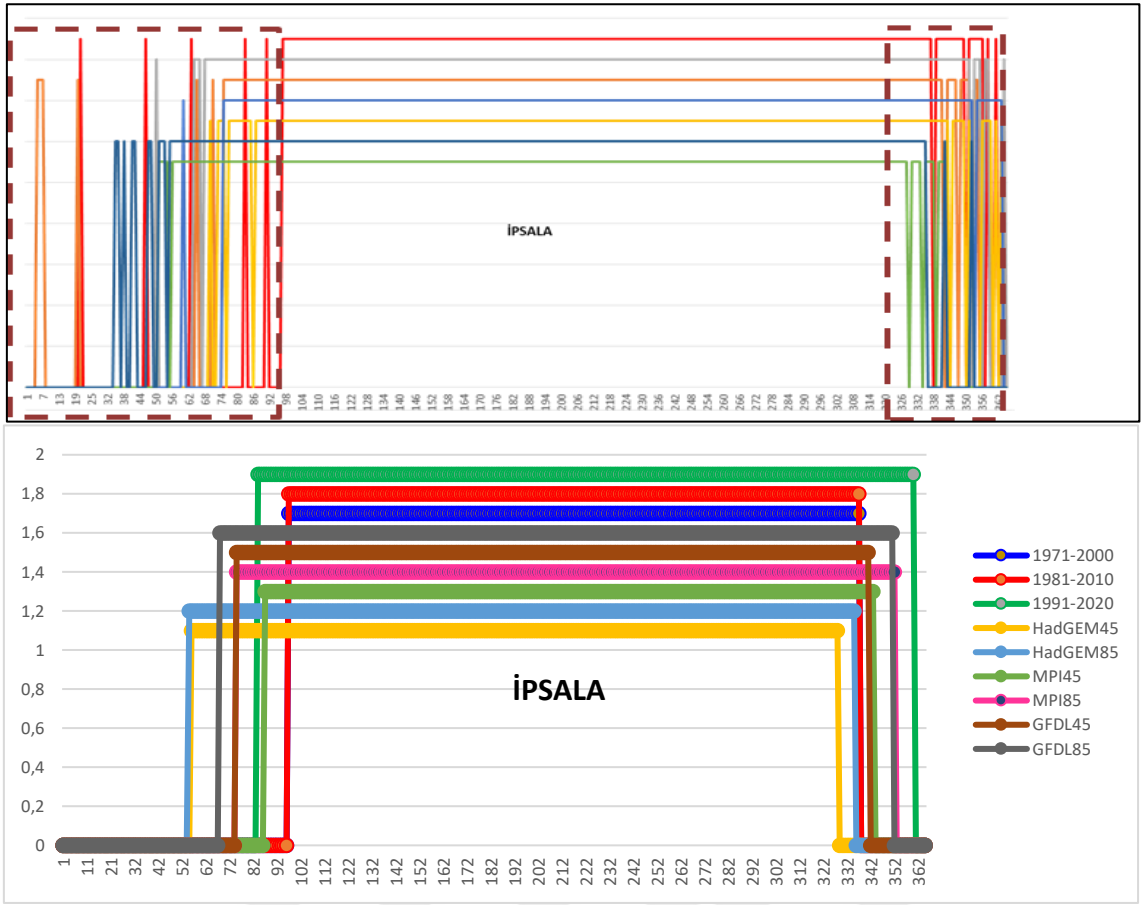
Şekil 111. İG, SG, TBU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Çanakkale)



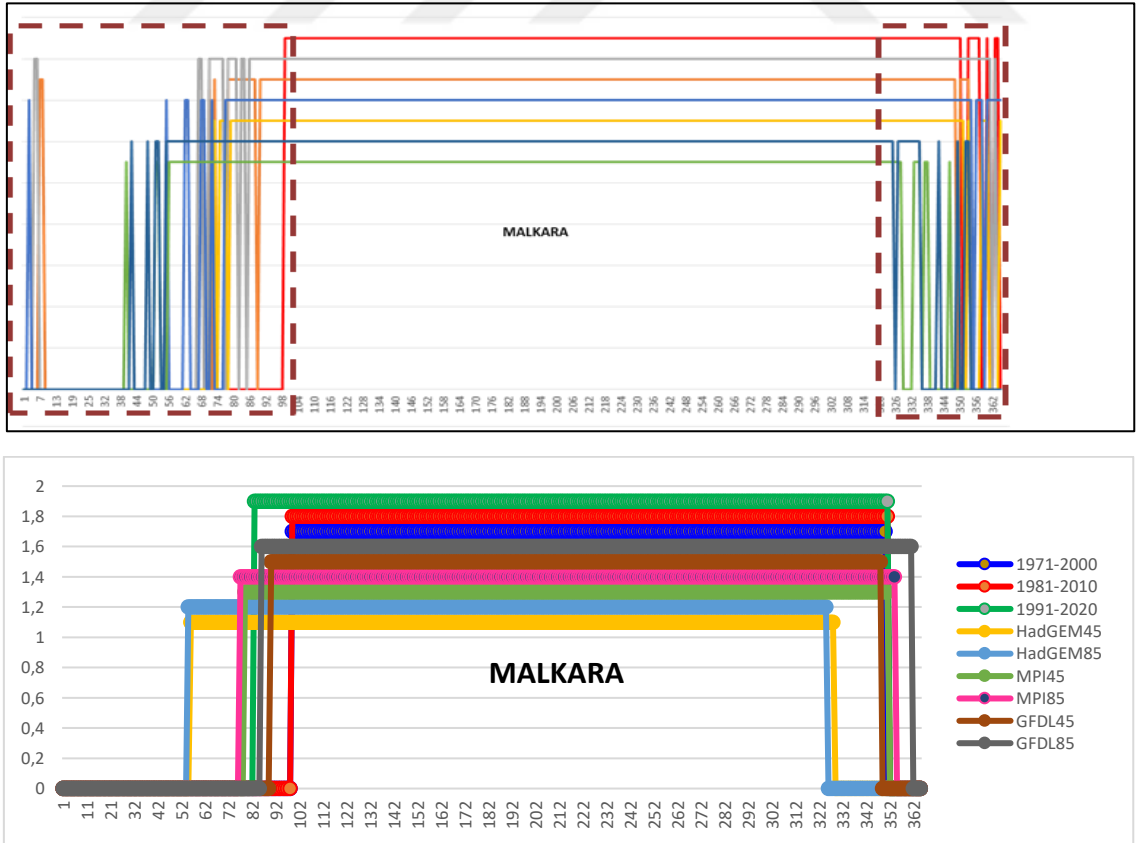
Şekil 112. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Uzunköprü)



Şekil 113. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Lüleburgaz)



Şekil 114. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (İpsala)



Şekil 115. İG, SG, TBDU'nun Yılın Günü İtibarıyla Değişimi (Malkara)

Gerek gözlem dönemleri gerekse 2020-2098 dönemi için model senaryolarının günlük çıktılarından hazırlanan grafikler incelendiğinde, ardışık-kesintisiz dönem öncesinde ve sonrasında da 6,7 °C taban sıcaklığa göre uygun büyüme koşullarının yaşanabileceğine işaret etmektedir. Hızlı nüfus artışının tarımsal gıda üretimine olan talep ve baskıyı her geçen gün artıracakı düşünüldüğünde, yeterli ve kaliteli gıdaya erişim için gıda güvencesi ve gıda güvenliğinin sağlanmasının yakın gelecekte bugünkünden daha önemli hale geleceği çok açıktır. Bu bakımdan da değerlendirildiğinde ve tarımsal faaliyetler ile uğraşanlar açısından bakıldığında günlük meteorolojik tahmin ve gerçekleştirmeleri dikkate alan bir yetiştirme süreci planlanmasında benzeri grafiklerin hazırlanarak kullanıcılara sunulmasının gelecekte sürdürülebilir tarım bakımından çok önem kazanacak ve yararlı olacağı değerlendirilmektedir.

8.11. TBDG, İG, SG, TBDU'nun Alansal Geçiş Özellikleri ve Değişimleri

Öncelikle, çalışma alanında yer alan istasyonların gözlem ve model dönemleri için İG, SG ve TBDU değerleri hesaplanarak, çizelge oluşturulmuştur ([Çizelge 17](#)). Bu çizelgeye göre tüm dönemlerdeki en düşük ve en yüksek değerler belirlenerek, bu değerleri kapsayan aralıklara içeren lejantlar oluşturulmuştur. Daha sonrasında, iklim değişikliğinin Trakya genelindeki etkilerini daha iyi anlayabilmek amacıyla tez çalışmasında incelenen parametreler için tüm Trakya'ya ilişkin “ortalama tek değerler” üretilerek, minimum ve maksimum sıcaklık, sıcaklık genliği, TBDG, TBDU, İG, SG ve yağış verilerinden ‘Alansal Ortalama Değerler Çizelgesi’ oluşturulmuştur. Bunun için, Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon yöntemiyle Trakya geneli için gözlem ve model dönemleri haritaları üretilmiş ve bu haritalardan yörenin geneline ilişkin alansal ortalama değerler elde edilmiştir.

Çizelge 17. Trakya Genelindeki Alansal Ortalamalarının Değişimi

DÖNEMLER		ALANSAL ORTALAMALAR							
		Min Sic. (° C)	Max Sic. (° C)	Sic. Genliği (° C)	TBDG (°C)	YAĞIŞ (mm)	TBDU (gün)	İG (Yılın Günü)	SG (Yılın Günü)
1971-2000		-16.8	41.3	58.1	2913.1	616.4	279,2	87,4	341,8
1981-2010		-16.7	41.8	58.5	3017.3	621.9	285,4	86,9	344,1
1991-2020		-14.0	41.8	55.9	3172.1	650.2	270,7	76,8	347,1
2020-2098	GFDL RCP4.5	-17.2	43.9	61.1	3513.8	522.1	258,2	69,8	338,0
	HadGEM RCP4.5	-18.2	45.5	59.8	3787.4	665.5	286,2	55,6	333,9
	MPI RCP4.5	-13.7	46.1	63.8	3624.9	607.9	255,3	70,2	340,0
	GFDL RCP8.5	-16.6	45.6	61.9	3814.6	517.4	271,2	69,2	348,7
	HadGEM RCP8.5	-13.2	47.8	61.1	4116.6	642.5	269,2	51,2	335,6
	MPI RCP8.5	-13.8	48.6	62.5	3947.0	542.1	280,5	64,5	348,9

Çizelge 17' ye göre, 1971-2000 referans döneminden, 1981-2010 (0,1 °C) ve 1991-2020 (2,8 °C) dönemlerinde minimum sıcaklıklarda sıcaklık artışı görülmektedir. RCP4.5 senaryolarına göre, GFDL (0,4°C) ve HadGEM (1,4°C)' de minimum sıcaklıklarda düşme, MPI (3,1 °C)' da ise artma olacağı yönünde öngörüler söz konusudur. RCP8.5 senaryoları bağlamında GFDL (0,2°C), HadGEM (3,6°C) ve MPI (3,0 °C) modellerinde minimum sıcaklıklarda artış yaşanacaktır.

Maksimum sıcaklık değerlerinde referans döneme göre 1981-2010 (0,5 °C) ve 1991-2020 (0,5 °C) dönemlerinde artış yaşanmıştır. RCP4.5 senaryolarına göre, 2020-2098 dönemi için GFDL (2,6°C) ve HadGEM (4,2°C) ve MPI (4,8 °C) artışlar olacağını öngörmektedir. RCP8.5 senaryolarında GFDL (4,3 °C), HadGEM (6,5 °C) ve MPI (7,3 °C) sıcaklıkta RCP4.5 senaryolarına göre daha fazla artışlar beklenecektir.

Sıcaklık genliğinin alansal ortalamalarında referans dönemde genlik 58,1 °C iken, 1981-2010' da 0,4 °C'lik artışla 41,8 °C' e, 1991-2020'de ise minimum sıcaklıklardaki artıştan kaynaklı olarak 55,9 °C' ye daraldığı gözlenmiştir. Sıcaklık genliğinin RCP4.5 senaryolarındaki durumu GFDL (3,0 °C) ve HadGEM (1,7 °C) ve

MPI (5,7 °C)'da genişleme yönündedir. RCP8.5 senaryolarında da GFDL (3,8 °C), HadGEM (3,0 °C) ve MPI (4,4 °C)'da minimum ve maksimum sıcaklıklardaki artışlara paralel olarak genişleme beklentisi öngörmektedir.

TBDG değerinin alansal ortalaması 1971-2000 dönemi için 6,7 °C taban sıcaklık esasına göre 2913,1 °C olarak hesaplanmıştır. TBDG değerlerinin alansal ortalamalarında 1981-2010 döneminde 104,2°C, 1991-2020 döneminde ise 259,0 °C'lik artış yaşandığı anlaşılmaktadır. Model öngörülerinin RCP4.5 senaryoları GFDL (600,7°C), HadGEM (874,3°C), MPI (711,8 °C)'da TBDG artışları beklerken, bu artışların RCP8.5 senaryolarında GFDL (901,5°C), HadGEM (1203,5°C), MPI (1033,9 °C) olacağını ifade etmektedir.

Yağış durumuna bakıldığında 1971-2000 döneminde alansal ortalama yağış değeri 616,4 mm iken, 1981-2010 döneminde 5,5 mm'lik artış ile 621,9 mm' ye, 1991-2020 döneminde de 33,8 mm artış ile 650,2 mm' ye doğru artışlar yaşandığı izlenmektedir. Modellerin RCP4.5 senaryolarında GFDL (522,1 mm) ile 94,3 mm azalma, MPI (607,9 mm) ile 8,5 mm azalma beklentisi var iken HadGEM (665,5 mm) ile gözlem dönemlerine uygun biçimde 49,1 mm artış öngörmektedir. RCP8.5 senaryolarında da benzer bir beklenti öngörüsü vardır. GFDL (517,4 mm) ile azalmayı 99,0 mm, MPI ise (542,1 mm) ile 74,3mm azalma olarak öngörmektedir. HadGEM gözlem dönemlerinde ve RCP4.5 öngörüsünde olduğu gibi 26,1 mm'lik artış ile 642,5 mm olarak gerçekleşeceğini resmetmektedir.

Ayçiçeği yetiştiriciliğine uygun termal büyüme döneminin uzunluğu açısından bakıldığında 1971-2000 döneminde TBDU 279,2 alansal ortalama değerine sahiptir. Bu değer 1981-2010 döneminde 6,2 gün genişleme ile 285,4 gün olarak gerçekleşmiştir.

TBDU' da, 1991-2020 döneminde 270,7 gün değeriyle 8,5 gün daralma söz konusu olmuştur. RCP4.5 senaryolarına göre HadGEM 7 günlük bir genişleme beklerken, GFDL (21 gün) ve MPI (23,9 gün) daralma öngörmektedir. RCP8.5 senaryolarında ise GFDL (8 gün), HadGEM (10 gün) daralma, MPI (1,3 gün) genişleme yaşanacağı beklentisi içerisinde. TBDU değerleri için başlangıcı açısından İG alansal ortalama değeri 1971-2000 döneminde yılın 87,4'üncü günü iken gözlem ve model projeksiyonlarının tamamında öne doğru bir çekilme izlenmektedir. Bu öne çekilme, 1981-2010 döneminde (10,2 gün), 1991-2020 döneminde (17,6 gün) iken RCP4.5 senaryolarında GFDL (31,8 gün), HadGEM (17,2 gün), MPI (17,2 gün), RCP8.5 senaryolarında ise GFDL (18,2 gün), HadGEM (36,2 gün), MPI (22,9 gün) şeklinde öngörülmektedir. SG değerlerine bakıldığında 1971-2000 dönemi için alansal ortalama değer 341,8'inci gün iken 1981-2010 (2,3 gün), 1991-2020 (5,3 gün) genişleme yönünde gerçekleşmiştir. Model projeksiyonlarının SG değerleri RCP4.5 senaryolarında GFDL (3,8 gün), HadGEM (7,9 gün), MPI (1,8 gün) daralma, RCP8.5 senaryolarında HadGEM (6,2 gün) daralma, GFDL (6,9 gün) ve MPI (7,1 gün) ise genişleme öngörmektedir.

8.12. TBDG Değerlerinin Geçiş Matrisleri ve Alansal Değişimleri

TBDG, İG, SG ve TBDU değerleri açısından Trakya geneli için haritaları üretilmiştir. 6,7 °C taban sıcaklığına göre ayçiçeği ekimi yapılacak uygun koşulların başlangıç (İG), bitim (SG), toplam büyüme dönemi uzunluğu (TBDU) ve toplam büyüme derece gün (TBDG) değerleri için değişimi ortaya koyabilmek adına, 1971-2000 dönemi referans kabul edilerek, iklim normallerinin 1981-2010 ve 1991-2020 dönemleri ile model senaryolarının 2020-2098 dönemi geçiş matrisleri üretilmiştir. Alansal değerler için oluşturulan geçiş matrisi çizelgelerinde, basamak değerleri

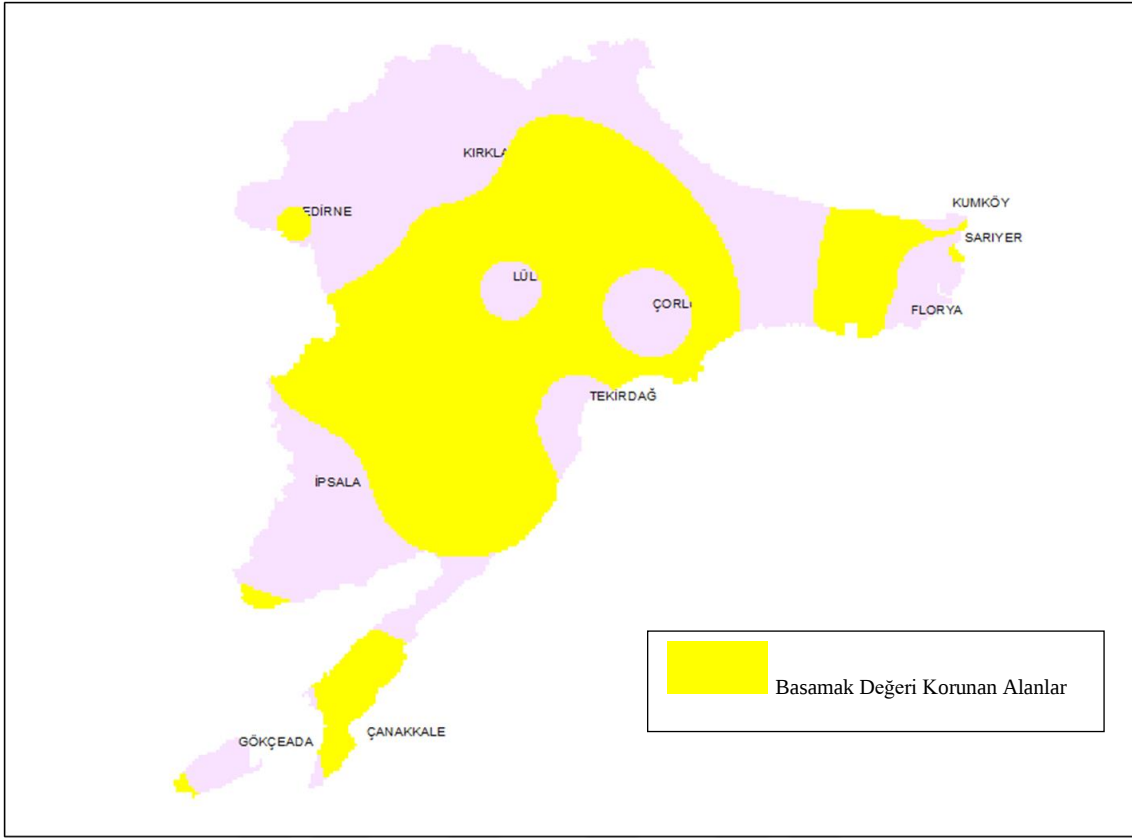
değişmeden aynı kalanlar sarı, artış olanlar turuncu, azalanlar ise mavi renkli kutucuklar ile gösterilmiştir.

8.13. İG Değerlerinin Geçiş Matrisleri ve Alansal Değişimleri

Çizelge 18. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1981-2010)

1971-2000	1981-2010				Genel Toplam (Km ²)
	2801-3000	3001-3200	3201-3400	3401-3600	
2701-2800	956				956
2801-3000	10937	9179			20116
3001-3200		1944	542		2486
3201-3400			46	253	299
Genel Toplam (Km ²)	11893	11123	588	253	23857

TBDG değerlerinin 1971-2000 referans yılına göre alansal değişimleri irdelenmiştir. 1981-2010 döneminde referans yılına göre değişmeden TBDG değerleri aynı kalan ya da bir başka ifade ile değeri korunan 12.927 km²'lik bir alan söz konusudur (sarı renkli kutucuklar). Bu alanlar 2801-3000 °C (10.937 km²), 3001-3200 °C (1.944 km²) ve 3201-3400 °C (46 km²) TBDG kuşaklarında yer almaktadır. Şekil 119'daki haritada sarı renkli olarak işaretlenmiş kısımlar, 1971-2000 dönemindeki TBDG basamak değerlerinin 1981-2010 döneminde de değişmeden kaldığı kesimleri göstermektedir (Şekil 116). Bu kesimlerin dışında kalan yerlerde TBDG basamakları arasında geçişler yaşanmıştır. Bu değişimler, 1971-2000 döneminde 2701-2800 °C kuşağındaki 956 km²'lik kesim 2801-3000 °C kuşağına, 2801-3000 °C kuşağından 9.179 km² 3001-3200 °C kuşağına, 3001-3200 °C kuşağından 542 km² 3201-3400 °C kuşağına ve 253 km²'lik kesimden ise 3201-3400 °C kuşağından 3401-3600 °C kuşağına geçişler olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 18).



Şekil 116. Referans Döneme Göre TBDG Basamak Değerleri Korunan Alanlar (1981-2010)

1991-2020 dönemine gelindiğinde TBDG değerlerinde referans döneme göre aynı kalan ya da değerini koruyabilen herhangi bir saha yoktur. Referans dönemdeki 2701-2800 °C kuşağından 197 km²'lik kesim 3001-3200 °C TBDG kuşağına dönüşmüştür. Referans dönemin yine bu kuşağından 757 km² ise 3001-3200 °C kuşağına geçiş yapmıştır. Ayrıca, 2801-3000 °C kuşağından 17.392 km²'lik oldukça büyük bir kesim 3001-3200 °C kuşağına dönüşmüştür. 1991-2020 döneminin 3201-3400 °C kuşağına 3001-3200 °C (2.726 km²) ve 3201-3400 °C (2.049 km²) basamaklarından geçişler söz konusudur. 3001-3200 °C (437 km²) ve 3201-3400 °C (299 km²) kuşaklarından toplam 736 km²'lik bir geçiş vardır (Çizelge 19).

Çizelge 19. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1991-2020)

1971-2000	1991-2020				Genel Toplam (Km ²)
	2801-3000	3001-3200	3201-3400	3401-3600	
2701-2800	197	757			954
2801-3000		17392	2726		20118
3001-3200			2049	437	2486
3201-3400				299	299
Genel Toplam (Km ²)	197	18149	4775	736	23857

Çizelge 20. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP 4.5)

1971-2000	GFDL RCP 4.5				Genel Toplam (Km ²)
	3201-3400	3401-3600	3601-3800	3801-4000	
2701-2800	654	302			954
2801-3000	1049	17967	1098		20114
3001-3200		1275	796	417	2484
3201-3400		18		281	299
Genel Toplam (Km ²)	1703	19562	1894	698	23857

GFDL RCP 4.5 çıktılarına göre 1971-2000 referans dönemindeki alansal TBDG özellikleri tamamen değişmiştir. Bu çıktılarına göre 1971-2000 dönemindeki TBDG kuşaklarında en az 500-600 °C'lik artışların gerçekleşeceği öngörülmektedir. 1971-2000 dönemindeki 2701-2800 °C kuşağından 654 km²'nin 3201-3400 °C, 302 km²'nin ise 3401-3600 °C kuşağına dönüşmesi beklenmektedir. 3401-3600 °C kuşağına ise referans dönemin her basamağından olmak üzere 19.562 km²'lik büyükçe bir kesimin dönüşeceğine ilişkin geçişler öngörülmektedir. 3601-3800 °C kuşağına 2801-3000 °C (1.098 km²) ve 3001-3200 °C (796 km²) kuşaklarından geçişler olacaktır. 3801-4000 °C TBDG kuşağına ise 417 km² (3001-3200 °C) ve 281 km² (3801-4000 °C)'lik iki kuşaktan toplam 698 km² dönüşüm beklenmektedir (Çizelge 20).

Çizelge 21. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP 8.5)

1971-2000	GFDL RCP 8.5					Genel Toplam (Km ²)
	3401-3600	3601-3800	3801-4000	4001-4200	4201-4400	
2701-2800	287	669				956
2801-3000		10357	9759			20116
3001-3200			1778	617	89	2484
3201-3400			18		283	301
Genel Toplam (Km ²)	287	11026	11555	617	372	23857

GFDL RCP 8.5 çıktıları incelendiğinde ise referans döneme göre geçişler GFDL RCP 4.5 çıktılarından daha yüksek TBDG değerleri ile gerçekleşecektir. Referans dönemde 2701-2800 °C basamağında bulunan 287 km²'lik kesim, 3401-3600 °C kuşağına dönüşecektir. 3601-3800 °C kuşağına toplam 11.026 km²'lik bir kesimden geçişler yaşanacaktır. 3801-4000 °C kuşağına 1971-2000 dönemindeki 2801-3000 °C (9.759 km²), 3001-3200 °C (1.778 km²) ve 3201-3400 °C (18 km²) kuşaklarından 11.555 km²'lik bir geçiş olacağı yönünde beklenti öngörülmektedir. 4001-4200 °C kuşağına dönüşmesi beklenen kesim 617 km²' dir. 4201-4400 °C kuşağına dönüşecek geçişler 3001-3200 °C (89 km²) ve 3201-3400 °C (283 km²) kuşaklarından olacaktır (Çizelge 21).

HadGEM RCP 4.5 çıktıları da 1971-2000 referans döneminden tamamen farklı bir alansal TBDG dağılışı öngörmektedir. Buna göre referans dönemin 2701-2800 °C kuşağından 519 km²'lik bir kesim 3401-3600 °C kuşağına geçiş yapacaktır. Referans dönemden 3601-3800 °C kuşağına ise 437 km² (2701-2800 °C), 13.608 km² (2801-3000 °C) ve 5 km² (3201-3400 °C)'lik kesimler halinde olmak üzere toplam 14.050 km² bir alansal değişim söz konusu olacaktır. 3801-4000 °C kuşağına geçişler, 2801-3000 °C (6.506 km²), 3001-3200 °C (1.889 km²) ve 3201-3400 °C (18 km²) kuşaklarından olmak üzere 8.413 km² olarak gerçekleşecektir. 4001-4200 °C kuşağına dönüşümler ise 3001-

3200 °C (595 km²) ve 3201-3400 °C (58 km²) kuşaklarından olacaktır. Ayrıca, 4201-4400°C kuşağına bir diğer geçişin 3201-3400 °C (223 km²) kuşağından olması öngörülmektedir (Çizelge 22).

Çizelge 22. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP 4.5)

1971-2000	HadGEM RCP 4.5					Genel Toplam (Km ²)
	3401-3600	3601-3800	3801-4000	4001-4200	4201-4400	
2701-2800	519	437				956
2801-3000		13608	6506			20114
3001-3200		5	1889	594		2488
3201-3400			18	58	223	299
Genel Toplam (Km ²)	519	14050	8413	652	223	23857

Çizelge 23. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP8.5)

1971-2000	HadGEM RCP 8.5				Genel Toplam (Km ²)
	3801-4000	4001-4200	4201-4400	4401-4600	
2701-2800	654	302			956
2801-3000	1357	17329	1430		20116
3001-3200		1152	883	449	2486
3201-3400		18		281	299
Genel Toplam (Km ²)	2011	18801	2313	730	23857

HadGEM RCP 8.5 çıktıları referans dönemin TBDG kuşaklarına göre 1100-1200 °C' yi bulan dönüşümlü geçişleri öngörmektedir. Referans dönemin 2701-2800 °C basamağından 3801-4000 °C kuşağına 2.011 km² geçiş beklentisi vardır. 4001-4200 °C kuşağına 1971-2000 dönemindeki her bir kuşaktan geçişler olmak üzere 18.801 km² alansal değişim söz konusu olacaktır. Bu geçişlerin, 2701-2800 °C (302 km²), 2801-3000 °C (17.329 km²), 3001-3200 °C (1154 km²) ve 3201-3400 °C (18 km²) kuşaklarından yaşanacağı öngörülmektedir. 4201-4400 °C kuşağına ise 2801-3000 °C (1.430 km²) ve 3001-3200 °C (883 km²) kuşaklarından geçişler beklenecektir. 3801-3400 °C kuşağına geçiş beklentisi ise 3001-3200 °C (449 km²) ve 3201-3400 °C (281 km²) kuşaklarından gerçekleşeceği yönündedir (Çizelge 23).

Çizelge 24. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP 4.5)

1971-2000	MPI RCP 4.5					Genel Toplam (Km ²)
	3201-3400	3401-3600	3601-3800	3801-4000	4001-4200	
2701-2800	85	871				956
2801-3000		8733	11381			20114
3001-3200			1859	627		2486
3201-3400			18	83	200	301
Genel Toplam (Km ²)	85	9604	13258	710	200	23857

MPI RCP 4.5 çıktıları ise referans dönemin TBDG kuşaklarına göre alansal geçişlerin 500-600 °C artışla dönüşeceğini öngörmektedir. 3201-3400 °C kuşağına 85 km² (2701-2800 °C) dönüşüm beklentisi vardır. 3401-3600 °C kuşağına 2701-2800 °C (871 km²) ve 2801-3000 (8.733 km²) kuşaklarından toplam 9.604 km²'lik bir geçiş olacaktır. 3601-3800 °C kuşağına dönüşecek olan 13.258 km²'lik kesim, 2801-3000 °C (11.381 km²), 3001-3200 °C (1.859 km²) ve 3201-3400 °C (18 km²) kuşaklarından olmak üzere dönüşüm ile geçiş yapacaktır. 3801-4000 °C kuşağına 3001-3200 °C (627 km²) ve 3201-3400 °C (83 km²) kuşaklarından geçiş beklentisi vardır. Bunun dışındaki kalan 200 km²'lik kesimdeki alansal geçişin 3201-3400 °C kuşağından 4201-4400 °C kuşağına olacağı öngörülmektedir (Çizelge 24).

MPI RCP 8.5 çıktıları ise referans dönemin TBDG kuşaklarına göre alansal geçişlerin 900-1000 °C aralığındaki oldukça yüksek bir sıcaklık artışı ile olacağını öngörmektedir. MPI RCP 8.5' in en düşük TBDG kuşağı olan 3601-3800 °C kuşağına referans dönemin 2701-2800 °C (637 km²) ve 2801-3000 °C (93 km²) kuşaklarından olmak üzere 730 km²'lik kesimin dönüşerek geçiş yapacağı öngörülmektedir. 3801-4000 °C kuşağına ise 1971-2000 °C döneminin 2701-2800 °C (319 km²), 2801-3000 °C (16.829 km²), 3001-3200 °C (998 km²) ve 3201-3400 °C (18 km²) basamaklarından olmak üzere toplam 18.164 km² olarak dönüşümlerin gerçekleşeceği öngörülmektedir.

4201-4400 °C kuşağına geçişler 2801-3000 °C (3.194 km²) ve 3001-3200 °C (1.112 km²) basamaklarından dönüşümler ile sağlanacaktır. Bunların dışında 4201-4400 °C kuşağına dönüşecek 657 km²' lik kesim, referans dönemin 3001-3200 °C (376 km²) ve 3201-3400 °C (281 km²) basamaklarından dönüşecektir (Çizelge 25).

Çizelge 25. TBDG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP 8.5)

1971-2000	MPI RCP8.5				Genel Toplam (Km ²)
	3601-3800	3801-4000	4001-4200	4201-4400	
2701-2800	637	319			956
2801-3000	93	16829	3194		20116
3001-3200		998	1110	376	2486
3201-3400		18		281	299
Genel Toplam (Km ²)	730	18164	4306	657	23857

8.14. SG Değerlerinin Geçiş Matrisleri ve Alansal Değişimleri

1981-2010 döneminde, çalışma alanı oluşturun 22.857 km²'lik yüzölçümün 1971-2000 referans dönemindeki 22.756 km²'lik bir kesimin ayçiçeği ekimi için uygun dönemin başlangıcını ifade eden İG özelliklerini koruyabildiği görülmüştür. 1971-2000 döneminde 76-85'inci gün aralığında 103 km²'lik bir kesimin 66-75'inci gün aralığına ve yine bu aralıktaki 18 km²' lik alanın ise 86-110'uncu gün aralığına kayarak daha erkene doğru yer değiştirmiştir. 1971-2000 dönemindeki 980 km²'lik bir kesimin ise 1981-2010 döneminde 76-85'inci gün aralığına geçiş yaptığı yani yılın günü olarak geriye doğru kayma durumu gözlenmiştir (Çizelge 26).

Çizelge 26. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1981-2010)

1971-2000	1981-2010			Toplam (km ²)
YILIN GÜNÜ	66-75	76-85	86-110	
66-75	245			245
76-85	103	10287	18	10408
86-110		980	12224	13204
Toplam (km ²)	348	11267	12242	23857

Çizelge 27. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1991-2020)

1971-2000	1991-2020				
YILIN GÜNÜ	56-65	66-75	76-85	86-110	Toplam (km ²)
66-75	207	38			245
76-85	163	5059	5186		10408
86-110	48	1522	11036	598	13204
Toplam (km ²)	418	6619	16222	598	23857

1991-2020 döneminde ise, 22.857 km²'lik yüzölçümün 1971-2000 referans dönemindeki 5.822 km²'lik kesim ile aynı İG özelliklerini barındırmaktadır. 1971-2000 döneminde 66-75'inci gün aralığında yer alan 207 km², 76-85'inci gün aralığındaki 163 km², 86-110'uncu gün aralığındaki 48 km²'lik kesimlerin 56-65'inci gün aralığına kayarak, yılın günü bağlamında daha erkene gelmiştir. 1991-2020 döneminde 66-75'inci gün aralığındaki 5.059 km² ve 86-110'uncu gün aralığındaki 1522 km²'lik kesimlerin 66-75'inci gün aralığına kaymıştır. 76-85'inci gün aralığındaki 11.036 km²'lik kesimin 86-110'uncu gün aralığına geçiş yaptığı belirlenmiştir. Yine bu aralıktaki 18 km²'lik alanın ise 86-110'uncu gün aralığına kayarak yer değiştirmiştir. Bu dönemde 18.053 km²'lik kesimde İG değerleri açısından daha erkene doğru bir kayma sözkonusudur (Çizelge 27).

HadGEM RCP 4.5 çıktılarına göre sıcaklıklarda artış öngörüsüne dayanarak toplamda 4.595 km² alan (66-75'inci gün: 245km²; 76-85'inci gün: 1666 km²; 86-110'uncu gün: 2684 km²) 40-55'inci gün aralığına yani daha erkene doğru kayacaktır. Bu öne doğru kaymalar, 56-65'inci gün aralığında ise 19.262 km²'lik bir kesimde yaşanacaktır (76-85'inci gün: 8.742 km²; 86-110'uncu gün: 10.520 km²). Bir başka ifade ile Trakya'nın genelinde tamamıyla erkene kayma beklentisi öngörülmektedir (Çizelge 28).

Çizelge 28. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP4.5)

1971-2000	2020-2098 (HadGEM RCP4.5)		
YILIN GÜNÜ	40-55	56-65	Toplam
66-75	245		245
76-85	1666	8742	10408
86-110	2684	10520	13204
Toplam (km ²)	4595	19262	23857

Çizelge 29. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP8.5)

1971-2000	2020-2098 (HadGEM RCP8.5)		
YILIN GÜNÜ	40-55	56-65	Toplam (km ²)
66-75	245		245
76-85	9033	1375	10408
86-110	12715	489	13204
Toplam (km ²)	21993	1864	23857

HadGEM RCP 8.5 çıktılarına göre ise toplamda 21993 km² alan (66-75'inci gün: 245 km²; 76-85'inci gün: 4.622 km²; 86-110'uncu gün: 929 km²) 40-55'inci gün aralığında erkene doğru kayma şeklinde oluşacaktır. Bu öne doğru kaymalar, 56-65'inci gün aralığında ise 1.864 km²'lik bir kesimde yaşanacak olup (76-85'inci gün: 1.375 km²; 86-110'uncu gün: 489 km²), HadGEM RCP 4.5 çıktılarında olduğu gibi sıcaklık artış öngörüsüne bağlı olarak Trakya'nın geneli itibarıyla erkene kayma beklentisi söz konusudur (Çizelge 29).

GFDL RCP 4.5 çıktılarına göre de toplamda 5796 km² alan (66-75'inci gün: 245 km²; 76-85'inci gün: 4.622 km²; 86-110'uncu gün: 929 km²) 56-65'inci gün aralığında erkene doğru kayma şeklinde oluşacaktır. Bu öne doğru kaymalar, 66-75'inci gün aralığında ise 12.918 km²'lik bir kesimde (76-85'inci gün: 5.786 km²; 86-110'uncu gün: 7.132 km²) şeklinde yaşanacaktır. 86-110'uncu gün aralığından 76-85'inci gün aralığına doğru öne kayması beklenen kesim 4.737 km² olup, 406 km²'lik kesimde ise herhangi bir değişim beklenmeyecektir (Çizelge 30).

Çizelge 30. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP4.5)

1971-2000	2020-2098 (GFDL RCP4.5)				
YILIN GÜNÜ	56-65	66-75	76-85	86-110	Toplam (km ²)
66-75	245				245
76-85	4622	5786			10408
86-110	929	7132	4737	406	13204
Toplam (km ²)	5796	12918	4737	406	23857

Çizelge 31. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP8.5)

1971-2000	2020-2098 (GFDL RCP8.5)					
YILIN GÜNÜ	40-55	56-65	66-75	76-85	86-110	Toplam (km²)
66-75	191	54				245
76-85	161	2055	8192			10408
86-110		1929	6656	4552	67	13204
Toplam (km²)	352	4038	14848	4552	67	23857

GFDL RCP 8.5 çıktılarına göre de toplamda 352 km² alan (66-75'inci gün: 191 km²; 76-85'inci gün: 161 km²) 40-55'inci gün aralığına yani erkene doğru kayma şeklinde oluşacaktır. Bu öne doğru kaymalar, 56-65'inci gün aralığında ise 4.068 km²'lik bir kesimde (66-75'inci gün: 54 km²; 76-85'inci gün: 2.055 km²; 86-110'uncu gün: 1.929 km²) şeklinde yaşanacaktır. 86-110'uncu gün aralığından 76-85'inci gün aralığına doğru öne kayması beklenen kesim 4.552 km² olup, 67 km²' lik kesimde ise herhangi bir değişim öngörülmemektedir (Çizelge 31).

MPI RCP 4.5 çıktılarına göre de toplamda 195 km² alan 86-110'uncu gün aralığından 40-55'inci gün aralığına kayma şeklinde oluşacaktır. Bu öne doğru kaymalar, 56-65'inci gün aralığında ise 2.568 km²'lik bir kesimde (66-75'inci gün: 245 km²; 76-85'inci gün: 1.755 km²; 86-110'uncu gün: 568 km²) şeklinde yaşanacaktır. 66-75'inci gün aralığına (76-85'inci gün: 8.653 km²; 86-110'uncu gün: 7.803 km²) doğru öne kayması beklenen kesim 16.456 km² olup, 86-110'uncuaralığından 76-85 gün aralığına ise 4.417 km²'lik bir kesimde kayma beklenecektir. 86-110'uncu gün

aralığındaki 221 km²’lik kesimde ise herhangi bir değişim öngörülmemektedir (Çizelge 32).

Çizelge 32. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP4.5)

1971-2000	2020-2098 (MPI RCP4.5)					
YILIN GÜNÜ	40-55	56-65	66-75	76-85	86-110	Toplam (km²)
66-75		245				245
76-85		1755	8653			10408
86-110	195	568	7803	4417	221	13204
Toplam (km²)	195	2568	16456	4417	221	23857

Çizelge 33. İG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP8.5)

1971-2000	2020-2098 (MPI RCP8.5)				
YILIN GÜNÜ	40-55	56-65	66-75	76-85	Toplam (km ²)
66-75	198	47			245
76-85		10408			10408
86-110	277	3237	9247	443	13204
Toplam (km ²)	475	13692	9247	443	23857

MPI RCP 8.5 çıktılarına göre de toplamda 475 km² alan da (66-75’inci gün: 198 km²; 86-110’uncu gün: 277 km²) 40-55’inci gün aralığına erkene doğru kayma şeklinde oluşacaktır. Bu öne doğru kaymalar, 56-65’inci gün aralığında ise 13.692 km²’lik bir kesimde (66-75’inci gün: 47 km²; 76-85’inci gün: 10.408 km²; 86-110’uncu gün: 3.237 km²) şeklinde yaşanacaktır. 66-75’inci gün aralığına ise 86-110’uncu gün aralığından 443 km²’lik kesimde erkene kayma öngörülmektedir (Çizelge 33).

8.15. TBDU Değerlerinin Geçiş Matrisleri ve Alansal Değişimleri

SG değerlerinde 18.127 km² alanda 1971-2000 referans dönemindeki alansal değerlerin 1981-2010 döneminde de korunduğu gözlenmektedir. 1971-2000 dönemindeki 211 km²’lik kesim 1981-2010 döneminde 341-350’nci günden 331-340’ıncı güne doğru yani yılın günü olarak öne kayma göstermiştir. SG değerlerinde 1981-2000 döneminde 5.519 km²’lik kesimde yılın sonuna doğru kayma (331-340’ıncı günden: 3.827 km² 341-350’nci gün aralığına; 341-350’nci günden: 942 km² ise 351-

360'ıncı gün aralığına; 351-360'ıncı günden 750 km² ise 361-365'inci gün aralığına) gözlenmiştir (Çizelge 34).

Çizelge 34. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1981-2010)

1971-2000	1981-2010				
YILIN GÜNÜ	331-340	341-350	351-360	361-365	Toplam (km ²)
331-340	6380	3827			10207
341-350	211	9608	942		10761
351-360			1499	750	2249
361-365				640	640
Toplam (km ²)	6591	13435	2441	1389	23857

1991-2020 dönemine gelindiğinde SG değerlerinde 18.588 km²'lik kesimde 1971-2000 referans dönemindeki alansal değerlerin ve özelliklerin korunduğu gözlenmektedir. 1991-2020 dönemindeki 165 km²'lik kesim 1971-2000 dönemindeki 341-350'nci günden 331-340'ıncı güne doğru kayma göstermiştir. 1991-2020 döneminde 10.623 km²'lik kesimde yılın sonuna doğru kayma (331-340'ıncı günden: 5.124 km² 341-350'nci gün aralığına; 351-360'ıncı gün aralığından 712 km² ise 351-360'ıncı gün aralığına; 341-350'nci gün aralığından 3.995 km² ise 351-360'ıncı gün aralığına; 351-360'ıncı günden 792 km² ise 361-365'inci gün aralığına) olarak yaşanmıştır (Çizelge 35).

Çizelge 35. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (1991-2020)

1971-2000	1991-2020				
YILIN GÜNÜ	331-340	341-350	351-360	361-365	Toplam (km ²)
331-340	4371	5124	712		10207
341-350	165	6601	3995		10761
351-360			1457	792	2249
361-365				640	640
Toplam (km ²)	4536	11725	6164	1431	23857

HadGEM RCP 4.5 çıktılarına göre toplamda 5.620 km² alan 1971-2000 dönemine göre SG değerlerini koruyacaktır. 341-350'nci gün aralığından 3.044 km² 320-330'uncu gün aralığına, 7.010 km² ise 331-340'ıncı gün aralığına doğru olmak üzere yılın günü açısından değerlendirildiğinde toplamda 10.054 km²'lik bir kesimde

öne kayarak daralma yaşanacaktır. 351-360'ıncı günden 934 km² 341-350'nci gün aralığına, 361-365'inci gün aralığından ise 640 km² 351-360'ıncı gün aralığına şeklinde yer değiştirecektir. Bunların dışında 320-330'uncu gün aralığından 331-340'ıncı gün aralığına yılın günü bakımından genişleme yönünde yer değiştirecektir. Ayrıca, 341-350'nci gün aralığından 351-360'ıncı gün aralığına 46 km²'lik bir kesimde de genişleme yönünde bir değişiklik öngörülmektedir (Çizelge 36).

Çizelge 36. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP4.5)

1971-2000	2020-2098 (HadGEM RCP4.5)				
YILIN GÜNÜ	320-330	331-340	341-350	351-360	Toplam (km ²)
331-340	6563	3644			10207
341-350	3044	7010	661	46	10761
351-360			934	1315	2249
361-365				640	640
Toplam (km ²)	9607	10654	1595	2000	23857

HadGEM RCP 8.5 çıktılarına göre toplamda 10.814 km²'lik alan 1971-2000 dönemine göre SG değerlerini koruyacaktır. 1.575 km²'lik kesimde (331-340'ıncı gün aralığından 519 km²; 341-350'nci gün aralığından ise 1.056 km²'lik kesimlerden; 320-330'uncu gün aralığına) daha erkene doğru kayacaktır. Yani bir öne kayma yaşanması öngörülmektedir. Bu öne doğru kaymalar, 341-350'nci gün aralığından 9.267 km², 351-360 gün aralığından ise 27 km²'lik bir kesimden 331-340'ıncı gün aralığına şeklinde yaşanacaktır. 341-350'nci gün aralığına doğru öne çekilmelerin ise (351-360'ıncı günden 1.534 km²; 361-365'inci gün: 391 km²) 1.925 km²'lik kesimde gerçekleşmesi beklenecektir. 351-361'inci gün aralığına doğru öne gelme ise 361-365'inci gün aralığından 249 km² olarak yer değiştirme şeklinde gerçekleşecektir (Çizelge 37).

Çizelge 37. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP8.5)

1971-2000	2020-2098 (HadGEM RCP8.5)				
YILIN GÜNÜ	320-330	331-340	341-350	351-360	Toplam (km ²)
331-340	519	9688			10207
341-350	1056	9267	438		10761
351-360		27	1534	688	2249
361-365			391	249	640
Toplam (km ²)	1575	18982	2363	936	23857

GFDL RCP 4.5 çıktılarının öngörülleri 11.921 km²'lik kesimde 1971-2000 dönemindeki alansal özellikleri ve değerlerini koruyacaktır. Öne yani erkene doğru çekilmelerin, 331-340'ıncı gün aralığından 320-330'uncu gün aralığına 3.701 km²'lik kesim ve bunun yanı sıra, 331-340'ıncı gün aralığına ise 341-350'nci gün aralığından 4.242 km² ve ayrıca yine bu aralığa 351-360'ıncı gün aralığından 62 km² alanda öne doğru ya da erkene çekilme ile daralma olarak gerçekleşeceği yönündedir (Çizelge 38).

Çizelge 38. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP4.5)

1971-2000	2020-2098 (GFDL RCP4.5)				
YILIN GÜNÜ	320-330	331-340	341-350	351-360	Toplam (km ²)
331-340	3701	4752	1754		10207
341-350		4242	6519		10761
351-360		62	1537	650	2249
361-365			374	266	640
Toplam (km ²)	3701	9056	10184	915	23857

GFDL RCP 8.5 çıktılarının öngörülerinde ise 1971-2000 dönemindeki alansal değerlerini koruyacağı öngörülen kesim 8.463 km²'dir. 1971-2000 dönemindeki 341-350'nci gün aralığındaki 143 km²'lik kesim 331-340'ıncı gün aralığına geçiş yapacaktır. 351-360'ıncı gün aralığından 44 km², 341-350'nci gün aralığına kayacaktır. 361-365'inci gün aralığından 351-360'ıncı gün aralığına kayacak kesim 368 km²'dir. Bunun yanı sıra, 1971-2000 dönemindeki durumu açısından GFDL RCP8.5 çıktılarına göre yılın sonuna doğru geçiş yapacak kesimler olacaktır. Bu geçişler toplamda 14.839 km²'lik kesimde yaşanacak olup, 331-340'ıncı gün aralığından 341-350'nci gün aralığına 5.593 km², 331-340'ıncı gün aralığından 351-360 gün aralığına 2.139 km², 341-350'nci gün aralığından 351-360 gün aralığına 6.651 km², 341-350'nci gün aralığından 361-365'inci gün aralığına 142km², 351-360'ıncı gün aralığından yine bu aralığa 314 km² şeklinde geçişlerin olacağı öngörülmektedir (Çizelge 39).

Çizelge 39. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP8.5)

1971-2000	2020-2098 (GFDL RCP8.5)				
YILIN GÜNÜ	331-340	341-350	351-360	361-365	Toplam (km ²)
331-340	2475	5593	2139		10207
341-350	143	3825	6651	142	10761
351-360		44	1891	314	2249
361-365			368	272	640
Toplam (km ²)	2618	9462	11049	727	23857

Çizelge 40. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP4.5)

1971-2000	2020-2098 (MPI RCP4.5)				
YILIN GÜNÜ	320-330	331-340	341-350	351-360	Toplam (km ²)
331-340	544	7151	2512		10207
341-350	1	3659	6949	152	10761
351-360			2249		2249
361-365			314	326	640
Toplam (km ²)	545	10810	12023	478	23857

MPI RCP 4.5 çıktılarına göre ise 1971-2000 referans dönemindeki SG değerleri bakımından alansal değerlerini ve özelliklerini koruyacak kesim 14.100 km² olarak öngörülmektedir. Referans döneme göre erkene çekilecek kesimin toplam yüzölçümü 7.093 km² olup, öne çekilmeler 331-340'uncu gün aralığından 544 km² 320-330'uncu gün aralığına, 341-350'nci gün aralığından yine 320-330'uncu gün aralığına 1 km², 341-350'nci gün aralığından 3.659 km² 331-340'uncu gün aralığına geçiş yapacağı ve daralma yaşanacağı öngörülmektedir. 341-350'nci gün aralığına 2.249 km² 351-360'uncu gün aralığından 314 km² ise 361-365'inci gün aralığından erkene doğru geçiş gösterecektir. 361-365'inci gün aralığından 351-360'uncu gün aralığına 326 km²'lik kesim geçiş yapacaktır. MPI RCP 4.5 çıktılarına göre yılın sonuna doğru kayma yapacak kesimin toplam yüzölçümü 2.664 km²'dir. Bu kesimdeki geçişlerin 331-340'uncu gün aralığından 341-350'nci gün aralığına 2.512 km² olup, 341-350'nci gün aralığından da 152 km² şeklinde olacağı öngörülmektedir (Çizelge 40).

MPI RCP 8.5 çıktılarına göre ise 1971-2000 referans dönemindeki alansal değerlerini koruyacak kesim 16.103 km² olarak öngörülmektedir. Referans döneme göre erkene kaymalar yaşanacaktır. Bu geçişler 320-330'uncu gün aralığına toplam 534 km²

olup, 465 km²'si 331-340'ıncı günden 69 km²'si ise 341-350'nci günden şeklinde gerçekleşecektir. 341-350'nci gün aralığına toplam 1.851 km² geçiş öngörülmekte olup, 1.529 km²' si 351-360'ıncı gün, 322 km²' si de 361-365'inci gün aralığından olacaktır. Ayrıca, 361-365'inci gün aralığından 351-360'ıncı gün aralığına 318 km²' lik bir kesimin geçişi de öngörülmektedir. MPI RCP 8.5 çıktılarına göre 1.186 km²' lik alanda yıl sonuna doğru kaymaların yaşanacağı öngörülmektedir. Bu kaymaların 1.135 km²'si 331-340'ıncı gün aralığından 341-350'nci gün aralığına, 51 km²' si de 341-350'nci gün aralığından 351-360'ıncı gün aralığına şeklinde öngörülmektedir (Çizelge 41).

Çizelge 41. SG Değerlerinin Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP8.5)

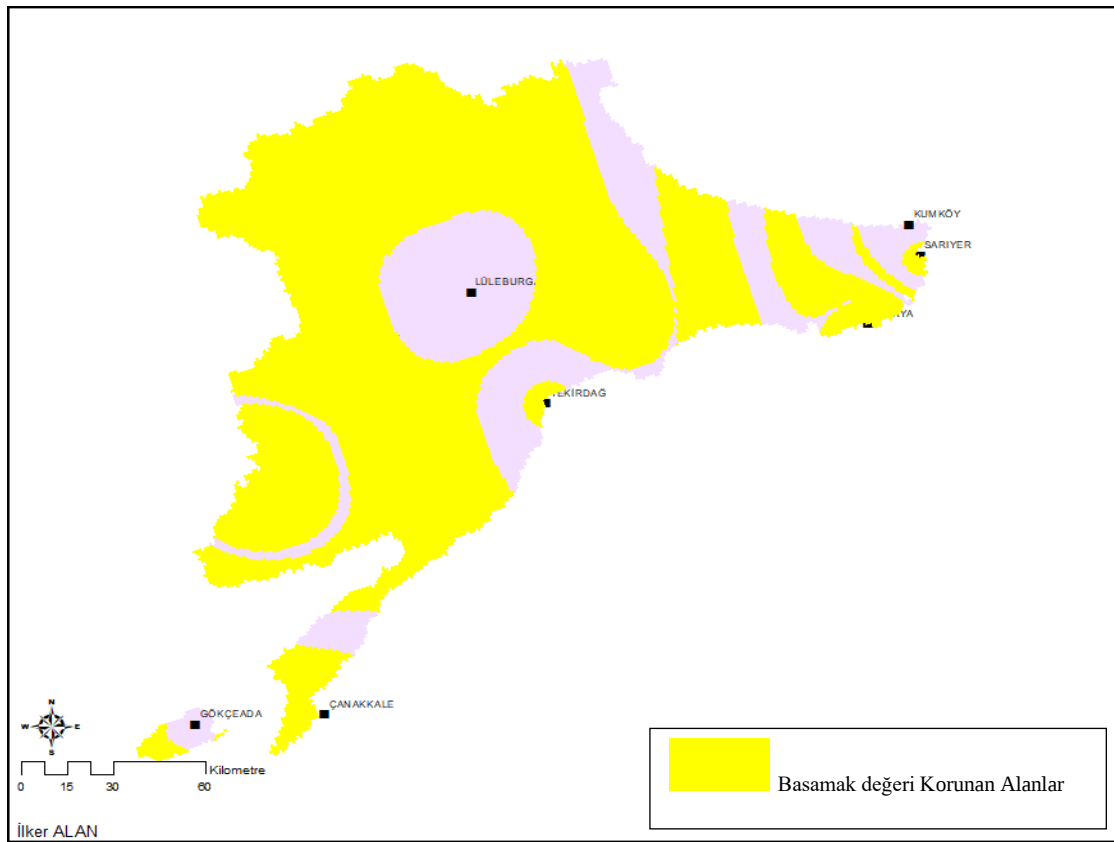
1971-2000	MPI RCP8.5				
YILIN GÜNÜ	320-330	331-340	341-350	351-360	Toplam (km ²)
331-340	465	8607	1135		10207
341-350	69	3865	6776	51	10761
351-360			1529	720	2249
361-365			322	318	640
Toplam (km ²)	534	12472	9762	1088	23857

8.16. TBDU Değerlerinin Geçiş Matrisleri ve Alansal Değişimleri

Termal büyüme dönemi uzunluğu değerlerinin 1971-2000 referans yılına göre alansal değişimleri irdelenmiş olup, 1971-2000 referans dönemine göre TBDU değerlerinin 1981-2010 döneminde de 17.949 km²'lik alanda aynı alansal özellikleri ve basamak değerlerini koruduğu görülmektedir. Referans dönemin 271-280'inci gün basamağındaki TBDU değerlerinde 261-270'inci gün aralığına bir daralma sözkonusudur. Bunun dışında kalan tüm basamaklarda olmak üzere toplam 5.745 km² alanda TBDU genişlemesi yaşanmıştır (Çizelge 42; Şekil 117).

Çizelge 42. TBDU’ nun Alansal Geçiş Matrisi (1981-2010)

1971-2000	1981-2010							
YILIN GÜNÜ	241-250	251-260	261-270	271-280	281-290	291-300	301-310	Toplam (km ²)
230-240		148						148
241-250	1454	2278						3732
251-260		13556	2174					15730
261-270			2066	516				2582
271-280			163	710	337			1210
281-290					101	291		392
291-300						62	1	63
Toplam (km ²)	1454	15982	4403	1226	438	353	1	23857



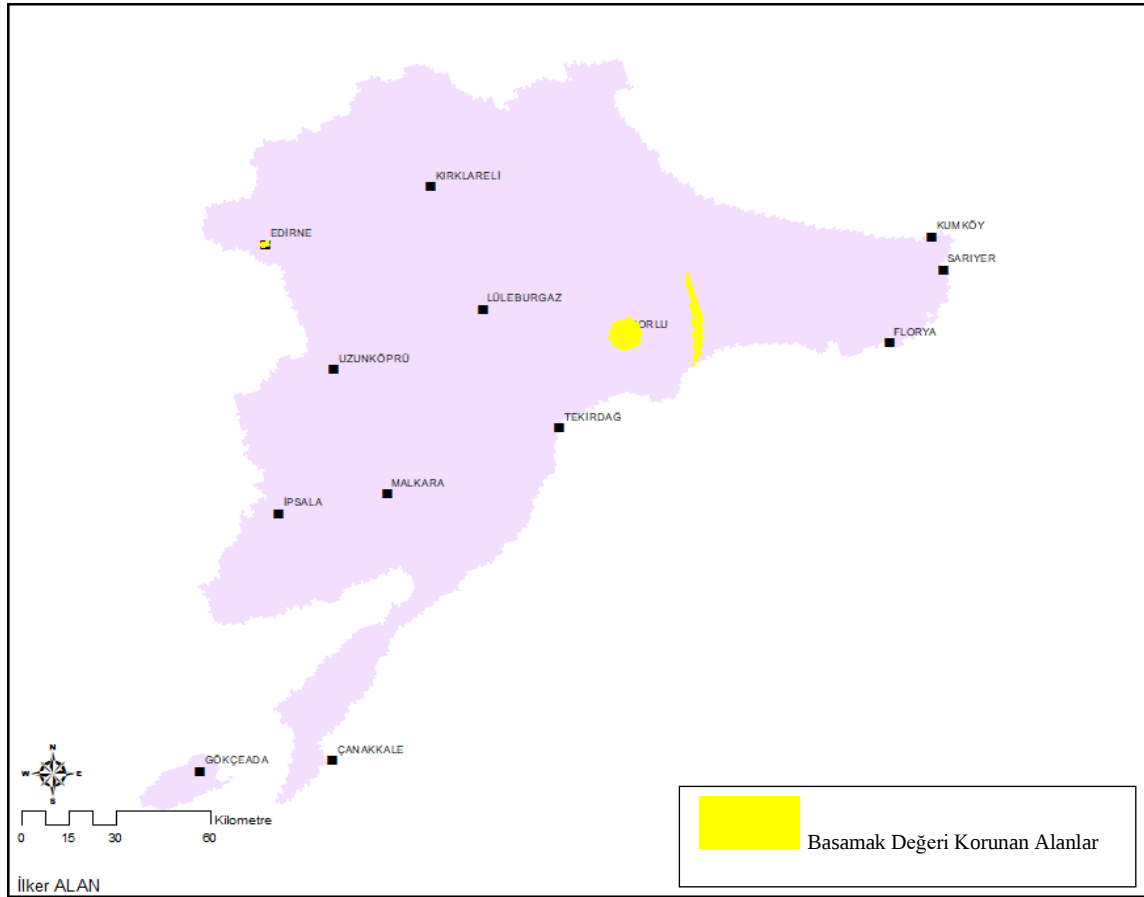
Şekil 117. Referans Döneme Göre TBDU Basamak Değerleri Korunan Alanlar (1981-2010)

1991-2020 döneminde ise 1971-2000 referans dönemine göre mevcut alansal TBDU özelliklerini koruyabilen kesim 169 km² dir. Bu durum, 251-260’uncü gün (94 km²) ve 261-270’inci gün (75 km²) aralığında karşımıza çıkmaktadır. Bunun dışında kalan tüm basamaklarda olmak üzere 23.688 km²’ lik alanda TBDU açısından genişleme yaşanmıştır. Şekil 137’deki haritada sarı renkli olarak işaretlenmiş kısımlar,

1971-2000 dönemindeki TBDU basamak değerlerinin 1981-2010 döneminde de değişmeden kaldığı kesimleri göstermektedir. Bu kesimlerin dışında kalan yerlerde TBDU basamakları arasında alansal geçişler yaşanmıştır (Çizelge 43; Şekil 118).

Çizelge 43. TBDU’ nun Alansal Geçiş Matrisi (1991-2020)

1971-2000	1991-2020						Toplam (km ²)
	251-260	261-270	271-280	281-290	291-300	301-310	
230-240	148						148
241-250	185	1820	1727				3732
251-260	94	11018	4299	319			15730
261-270		75	1045	1462			2582
271-280				710	500		1210
281-290					211	181	392
291-300						63	63
Toplam (km ²)	427	12913	7071	2491	711	244	23857



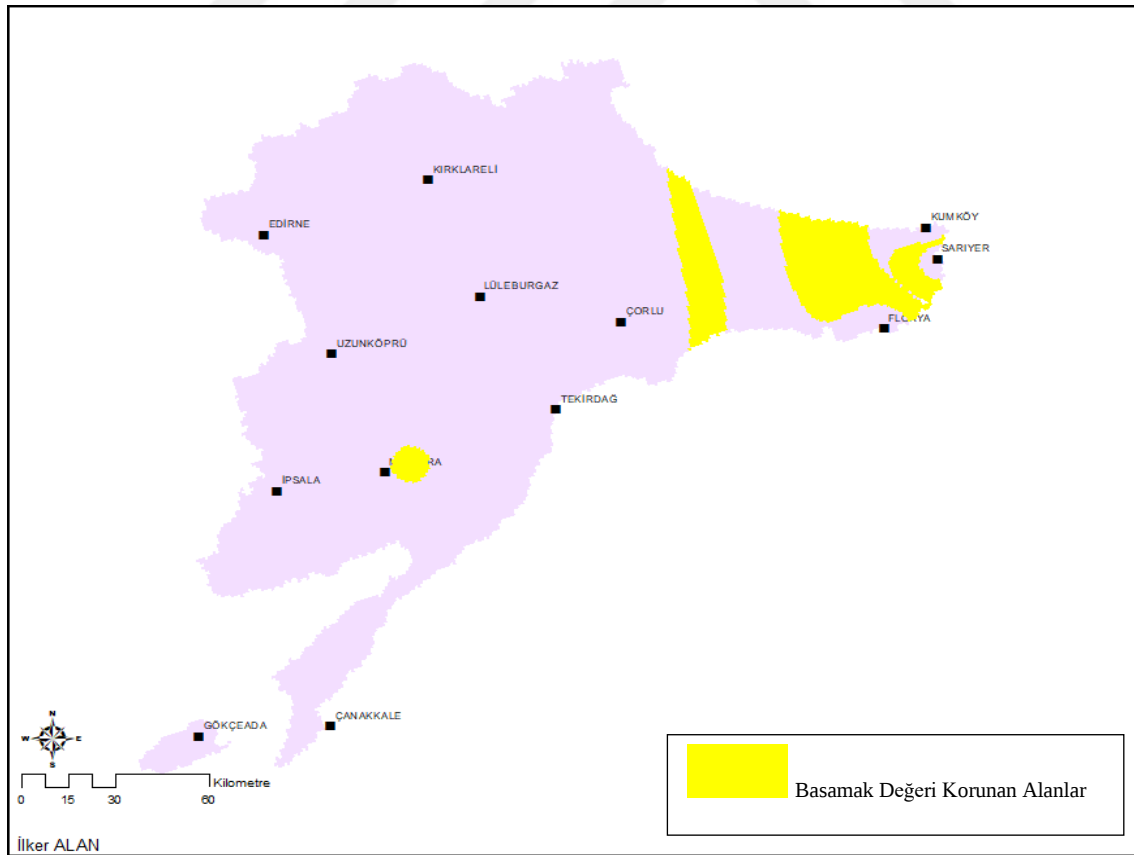
Şekil 118. Referans Döneme Göre TBDU Basamak Değerleri Korunan Alanlar (1991-2020)

HadGEM RCP 4.5 çıktılarına göre ise referans dönemdeki alansal TBDU özelliklerini koruyabilecek toplam 1966 km²’ lik bir kesim söz konusu olacaktır. Şekil 139’deki haritada sarı renkli olarak işaretlenmiş kısımlar, 1971-2000 dönemindeki

TBDU basamak değerlerinin HadGEM RCP 4.5 çıktılarına göre değişmeden kalacağı kesimleri göstermektedir. Bu kesimlerin dışında kalan yerlerdeki geçişler, 251-260'ıncı gün (120 km²), 261-270'inci gün (598 km²), 271-280'inci gün (1.043 km²) ve 281-290'ıncı gün (205 km²) şeklinde gerçekleşmiştir. Ayrıca, 250 km²'lik alan da ise daralma öngörülmektedir. Bu kesimler 281-290'ıncı gün (187 km²) ve 291-300'üncü gün (63 km²) basamaklarında bulunacaktır. Trakya genelindeki 21.641 km²'lik kesimde tüm basamaklar için genişlemesi olacağı öngörülmektedir (Çizelge 44; Şekil 119).

Çizelge 44. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP4.5)

1971-2000	HadGEM RCP4.5						
	251-260	261-270	271-280	281-290	291-300	301-310	Toplam (km ²)
230-240	2	146				148	148
241-250		3472	260			3732	3732
251-260	120	13424	1931	255		15730	15730
261-270		598	1396	63	525	2582	2582
271-280			1043	4	163	1210	1210
281-290			187	205		392	392
291-300				63		63	63
Toplam (km ²)	122	17640	4817	590	688	23857	23857

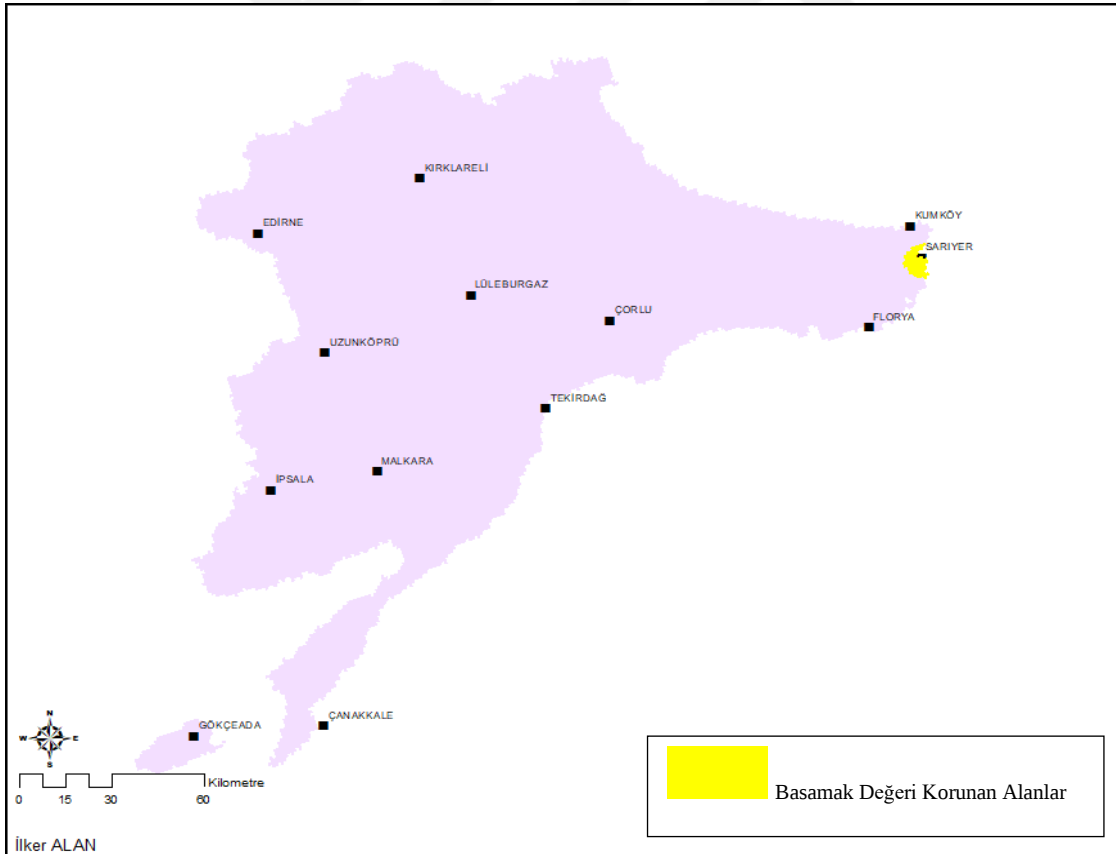


Şekil 119. Referans Döneme Göre TBDU Değerleri Korunan Alanlar (HadGEM RCP 4.5)

HadGEM RCP8.5'e göre 1971-2000 dönemindeki alansal TBDU özelliklerini koruyabilecek sahalar 63 km² olacaktır. TBDU basamak değerleri korunacak kesimler Sarıyer ve çevresi olarak görülmektedir. Bunun dışında kalan tüm basamaklarda, Trakya genelindeki 23.794 km²' lik alanda TBDU genişlemesi öngörülmektedir (Çizelge 45; Şekil 120).

Çizelge 45. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (HadGEM RCP8.5)

1971-2000	HadGEM RCP8.5					Toplam (km ²)
	261-270	271-280	281-290	291-300	301-310	
230-240		148				148
241-250		1994	1738			3732
251-260	865	11489	2723	653		15730
261-270		325	1205	516	536	2582
271-280			11	1036	163	1210
281-290				392		392
291-300				63		63
Toplam (km ²)	865	13956	5677	2660	699	23857



Şekil 120. Referans Döneme Göre TBDU Değerleri Korunan Alanlar (HadGEM RCP 8.5)

GFDL RCP 4.5 çıktıları, HadGEM RCP 4.5 ve 8.5 ten farklı olarak 1971-2000 referans dönemi ile benzer alansal TBDU özelliklerini koruyabilecek herhangi bir kesimi öngörmemektedir. TBDU için referans dönemin tüm basamaklarına göre genişleyeceği yönünde öngörüsü bulunmaktadır (Çizelge 46; Şekil 119-120).

Çizelge 46. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP4.5)

1971-2000	GFDL RCP4.5						Toplam (km ²)
	261-270	271-280	281-290	291-300	301-310	311-320	
230-240		148					148
241-250		3615	117				3732
251-260	1376	12998	1043	211	102		15730
261-270		118	1036	563	329	536	2582
271-280				147	793	270	1210
281-290					392		392
291-300					63		63
Toplam (km ²)	1376	16879	2196	921	1679	806	23857

GFDL RCP 8.5 çıktıları da GFDL RCP 4.5' e benzerlik gözlenecektir. Öngörü, referans döneme göre tüm basamaklarda genişleme olacağı yönündedir. GFDL RCP 4.5 çıktılarına göre ise genişleme 271-280'inci gün basamağında 16.789 km² alanda yaşanacak iken, GFDL RCP 8.5' e göre ise 281-290'ıncı gün aralığında 16.773 km² alanda olacaktır. Bir başka deyişle 10 güne varan daha fazla genişleme beklenecektir (Çizelge 47).

Çizelge 47. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (GFDL RCP8.5)

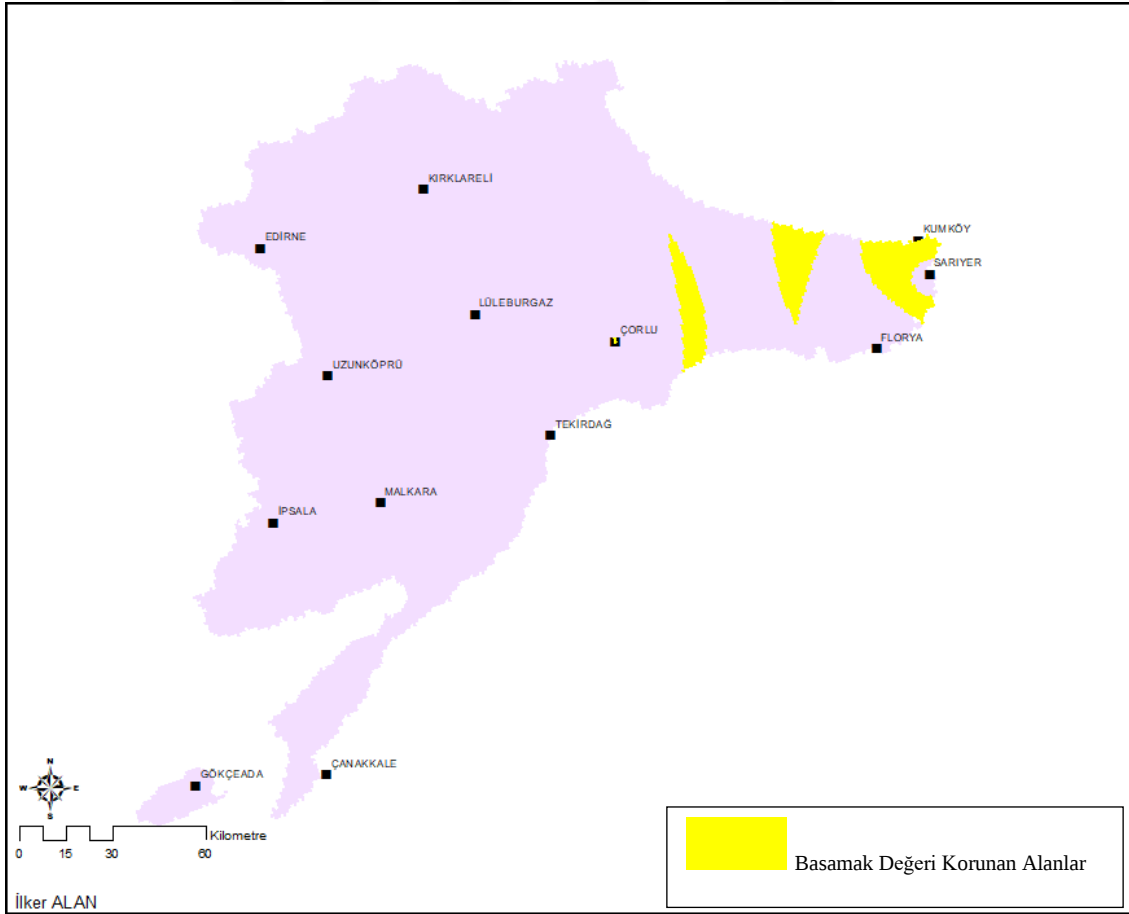
1971-2000	GFDL RCP8.5						Toplam (km ²)
	261-270	270-280	280-290	291-300	301-310	311-320	
230-240			148				148
241-250		78	3654				3732
251-260	83	3343	11854	329	121		15730
261-270		43	1117	598	484	340	2582
271-280				434	613	163	1210
281-290					392		392
291-300					63		63
Toplam (km ²)	83	3464	16773	1361	1673	503	23857

MPI RCP 4.5 çıktıları da referans dönemdeki TBDU basamaklarının bazılarında değişme olmayacaktır. TBDU özelliklerini koruyacak yerlerin Kumköy çevresi ve İstanbul Boğazının Trakya kesimindeki lekeler halinde oldukça dar bir

kesimde görülecektir. Buna göre, 251-260'ıncı gün (2 km²), 261-270'inci gün (264 km²), 271-280'inci gün (303 km²) ve 281-290'ıncı gün (392 km²) basamaklarında olmak üzere toplam 961 km² alanda referans dönemdeki TBDU benzer özellikleri barındırmaya devam edecektir. Bunun dışında kalan 22.896 km²'lik kesimde tüm basamaklarda TBDU genişlemesi olacaktır (Çizelge 48; Şekil 121).

Çizelge 48. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP4.5)

1971-2000	MPI RCP4.5					
	251-260	261-270	271-280	281-290	291-300	Toplam (km ²)
230-240		148				148
241-250	333	3143	256			3732
251-260	2	9393	6299	36		15730
261-270		264	1493	766	59	2582
271-280			303	744	163	1210
281-290				392		392
291-300				63		63
Toplam (km ²)	335	12948	8351	2001	222	23857



Şekil 121. Referans Döneme Göre TBDU Basamak Değeri Korunan Alanlar (MPI RCP 4.5)

MPI RCP 8.5 çıktılarında ise, MPI RCP 4.5 çıktılarına göre referans dönemde Trakya genelinde görülen TBDU basamaklarının bazılarında değişme olmayacağı yönündeki öngörüler bulunmamaktadır. MPI RCP 8.5 çıktılarına göre referans dönemin tüm basamaklarındaki alansal özelliklerinde, TBDU'nun basamak değerleri açısından genişleme beklentisi öngörülmektedir (Çizelge 49).

Çizelge 49. TBDU' nun Alansal Geçiş Matrisi (MPI RCP8.5)

1971-2000	MPI RCP8.5					Toplam (km ²)
	271-280	281-290	291-300	301-310	311-320	
230-240	148					148
241-250	863	2869				3732
251-260	863	14505	362			15730
261-270		1167	1168	133	114	2582
271-280			1047		163	1210
281-290			162	230		392
291-300				63		63
Toplam (km ²)	1874	18541	2739	426	277	23857

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Trakya tarımsal açıdan Türkiye'nin en üretken yörelerinden birisidir. Yöredeki, iklim değişikliği etkilerinin analizi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Trakya'da tarımın ana hatları açısından iklim normallerinin gözlem ve iklim modellerinin RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına ilişkin veriler, 1971-2000 referans dönemi kabul edilerek, 1981-2010; 1991-2020; 2020-2098 dönemleri itibarıyla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada gözlem dönemleri ya da diğer bir deyişle iklim normalleri dönemlerinin yol göstericiliğinde gelecekteki olası durum açısından tarımsal politikalara ve bu konuda yapılacak ayrıntılı çalışmalara ışık tutması amaçlanmıştır. Şüphesiz, TBDU ve TBDG eğilimlerindeki mekânsal farklılıkları daha iyi açıklamak için yerel/bölgesel ve mevsimsel değişimi hakkında, dar kapsamlı, yüksek mekânsal ve zamansal çözünürlüklü, ayrıntılı, senaryo bazlı daha çok çalışmaya gereksinim duyulmaktadır.

Çalışmamızda, iklim değişikliğinin etki göstergesi olarak bölge/yöre özelinde analiz için ayçiçeği üretiminde önem arz eden ve kritik eşik değeri olarak 6,7°C taban sıcaklığı dikkate alınmıştır. Bu kapsamda, gözlem ve iklim modellerinin verileri ile hesaplanan TBDG' deki artışların, Trakya genelindeki dağılışı incelendiğinde yöre içerisinde de değişiklik göstermektedir. Bu sonuçlar, Menzel, 2003; Spinoni vd, 2015, (Avrupa); Mix vd., 2012 (ABD), Myneni vd., 1997 (yüksek enlem bölgeleri) ve Liu vd., 2010; Jiang vd., 2011; Song vd., 2011; Dong vd., 2012; Yang vd., 2013; Yin vd., 2016 (Çin) gibi birçok bölgedeki TBDG' i artışı ve TBDU genişlemesi ile uyumlu görünmektedir.

Araştırma bulguları sonuçları ve analizlere göre iklim değişikliğinin Trakya'da ayçiçeği tarımının geleceği açısından olası etkileri aşağıda sıralanmıştır.

- Trakya’da ayçiçeği ekim zamanlarının ve daha önemlisi ekim yörelerinin değişebileceği öngörülmektedir. Trakya özelinde, ayçiçeği yetiştirilmesi için uygun alanlarda iklim değişikliğinin olası etkilerine bağlı olarak alansal geçiş ve kaymalar yaşanabilecektir. Yöre içinde bu durumdan en çok etkilenecek yerler, günümüz koşullarında düzensiz ve aşırı meteorolojik olayların etkilerine açık ve içinde bulunduğumuz dönemde de bu konuda sıkıntı yaşayan kesimler olacaktır.
- İklim değişikliğinin etkisiyle yöresel ekim alanları ve üretim deseninin değişmesine bağlı olarak, verim ve üretimde düşüşlerin yaşanması kaçınılmazdır.
- Sıcaklıktaki öngörülen artışlar ve büyüme mevsiminin uzaması, üretimi sonbaharın sonlarına ve ilkbaharın başlarına kadar genişletecek, bu durum büyük olasılıkla su varlığındaki yöresel değişikliklerden etkilenecektir.
- İklim değişikliğinin olası etkilerinden yağış azlığına bağlı olarak, ayçiçeği yetiştiriciliğinde sulama yönetimi tüm gelişim dönemlerinde, verim ve kaliteye etkisi nedeniyle önem kazanacaktır.
- Ayçiçeğinin büyüme devresinin zamanlaması açısından, iklim değişikliğinin etkisiyle daha sıcak veya daha soğuk günlerin TBDG ve TBDU dönemlerine katılmasına neden olabilecektir.
- Günlük ortalama sıcaklıklardaki artışa bağlı olarak TBDG artışı veya TBDU genişlemesi ile ayçiçeğinin yetiştirme koşullarına doğrudan etki edip doğrudan değiştirebileceği gibi, yapraklanma, çiçek açma tane dolumu, hasat vb. dönemlerinde kaymalara neden olarak dolaylı etki etmesi de söz konusu olabilecektir.
- İklimde yaşanacak olası değişikliklere göre ayçiçeğinin yöre içerisinde ekim zamanlarındaki değişikliğe koşut olarak ikinci ürün ekimi için yer ve zaman açısından uygun koşullar ortaya çıkabilecektir.

- İklim değişikliğine bağlı olarak, ayçiçeği zararlıları çoğalabilecek, buna koşut olarak ilaçlama sıklığı gereksinimi ve giderleri artabilecektir.
- İklim değişikliğine toleranslı ayçiçeği çeşitleri gereksinimi ortaya çıkabilecektir.
- Trakya'daki var olan ayçiçek işleme ve kırma işkolu hammadde yetersizliğinden boşta kalan kapasite sorunu ile karşı karşıya kalabilecektir.
- Ayçiçeği üretimini kısıtlayan zararlı baskısı (orobanş, mildiyö, yabancı otlar vb.), daha erken ilkbaharlar ve daha sıcak kışlarla artabilecek, bu da hastalıkların çoğalmasını, patojenlerin ve parazitlerin hayatta kalma miktar ve süresini artırarak, zararlıların mekânsal ve zamansal dağılımını etkileyecektir.
- Ayçiçeği tarımı yapılan alanların zarar görme risklerini artırarak tarımsal sermayenin örselenmesini hızlandırıp, Trakya'da tarımla uğraşan kesimin ekonomik açıdan yıpranmasını doğurabilecektir.
- Ayçiçeği ürünü, tahıllar ve yağlı tohumlu kolza ile karşılaştırıldığında düşük bir sera gazı yayıcı olarak hafifletme çözümüne ([Debaeke vd.,2017](#)) olumlu yönde katkı sağlayabilecektir.
- Trakya'da düşük sıcaklıklardaki artışlar nedeniyle (örneğin, geceleri) ortalama sıcaklıklar artarsa, ayçiçeği üretimi ve verimi sonuçları, aynı değişikliğin gündüz sıcaklığındaki artıştan kaynaklandığı durumlara oranla oldukça farklı olabilecektir. Yükselen gece sıcaklığı kaynaklı olarak verimde düşüşler yaşanabilecektir.

TBDU genişlemesi ve TBDG' deki artışların gelecekte küresel ısınma altında daha belirgin olması beklenmektedir ([Skaugen ve Tveito, 2004](#); [Yin vd., 2016](#)). TBDG ve TBDU çalışmalarının, yöre/bölge bazındaki bitkisel büyüme dönemlerinin başlangıç ve bitiş tarihlerinin dikkate alınarak analiz edilmesinin gerekliliği ve önemini daha da belirgin kılmaktadır. Buradan hareketle öncelikle önerilerimizi;

- MGM tarafından 10 gün ve daha uzun süreli, yüksek mekânsal çözünürlüklü ve tutarlı tahminlerin, üreticilerimizin kolayca erişilebileceği şekilde sunulması ve erişimlerin sağlanması için gerekli altyapı hazırlanması,
- TBDG ve TBDU' nun ayçiçeği üretiminde kullanılmasının, üreticilere önemli katkılar sağlayacağı çok açıktır. İklim değişikliği perspektifinden, Trakya özelinde ayrıntılı ve yüksek çözünürlüklü zamansal ve mekânsal çalışmalar yapılması,
- Trakya'daki ekim, dikim, gübreleme, sulama ve ilaçlama faaliyetleri için hassas ve ayrıntılı TBDG, TBDU analizlerinin dikkate alınması,
- Trakya için olası iklim değişikliği senaryolarını dikkate alan doğruluğu ve güvenilirliği denenmiş ürün verim modelleri ile çeşit bazında ayçiçeğine yönelik çalışmalara ağırlık verilmesi,
- İklim modelleri ve senaryo bazında Trakya'da ayçiçeği yetiştiriciliğine yönelik risk analizleri ve ön alma için gerekli çalışmalar yapılması,
- Trakya'da ayçiçeği yetiştiriciliğinde sürdürülebilirliği önceleyen bilinçli tarımsal uygulamaların desteklenmesi ve teşvik edilmesi,
- Trakya'da ayçiçeği tarımında iklim değişikliği etki değerlendirmesi için eylem planı hazırlanması ve uygulamaya konulması,
- İklim değişikliğinin Trakya'daki küçük toprak sahipleri ve çiftçiler üzerindeki gerçek etkisinin araştırılması,
- Ayçiçeği yetiştiriciliği konusunda sistematik ve derinlemesine çalışmaların sürekli olarak yürütülmesi,
- Ayçiçeğinin yanı sıra ikinci ürünler içinde TBDG, TBDU analizleri hazırlanarak, Trakya için eylem planları geliştirilmesi, uygun yer ve zaman aralıkları belirlenerek, üreticilerin bu planlara uymasının teşvik edilmesi,

- Trakya'daki üreticilerin ayçiçeği yetiştiriciliğinde hassas ve akıllı tarım uygulamalarına yönelmesinin desteklenmesi,
- Yetiştirme (erkencilik, sıcaklık ve su azlığına dayanıklılık), ürün yönetimi (ekim-hasat tarihleri) ve yetiştirme alanlarının değiştirilmesi yoluyla Trakya için uyarlamalar geliştirilmesi,
- Trakya'da ayçiçeği tarımı konusunda edinilen bilgi ve deneyimin yöre içerisinde ve Türkiye genelindeki üreticilere aktarılması için tarımsal yayın çalışmalarına önem verilmesi,
- Ayçiçeği yetiştiriciliği açısından Trakya'da ekilecek uygun çeşitlerin belirlenerek, geliştirilen tohumların uygun fiyatlarla üreticilere sunulması,
- Trakya'da, endüstrileşme ve buna bağlı kentleşme baskısı ile tarım topraklarının kaybolması veya azalmasının önüne geçilmesi,
- TBDU ve TBDG modellemeleri ile ayçiçeği zararlılarının biyolojik gelişim evreleri öngörülerek, Trakya özelinde yöresel ilaçlama takvimi oluşturulması ve planlı olarak uygulanmasına yönelik çalışmalar yapılması,
- Dışalım yoluyla ayçiçeği gereksinimi karşılamak istendiğinde yarı rafine yağ dış alımı ile karşı karşıya kalınmaktadır. Trakya'da ayçiçeği hammaddesi yetersizliğinden ilgili sanayi kolunda boşta kalan kapasite sorununa karşı çözüm önerileri geliştirilmesi,
- İklim değişikliğinin Trakya'da ayçiçeği fenolojisi üzerindeki etkilerini incelemek zordur. Çünkü, 1975'ten önceki yerinde fenoloji gözlemlerine ilişkin kayıt yoktur. Trakya genelinde, 1975-2012 yılları arasında fenolojik gözlem yapmış olan 20 istasyonun verisine ulaşılabilmektedir. Ancak, bu kayıtlar eş zamanlı olarak çalışmış istasyonlardan elde edilmiş, sağlıklı bir veri seti değildir. Tüm tarımsal faaliyetler açısından çok önemli olan fenolojik gözlemlerin düzenli ve sürekli olarak yapılmasının sağlanması,

- Trakya'da ayçiçeği üretiminin geleceği, yalnızca iklim değişikliğine uyumu ile değil, aynı zamanda gıda ve enerji için rekabet gücü ile de yakın ilişkili olacağından, üreticilerin algı ve uyum düzeylerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi,
- Trakya'da iklim değişikliğine karşı mücadele ve uyum konusunda etkin çalışmalar yapılması,
- Trakya'daki ayçiçeği yetiştiriciliğine, enerji ve gıda güvenliği açısından da tutarlı ve bütünsel bir politika yaklaşımıyla ilgilenilmesi,
- Ayçiçeği yetiştiriciliğinde tarımsal kimyasallara bağımlılığın azaltılması yönünde çalışmalar yapılması,
- Trakya'da tarım arazilerinin iklim değişikliğine uzun vadeli tepkilerini ölçmek için izleme sistemleri kurulması,
- İklim değişikliğinin etkileri, bölge/yöre ve uyum senaryolarına göre değişiklikler göstermektedir. Bu durumdan Trakya'nın da yöresel olarak farklı biçim ve düzeylerde etkilenebileceğinin çiftçilere anlatılması, olarak sıralamak mümkündür.

KAYNAKÇA

1. Aboudrare, A., Debaeke, P., Bouaziz, A., Chekli, H.2006. Effects of soil tillage and fallow management on soil water storage and sunflower production in a semi-arid Mediterranean climate. *Agricultural Water Management* 83: 183-196.
2. Abubakar, M.S. Ahmad, D. Akande, F.B.2010.A Review of Farm Tractor Overturning Accidents and Safety. *Pertanika J. Sci. Technol.* 2010, 18, 377–385
3. Acaravcı, S., Ergüven, O. C.2015. Yağlı Tohumlar ve Bitkisel Yağ Sektörünün Finansal Analizi: Hatay İlinde Bir Uygulama. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*,12(29),258-282.Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkusbed/issue/19575/208859>
4. Akalın, M.2014. İklim Değişikliğinin Tarım Üzerindeki Etkileri: Bu Etkileri Gidermeye Yönelik Uyum ve Azaltım Stratejileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 7 (2015): 351-378 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hititsosbil/issue/7717/101059>
5. Akay, M.2018.https://www.researchgate.net/profile/Melek-Akay-2/publication/329536684_Turkiye'de_Aycicegi_Uretimi/links/5c0e62b94585157ac1b7424b/Turkiyede-Aycicegi-Uretimi.pdf
6. Akçakaya, A., Sümer, U.M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S., Çukurçayır, F.2015. Yeni Senaryolarla Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği-TR2015-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayını, 149 s., Ankara.
7. Alessi, J., Power, J. F., Zimmerman, D. C.1977. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and row Spacing. *Agron. J.* 69: 465-469.
8. Allen, R.G., Pruitt, W.O.1986. Rational use of the FAO Blaney-Criddle formula. *Journal of Irrigation Drainage Engineering*. 112(IR2): 139-155.
9. Altıntaş, Ö.2001. Kırıkkale İlinde Çerezlik ve Yağlık Ayçiçeği Yetiştiriciliğinin Ekonomik Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Selçuk Üniversitesi. Konya
10. Aminzadeh, B., Naderi Zarneh, S., Tajpour, J., Barzegar, S.2014.The Study on Agroclimatic Conditions of Sunflower in Kurdistan Province by Means of GIS System. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(4), 1207-1216.

11. Aquino, L. A., Júnior, V. C. S., Guerra, J. V. S. 2010. Estimativa da área foliar do girassol por método não destrutivo. *Bragantia*, Campinas. Obtained from <http://www.scielo.br/> em 27 de agosto de 2018.
12. Archer, D., Jaradat, A., Johnson, J., Weyers, S., Gesch, R., Forcella, F., Kludze, H. 2006. Crop Productivity and Economics during the Transition to Alternative Cropping Systems. *Agronomy journal*. 99. 10.2134/agronj2006.0364.
13. Arioğlu, H., Kulan, E.G., Day, S. 2015. Yağlı tohumlu bitkiler üretiminde yeni arayışlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi (Bildiriler Kitabı-1)*, 12-16 Ocak 2015, Ankara, s. 401-425.
14. Arslantaş, E. E., Yeşilırmak, E. 2020. Changes in the climatic growing season in western Anatolia, Turkey. *Meteorol Appl.* 2020;27: e1897. <https://doi.org/10.1002/met.189716>
15. Atalay, İ. 2011. *Türkiye İklim Atlası*, İstanbul: İnkılap Kitabevi
16. Atkinson, D., Porter, J. R. 1996. Temperature, plant development and crop yields. *Trends in Plant Science*, 1(4), 119-124.
17. Attia, S.A.M. 1985. Effect of some cultural treatments on sunflower (*Helianthus annuus* L.). Faculty of Agriculture. Azhar Univ., Cairo (Egypt).
18. Bale, C.L., Williams, J.B., Charley, J.L. 1998. The impact of aspect on forest structure and foristics in some Eastern Australian sites. *For Ecol Manag* 110(1-3):363-377
19. Bale, C.L., Charley, J.L. 1994. The impact of aspect on forest floor characteristics in some eastern Australian sites. *For Ecol Manag* 67:305-317
20. Bartz, A. C., Muttoni, M., Alberto, C. M. 2017. Thermal time in sprinkler irrigate lowland rice. *Pesq. Agropec.bras.*, Brasília, v52, n.7: 475-484
21. Baskerville, G.L., Emin, P. 1969. Rapid estimation of heat accu-mulation from maximum and minimum temperatures. *Ecology* 50:514-517
22. Başalma, D. 1991. Adaptation of Winter Type Germany Originated Rapeseed *Brassica napus* ssp. *Oleifera* L. Cultivars Under Ankara Conditions. *Journal of Agricultural Sciences*, 03 (03), 57-62. DOI: 10.1501/Tarimbil_0000000330
23. Başayığit, L., Dinç, U. 2005. Toprak Taksonomisine Göre Toprak İklim Rejimleri ve Türkiye Toprakları İçin Örnekler. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2005(1), 83-91. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gopzfd/issue/7342/96059>

24. Başoğlu, A. 2014. Küresel İklim Değişikliğinin Ekonomik Etkileri Üzerine Model Denemesi ve Ekonometrik Bir Analiz. Doktora Tezi. SBE. İktisat Anabilimdalı. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
25. Baydar H., Erbaş, S.2005. Influence of seed development and seed position on oil, fatty acids and total tocopherol contents in sunflower (*Helianthus annuus* L.) Tr. J. Of Agriculture and Forestry 29: 179-186.
26. Bayraç, H. N., Doğan, E.2016. Türkiye’de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 11 (1), 23-48. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/oguiibf/issue/56479/785160>
27. Baysal, A.2004. Beslenme. Hatipoğlu Yayınları. İstanbul.
28. Baysal, A., Küçükarslan, N.2007.Beslenme ilkeleri ve menü planlama. (2.Basım). Bursa
29. Bergamaschi, H., Bergonci, J. I.2017.As Plantas e o Clima: Princípios e aplicações. Agrolivros.
30. Bheemaraya, A., Jamadar, M.M., Huilgol, S.2018. Correlation between Weather Parameters and Sunflower Powdery Mildew Caused by *Erysiphe cichoracearum* DC. Int.J. Curr.Microbiol. App.Sci. 7(09): 3503-3509. Doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.709.434>
31. Bibby, J.S., Mackney, D.1969. Land-use capability classification. Technical Monograph No. 1: Soil surveys of England and Wales and Scotland. Rothamsted Experimental Station, Harpenden
32. Biggs, R., Webb, P. F.1986. Effects of Enhanced Ultraviolet-B Radiation on Yield, and Disease Incidence and Severity for Wheat Under Field Conditions.
33. Birgücü, A.K., Karsavuran, Y.2009. Gün-Derece Modellemeleri ve Bitki Korumada Kullanım Olanakları. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 19 (2), 98-117. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/anadolu/issue/1763/21751>
34. Black, E., Brayshaw, D., Rambeau, C.2010. Past, present and future precipitation in the Middle East: insights from models and observations. Philos Trans R Soc A 368:5173–5184.
35. Bolstad, P.V., Swift, L., Collins, F., Regniere, J.1998. Measured and predicted air temperatures at basin to regional scales in the southern Appalachian mountains. Agric For Meteorol 91:161–176
36. Bolstad, P.V., Vose, J.M., McNulty, S.G.2001. Forest productivity, leaf area, and terrain in southern Appalachian deciduous forests. For Sci 47:419–427
37. Bonhomme, R.2000. Bases and Limits to Using “Degree Day” Units. European Journal of Agronomy, 13, 1-10. [http://dx.doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00058-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00058-7)

38. Bootsma, A.1994.Long term (100 yr) climatic trends for agri-culture at selected locations in Canada. *Clim Change* 26:65–88
39. Bootsma, A., Anderson, D., Gameda, S.2004. Potential impactsof climate change on agroclimatic indices in southernregions of Ontario and Quebec. *Technical Bulletin ECORC* Contribution No.03-284, Eastern Cereal and Oilseed Re-search Centre, Agriculture and Agri-Food,
40. Bozkurt, D., Şen, Ö.L.2012. Climate change impacts in the Euphrates- Tigris Basin based on different model and scenario simulations. *Journal of Hydrology*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.12.021>
41. Bozkurt, D., Şen, Ö.L.2013.Climate change impacts in the Euphrates–Tigris Basin based on different model and scenario simulations. *Journal of Hydrology*, 480, 149-161. doi: 10.1016/j.jhydrol.2012.12.021.
42. Bozkurt, D., Şen, Ö.L.2011. Precipitation in the Anatolian Peninsula: sensitivity to increased SSTs in the surrounding seas, *Clim. Dyn.*, 36, (3-4), 711-726
43. Brown, D.M.1960. Soybean ecology. Development temperature relationships from controlled environment studies. *Agron J* 52:493–496
44. Bunting, A. H., Dennett, M. D., ElstonJ., Milford, J. R.1976. Rainfall trends in the West African Sahel. <https://doi.org/10.1002/qj.49710243105>
45. Butler, E. J., Johns, S.G.1949. *Plant Pathology*. Published by Macmillan. 1949. London.
46. Canavar, Ö., Ellmer, F., Chmielewski, F. M.2010. Investigation of yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars in the ecological conditions of Berlin (Germany). *Helia*, 33(53), 117-130.
47. Cantlon, J. E.1953. Vegetation and microclimates on north and south slopes of Cushtunk Mountain, New Jersey. *Ecological Monographs*, 23(3), 241-270.
48. Carter, F.1978. *Sunflower Science and Technology*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Inc. Publisher, Madison Wisconsin, USA.
49. Carvalho, K., Petkowicz, C. L., Nagashima, G. T., Bepalhok Filho, J. C., Vieira, L. G., Pereira, L. F., Domingues, D. S.2014. Homeologous genes involved in mannitol synthesis reveal unequal contributions in response to abiotic stress in *Coffea arabica*. *Molecular genetics and genomics*, 289(5), 951-963.

50. Cesaraccio, C., Spano, D., Duce, P., Snyder, R.L.2001. An improved model for determining degree-day values from daily temperature data. *Int J Biometeorol* 45:161–169
51. CETIOM. 2008.<http://www.cetiom.fr/index.php?id=2441>
52. Ceylan, S.2009. Enez (Edirne) İlçesinin turistik çekicilikleri ve sürdürülebilir turizm açısından değerlendirilmesi. <http://tucaum.ankara.edu.tr/>
53. Chan, G., Jablonski, S., Cooke, C. 1998.The hBUB1 and hBUBR1 kinases sequentially assemble onto kinetochores during prophase with hBUBR1 concentrating at the kinetochore plates in mitosis. *Chromosoma* 107, 386–396 (1998). <https://doi.org/10.1007/s004120050322>
54. Chen, C.S.1973. Digital computer simulation of heat units and their use for predicting plant maturity. *Int J Biometeorol* 17:329–335
55. Chippendale, G. M.1979.The southwestern corn borer, *Diatraea grandiosella*: case history of an invading insect.
56. Chirkov, Y.1965. Agrometeorological indices in the development and formation of maize crops. *Agric Meteorol* 2:121–126
57. Clark, W.C.1982. Carbon Dioxide Review, (Oak Ridge: TN: Institute for Energy Analysis, 1982).
58. Cross, H.Z., Zuber, M.S.1972. Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. *Agron J* 64:351–355
59. Çaldağ, B.2009. Trakya Bölgesi'nin tarımsal meteorolojik özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.İTÜ.
60. Çaltı, N., Somuncu, M.2018. İklim Değişikliğinin Tarıma Etkisi Konusunda Ankara Polatlı İlçesi'ndeki Çiftçilerin Algı ve Uyum Düzeyleri. In International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM. Ankara, Turkey (pp. 13-06).
61. Çelik, Z., Erdal, U., Etöz, M. 2017. Türkiye'de Ekolojik Tarımın Ekonomik Boyutu ve İklim Değişimine Etkisi.
62. Çelik. Y., Karakayacı, Z.2007. Küresel İklim Değişikliklerinin Konya Tarımına Olası Etkileri üzerine Bir İnceleme. Ziraat Fakültesi, Selçuk Üniversitesi. Konya.
63. Çetinsoy, F. F. A.2010. Küresel İklim Değişikliği: Avrupa Birliği ve Türk Tarımı. Yüksek Lisans Tezi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul Üniversitesi. İstanbul
64. Çiçek, İ.1996. Thorthwaite metoduna göre Türkiye'de iklim tipleri. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 12, 33-71.

65. Dale, A. E., Drennan, D. S. H.1997. Transplanted maize (*Zea mays*) for grain production in southern England. I. Effects of planting date, transplant age at planting and cultivar on grain yield. *The Journal of Agricultural Science*, 128(1), 27-35.
66. Debaeke, P., Bedoussac, L., Bonnet, C., Mestries, E., Seassau, C., Gavaland, A., Justes, E.2017. Sunflower crop: environmental-friendly and agroecological. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*, 23(4), 12-p.
67. Dellal, İ. (2008). Küresel iklim değişikliği ve enerji kıskacında tarım. *İGEME'den Bakış*, (35).
68. Dellal, I., & McCarl, B. A. (2010). The economic impacts of drought on agriculture: The case of Turkey. *Options Méditerranéennes*, 95, 169-174.
69. Dellal, I., McCarl, B. A., Butt, T.2011. The Economic Assessment Of Climate Change On Turkish Agriculture. *J. Environ. Protec. & Ecol.*, (12), 376-385.
70. Demir, A.O., Göksoy, A.T., Büyükcangaz, H., Turan, Z.M., Köksal, E.S.2006. Deficit irrigation of sunflower in a sub-humid climate. *Irrigation Science*. 24: 279-289.
71. Demir, İ.2011. Oilseed crop cultivation in TR71 region and effects of climate change. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 1(2), 73-78.
72. Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M.2008. PRECIS bölgesel iklim modeli ile Türkiye için iklim öngörülere: HadAMP3 SRES A2 senaryosu. *Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, 365, 373.
73. Demir, Ö., Atay, H., Eskiöğlu, O., Tüvan, A., Demircan, M. ve Akçakaya, A.2013. Rcp4.5 Senaryosuna göre Türkiye'de sıcaklık ve yağış projeksiyonları. III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi- TİKDEK 2013, Bildiri Kitabı, 3-5 Haziran 2013, İstanbul, Türkiye
74. Demircan, M.2019.Sıcaklık verilerindeki kırılma tarihleriyle iklim indekslerinin ilişkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Fiziki Coğrafya Bilim Dalı, Ankara
75. Demircan, M., Arabacı, H., Coşkun, M., Türkoğlu, N., Çiçek, İ.2018. Sıcaklıklardaki Türdeşlik Kırıklıklarının Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) ile İlişkisi, Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği Bilimsel Kongresi, 30 Mayıs-2 Haziran, 2018, İzmir.
76. Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskiöğlu, O., Tüvan, A. Akçakaya, A. 2014. Climate Change Projections for Turkey with New Scenarios, The Climate Change And Climate Dynamics Conference-2014-CCCD2014, 8-10 Ekim, İstanbul, Türkiye (a)

77. Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A., Gürkan., H. Akçakaya, A. 2014. Türkiye’de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları, TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, 23-24 Ekim 2014, Ankara, Türkiye (b)
78. Demircan, M., Türkoğlu, N., Çiçek, İ.2017. İklim Değişikliği Modelden Sektörel Uygulamalara- TCK 75. YIL Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı. 1. 593-606.
79. Demircan, M., Türkoğlu, N., Çiçek, İ.2014.Mevsimlik Sıcaklık Normallerinin (1971-2000) Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Yüksek Çözünürlüklü Veri Setinin Üretilmesi. TÜCAUM- VIII. COĞRAFYA SEMPOZYUMU, 23-24 EKİM 2014, Ankara
80. Demirel, A.2014.Kırşehir Ekolojik Koşullarında Bazı Yağlık Ayçiçeği Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı. Ahi Evran Üniversitesi.Kırşehir.
81. Demirörs, F., Kaya, M.D., Kolsarıcı, Ö.2004. Yağ Kalitesi Yüksek Bazı Yağlık Yağsalgamı (*Brassica campestris* L.) Çeşitlerinde Ekim Zamanı ve Sıra Aralığının Verim ve Verim Öğelerine Etkileri. Tarla Bitkileri Merkez araştırma Enstitüsü Dergisi.101
82. Deprá, M. S., Lopes, S. J., Noal, G., Reiniger, L. R. S., Cocco, D. T.2016. Logistic growing model of corn creole cultivate and maternal progenies of half-brothers as a function of thermal time. *Ciência Rural*, 46(1), 36.
83. Desta, F., Colbert, J.J., Rentch, J.S., Gottschalk, K.W.2004. Aspect induced differences in vegetation, soil, and microclimatic characteristics of an Appalachian watershed. *Castanea* 69.
84. Deveci, H.2015. Trakya Bölgesi'nde İklim Değişikliğinin Yüzey Su Kaynakları, Toprak Nemi ve Bitki Verimine Etkilisinin Modellenmesi.Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Namık Kemal Üniversitesi. Tekirdağ.
85. DMİ.1988. Aydeniz Metodu ile Türkiye’nin Kuraklık Değerlendirmesi, Ankara
86. DMİ.1972. Türkiye İklim Tasnifi (De Martonne Metoduna Göre). Ankara
87. Doğan, M.2010. Sulanmayan Koşullarda Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Çeşitlerinin Tarımsal ve Teknolojik ÖzelliklerininBelirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Çukurova Üniversitesi. Adana
88. Doğan, S.2010.Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 6, Sayı 2. Sivas
89. Doğanay, H., Coşkun, O.2015.Tarım Coğrafyası, III. Baskı, Pegem Akademi Ankara.

90. Dong, Z., Danilevskaya, O., Abadie, T., Messina, C., Coles, N., Cooper, M.2012. A gene regulatory network model for floral transition of the shoot apex in maize and its dynamic modeling.
91. Donham, K. J., Thelin, A. 2016.Agricultural medicine: Rural occupational and environmental health, safety, and prevention. John Wiley & Sons.
92. Duke, S. O., Dayan, F. E., Rimando, A. M., Schrader, K. K., Aliotta, G., Oliva, A., Romagni, J. G.2002. Chemicals from nature for weed management. Weed science, 50(2), 138-151.
93. Dwyer, L.M., Steward, D.W., Carrigan, L., M., Neave, B.L., Balchin, P. D.1999. Guidelines for comparisons among dif-ferent maize maturity rating systems. Agron J 91:946–949
94. Edey, S.N.1977. Growing degree-days and crop production in Canada. Publication 1635, Department of Agriculture, Ottawa
95. El Sabagh, A., Hossain, A., Barutçular, C., Gormuş, O., Ahmad, Z., Hussain, S. Islam, M., Alharby, H., Bamagoos, A., Akdeniz, H., Fahad, S., Meena, R.S., Abdelhamid, M., Wasaya, A., Hasanuzzaman, M. Sorour, S., Saneoka, H.2019. Effect Of Drought Stress On The Quality Of Major Oilseed Crops: Implications And Possible Mitigation Strategies- A Review. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_40194043. Budapest. Hungary
96. Elguindi, N., Somot, S., Déqué, M., Ludwig, W.2011. Climate change evolution of the hydrological balance of the Mediterranean, Black and Caspian Seas: impact of climate model resolution. Climate dynamics, 36(1), 205-228.
97. Eliasson, A., Jones, R.J.A., Nachtergaele, F., Rossiter, D.G., Terres, J.M., Van Orshoven, J., Van Velthuizen, H., Bottcher, K., Hastrup, P., Le Bas, C. 2010. Common criteria for the redefinition of Intermediate Less Favoured Areas in the European Union. Environmental Science & Policy, 13, 766- 777. DOI: 10.1016/j.envsci.2010.08.003
98. Erdem, B.2012. Trakya Bölgesinde Buğday, Ayçiçeği ve Çeltiğin Üretim ve Pazarlama Sorunlarının Analizi. Doktora Tezi. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Namık Kemal Üniversitesi. Tekirdağ
99. Erdem, T.2000. Tekirdağ Koşullarında Ayçiçeği İçin SuVerim İlişkileri T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Tekirdağ.
- 100.Ergen, Y., Sağlam, C.2005. Yield and yield characters of different confectionery sunflower varieties in conditions of Tekirdag. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty.

- 101.Erinç, S.1950. Climatic types and the variation of moisture regions in Turkey. *Geographical Review*, 40(2), 224-235.
- 102.Erinç, S.1949. The climates of Turkey according to Thornthwaite's classifications. *Annals of the Association of American Geographers*, 39(1), 26-46.
- 103.Erinç, S.1996. *Klimatoloji ve Metodları* (4. Baskı). Alfa Basım Yayım Dağıtım 276.
- 104.Erol, O.1984. *Genel Klimatoloji*. Ertem Büro. Ankara
- 105.Erzin, N.2018. *Türkiye Bitkisel Yağ Üretim Sektörü Sorunları ve Çözüm Önerileri*. Yüksek Lisans Tezi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul Kültür Üniversitesi. İstanbul
- 106.Everest, T.2017. Assessment of land use efficiency in Ezine district of Çanakkale. *Turk J Agric Res* 4(2):109–123
- 107.Eyinc, A.2007. *Küresel İklim Değişikliğinin ve Türkiye İklimi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Sivas.
- 108.Falkenmark, M.1989. The Massive Water Scarcity Now Threatening Africa: Why Isn't It Being Addressed? *Ambio*, 18, 112-118.
- 109.FAO.2008.FAO Statistical Databases. Available online at: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>.
- 110.FAO.1989. *Guidelines for land use planning*. Interdepartmental working group on land planning. FAO, Rome
- 111.Fealy, R., Fealy, R.M.2008. The spatial variation in degree days derived from locational attributes for the 1961 to 1990 period. *Ir J Agric Food Res* 47:1–11
- 112.Førland, E.J., Skaugen, T.E., Benestad, R.E., Hanssen-Bauer, I., Tveito, O.E.2004. Variations in thermal growing, heating, and freezing indices in the Nordic Arctic, 1900–2050. *Arct Antarct Alp Res* 36:347–356
- 113.Forrest, J. R.2016.Complex responses of insect phenology to climate change. *Curr Opin Insect Sci* 17, 49–54 (2016).
- 114.Führer, E.2010. A fák növekedése és a klíma. “KLÍMA-21” Füzetek 61, 98–107. (in Hungarian)
- 115.Gabagambi, D. M., George, V.2010. *Sunflower production situation in the central corridor of Tanzania*. Final Report, Rural Livelihood Development Company, Tanzania.
- 116.Gadioli, J., Dourado-Neto, Durval, Garcia y G, A., Basanta, M.2000. Air temperature, maize yield and phenological characterization associated to heat units. *Scientia Agricola*. 57. 377-383.

117. Gao, X., Giorgi, F. 2008. Increased Aridity in the Mediterranean Region under Greenhouse Gas Forcing Estimated from High Resolution Simulations with a Regional Climate Model. *Global and Planetary Change*, 62, 195-209
118. Gavilán, R.G. 2005. The use of climatic parameters and indices in vegetation distribution. A case study in the Spanish Sistema Central. *Int J Biometeorol* 50:111–120
119. Gaytancıoğlu, O. 1994. Hibrit Ayçiçeği Tohumluğu Kullanımının Türkiye Ekonomisine Katkıları. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi
120. Gilmore, E.C.Jr., Rogers, J.S. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agron J* 50:611–615
121. Gobin, A., Jones, R., Kirkby, M., Campling, P., Govers, G., Kosmas, C., Gentile, A. R. 2004. Indicators for pan-European assessment and monitoring of soil erosion by water. *Environmental Science & Policy*, 7, 25-38. DOI: 10.1016/j.envsci.2003.09.004
122. Gordeev, A.V., Kleschenko, A.D., Chernyakov, B.A., Sirotenko, O.D. 2006. Bioclimatic potential of Russia: theory and practice. *Tovarischestvo nauchnykh izdaniy KMK, Moscow* (in Russian)
123. Gordon, R., Bootsma, A. 1993. Analyses of growing degree-days for agriculture in Atlantic Canada. *Clim Res* 3:169–176
124. Goudriaan, J., Unsworth, M.H. 1990. Implications of increasing carbon dioxide and climate change for agricultural productivity and water resources. In: Kimball BA (ed) *Impact of carbon dioxide, trace gases and climate change on global agriculture*. American Society of Agronomy, Madison, WI, p 111-130 (Spec Publ 53)
125. Gramig, G.G., Stoltenberg, D.E. 2007. Leaf Appearance Base Temperature and Phyllochron for Common Grass and Broadleaf Weed Species
126. Gregory, W.L., Duran, A. 2001. Scenarios and Acceptance of Forecasts. *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*, Edited by J. Scott Armstrong. Springer Science-Business Media, inc. New York.
127. Grigorieva, E. 2008. Spatial-temporal dynamics of climate thermal resources for the southern part of the Russian Far East. 18th International Congress of Biometeorology, Tokyo, 22–26 Sep 2008. International Society of Bio-meteorology, Tokyo, p 121
128. Grigorieva, E.A., Matzarakis, A., De Freitas, C.R. 2010. Analysis of growing degree-days as a climate impact indicator in a region with extreme annual air temperature amplitude

- 129.Gül, V., Öztürk, E., Polat, T.2015. Günümüz Türkiye'sinde Bitkisel Yağ Açığını Kapatmada Ayçiçeğinin Önemi. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/224146> (Erişim tarihi: 16.09.2022)
- 130.Güler, D., Saner, G., Naseri, Z.2017. Yağlı Tohumlu Bitkiler İthalat Miktarlarının Arıma ve Yapay Sinir Ağları Yöntemleriyle Tahmini. Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi. http://www.ibaness.org/bnejss/2017_03_01/08_duran_et al.pdf (Erişim tarihi: 16.09.2022)
- 131.Gündüz, O., Esengün, K.2010. Samsun İli Örneğinde Ailelerin Bitkisel Yağ Tüketimleri Üzerine Bir Araştırma. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 12(19), 67- 72.
- 132.Gürkan, H.2019. Konya Havzasında İklim Değişikliğinin Ayçiçeği Verimine Olası Etkilerinin Tahmin Edilmesi. Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara Üniversitesi.
- 133.Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskioğlu, O., Şensoy, S., Yazıcı, B.2016. GFDL-ESM2M modeli temelinde RCP4. 5 ve RCP8. 5 senaryolarına göre Türkiye için sıcaklık ve yağış projeksiyonları. Coğrafi Bilimler Dergisi, 14(2), 77-88.
- 134.Gürkan, H., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Demircan, M., Akçakaya, A.2015. MPI-ESM-MR Modelinin RCP4. 5 ve RCP8. 5 Senaryolarına Göre Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları. VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015, İTÜ, İstanbul
- 135.Hagop, S. A., Atamian, H. S., Creux, N. M., Brown, E. A., Garner, A. G., Blackman, B. K., Harmer, S. L.2016. Circadian regulation of sunflower heliotropism, floral orientation, and pollinator visits. Science, 2016, 353.6299: 587-590.
- 136.Hammer G.L., Goyne, P.J., Woodruff, D.R.1982. Phenology of Sunflower cultivars. III.
- 137.Hassan, F., Cheema, M.A., Qadir, G., Azim, C.M. 2005. Influence of seasonal variations on yield and yield components of sunflower. Helia 28(43): 145-152.
- 138.Hatırlı, S., Demircan, V., Aktaş, A. R.2002. Ayçiçek ve soya yağı ithalat talebinin analizi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2), 71-79.
- 139.Herbei, M. V., Sala, F.2015. Use Landsat image to evaluate vegetation stage in sunflower crops. AgroLife Scientific Journal, 4(1), 79-86.
- 140.Hnilickova, H., Václav, H., Lenka, N., Jaroslava, M., Milan, S., František, H., Philippe, G.2017. The effect of freezing temperature on physiological traits in sunflower. Plant, Soil and Environment, 63(8), 375-380.

141. Holman, S., Olszyk, D., Tingey, D., Bachelet, D., Barnes, P. 1990. Effects of UV-B and global climate change on rice research plan (No. PB-91-109983/XAB; EPA-600/3-90/087). Environmental Protection Agency, Corvallis, OR (USA). Environmental Research Lab.
142. Huang, B.W. 1959. Draft of the comprehensive physical geographical regionalization of China. Chin. Sci. Bull. 18: 594–602.
143. Idso, S.B., Jackson, R.D., Reginato, R.J. 1978. Extending the ‘degree day’ concept of plant phenological development to include water stress effects. Ecology 59:431–433
144. Ihab, A., Abdelmoez, W., Nage, S. M., Bastawess, A., Yoshida, H. 2014. Subcritical water technology for wheat straw hydrolysis to produce value added products. Journal of Cleaner Production, 70, 68-77.
145. İlisulu, K. 1973. Yağ Bitkileri ve Islahı. Çağlayan Kitabevi. İstanbul.
146. ILO. 2018. Annual Report 2018
https://www.ilo.org/empent/Publications/WCMS_714125/lang--en/index.htm
147. IPCC. 2007. Climate Change 2007. The Fourth IPCC Assessment Report.
148. IPCC. 2000. IPCC, 2000 – Nebojsa Nakicenovic and Rob Swart (Eds.) Cambridge University Press, UK. Pp 570 Available from Cambridge University Press, The Edinburgh Building Shaftesbury Road, Cambridge CB2 2RU ENGLAND
149. IPCC. 2013. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Stocker, T.F., D)
150. IPCC. 2014. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
151. Irmak, S., Skaggs, E.K. 2012. Journal of Applied Meteorology and Climatology volume 51; DOI: 10.1175/JAMC-D-11-0146.1
152. İncekara, F. 1972. Yağ Bitkileri ve Islahı Endüstri Bitkileri ve Islahı. Cilt:2 Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:83 İzmir.
153. İyigün, C., Türkeş, M., Batmaz, İ., Yozgatligil, C., Purutçuoğlu, V., Koç, E. K., Öztürk, M. Z. 2013. Clustering current climate regions of Turkey by using a multivariate statistical method. Theoretical And Applied Climatology, 114(1-2), 95-106.

- 154.İzmirak, R. 1986. Coğrafya Terimleri Sözlüğü. MEB Yayınları. Ankara
- 155.Jarasiunas, G.2016. Assessment of the agricultural land under steep slope in Lithuania. Journal of Central European Agriculture. 17. 176-187. 10.5513/JCEA01/17.1.1688.
- 156.Javed, M.S., Ali, M., Badar, H.2001. Factors affecting the yield of sunflower in the province of Punjab (Pakistan). Pakistan Journal of Applied Sciences. 1(3): 345-346.
- 157.Jiang, F. Q., Hu, R. J., Zhang, Y. W., Li, X. M., Tong, L.2011. Variations and trends of onset, cessation and length of climatic growing season over Xinjiang, NW China. Theoretical and applied climatology, 106(3), 449-458.
- 158.Kadayıfçı, A., Yıldırım, O. 2000.Ayçiçeğinin su-verim ilişkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24(2), 137-145.
- 159.Kadioğlu M., Ünal Y., İlhan A., Yürük C.2001.Türkiye'de iklim değişikliği ve tarımda sürdürülebilirlik, Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Dernekleri Federasyonu, <http://www.hidropolitikakademi.org/wp-content/uploads/2017/11/IklimDegisikligiRaporu.pdf>, [Erişim 23 Ekim 2017].
- 160.Kadioğlu, M.2012. Türkiye'de iklim değişikliği risk yönetimi, Türkiye'nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını.
- 161.Kadioğlu, M., Şaylan, L. 2001.Trends of growing degree-days in Turkey. Water, Air, and Soil Pollution, 126(1), 83-96.
- 162.Kaleem, S., Hassan, F-U., Muhammad, A., Imran, M., Wasaya, A., Randhawa, M., Khaliq, P.2009. Effect of growing degree days on autumn planted sunflower. African Journal of Biotechnology. 10. 8840-8846. 10.5897/AJB11.608.
- 163.Kaleem, S., Hassan, F. U., Razzaq, A.2010. Growth rhythms in sunflower in response to environmental disparity. African Journal of Biotechnology. 9 (15).
- 164.Kanber, R., Kapur, B., Ünlü, M., Tekin, S., Koç, D. L2008. İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi.
- 165.Kapoor, V. P.2005. Herbal Cosmetic for Skin and Hair Care. Natural Product Radiance 2005; 4(4): 306-314.
- 166.Kara, K.2021. Tarla Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Yayın No:191, Erzurum.

- 167.Karabacak, K.2021. Tarımsal Arazi Kullanım Uygunluğu Analizi: Lefkoşa (KKTC) Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, (52), 312-331. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sufesosbil/issue/62198/882448>
- 168.Karing, P., Kallis, A., Tooming, H.1999.Adaptation principles of agriculture to climate change. Clim. Res. 12, 175-183.
- 169.Karl, B., Karoly, D.J., Arblaster, J.M.2004.Diurnal temperature range as an index of global climate change during the twentieth century Geophys. Res. Lett., 31 (2004), p. L13217
- 170.Kaya, Y.2016. Ülkemizde Ayçiçeği Durumu ve Gelecekteki Yönü. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 322-327. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarbitderg/issue/26737/282860>
- 171.Kaya, Y., Baltensperger, D., Nelson, L., Miller, J. 2004. Maturity grouping in sunflower, *Helianthus annuus* L. *Helia*. 27. 257-270. 10.2298/HEL0440257K.
- 172.Kaya, Y., Evci, G., Pekcan, V., Gücer, T., Yılmaz, M.İ.2009. Açiçeğinde yağ verimi ve bazı verim öğeleri arasında ilişkilerin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 15(4): 310-318.
- 173.Khalifa, F. M., Schneiter, A. A., El Tayeb, E. I.2000. Temperature Germination Responses Of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Genotypes. *Helia*, 23(33), 97-104.
- 174.Khalifa, F.M.1981.Some factors influencing the development of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under dry farming systems in Sudan. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 97: 45-53.
- 175.Khalifa, F.M., 1984.Effects of spacing on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under two systems of dry farming in Sudan. *Journal Agricultural Science Cambridge*, 103
- 176.Khalifa, F.M., Ong, C.K.,1990. Effect of supra-optimal temperatures on germination of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) hybrids. *Annals of Arid Zone*, 4: 279-288.
- 177.Khatun, M., Hossain, T. M., Miah, M. M., Khandoker, S., Rashid, M. A.2016. Profitability of sunflower cultivation in some selected sites of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 41(4), 599-623.
- 178.Khoufi, S., Khamassi, K., da Silva, J. A. T., Aoun, N., Rezgui, S., Jeddi, F. B. 2013. Assessment of diversity of phenologically and morphologically related traits among adapted populations of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia*, 36(58), 29-40.
- 179.Kılıç, C.2009. Küresel İklim değişikliği Çerçevesinde Sürdürülebilir Kalkınma Çabaları ve Türkiye.

- 180.Kılıç, Y. 2010.Bazı Hibrit Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Çeşitlerinin Trakya Koşullarında Verim ve Verim Unsurları Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Namık Kemal Üniversitesi
- 181.Kıllı, F., Altunbay, S. G.2005. Seed yield, oil content and yield components of confection and oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars planted in different dates. *Int. J. Agri. Biol*, 7(1), 21-24.
- 182.Kızıloğlu, S.1992. Türkiye Bitkisel Yağ Sanayi. *Hasad Dergisi*, 7(82), s.28-30, İstanbul.
- 183.Kinnell, P.I.A.2000. The effect of slope length on sediment concentrations associated with side-slope erosion. *Soil Sci Soc Am J* 64(3):1004–1008
- 184.Koçman, A.1993. Türkiye İklimi. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, Yanın no: 72.
- 185.Kolsarıcı, Ö., Başlama, D, İşler, N., Arıoğlu, H., Gür, A., Olhan, E., Sağlam, C. 2000. Yağ Bitkileri Üretimi. Türkiye Ziraat Mühendisliği 5.Teknik Tarım Kongresi,17-21 Ocak 2000 Ankara.
- 186.Kondo, Y.1990. Creativity in daily work. *Human systems management*, 9(1), 7-13.
- 187.Koocheki, A., Kâfi, M., Rashed, M. H.2006. Saffron (*Crocus sativus*): production and processing. Science Publishers.
- 188.Korkmaz, K.2007. Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi. *Alatarım*, 6(2), 43-49.
- 189.Krichak, S.O., Alpert, P., Bassat, K., Kunin, P.2007. The surface climatology of the eastern Mediterranean region obtained in a three-member ensemble climate change simulation experiment. *Adv Geosci* 12:67–80
- 190.Kromhout, D., Bosscheiter, E.B., Coulander, Cd.L. 1985. The inverse relation between fish oil consumption and 20- year mortality from coronary heart disease. *N. Engl. J. Med.* 312: 1205-1209.
- 191.Kumar, G., Gautam, N. 2008. Allelotoxicity of *Parthenium* leaf extracts on cytomorphological behaviour of sunflower (*Helianthus annuus*). *Journal of Environmental Biology*, 29(2), 243.
- 192.Lacko-Bartošová, M., Buday Š.2013. Global challenges for sustainable agriculture and rural development in Slovakia. *Journal of Central European Agriculture*, 14(3), 263-278. DOI: 10.5513/JCEA01/14.3.1316
- 193.Lane, A., Jarvis, A.2007. Changes in climate will modify the geography of crop suitability: agricultural biodiversity can help with adaptation.

- 194.Láng, I., Csete, L., Jolánkai, M.2007. Global climate change: Impacts and Responses in Hungary. (In Hungarian) Szaktudás Kiadó Ház. Budapest.
- 195.Linderholm, H. W. 2006. Growing season changes in the last century. *Agricultural and forest meteorology*, 137(1-2), 1-14.
- 196.Liu, B., Henderson, M., Zhang, Y., Xu, M. 2010. Spatiotemporal change in China's climatic growing season: 1955–2000. *Climatic Change*, 99(1), 93-118.
- 197.Lobell, D. B., Schlenker, W., Costa-Roberts, J.2011. Climate trends and global crop production since 1980. *Science*, 333(6042), 616-620.
- 198.Lu, H. Y., Lu, C. T., Chan, L. F., Wei, M. L.2001. Seasonal variation in linear increase of taro harvest index explained by growing degree days. *Agronomy Journal*, 93(5), 1136-1141.
- 199.Lucas, D. D. P., Heldwein, A. B., Hinnah, F. D., Maldaner, I. C., Loose, L. H.2015. Estimation of leaf area index in the sunflower as a function of thermal time. *Revista Ciência Agronômica*, 46
- 200.Malone, C., Koeppe, D. E., Miller, R. J.1974. Localization of lead accumulated by corn plants. *Plant Physiology*, 53(3), 388-394.
- 201.Maslow, A. H.1943.A Theory of Human Motivation. *Psychological Review*, 50, 370-396.
- 202.Maslow, A. H.1969. The farther reaches of human nature. *Journal of Transpersonal Psychology*, 1(1), 1–9
- 203.Matzarakis, A., Ivanova, D., Balafoutis, C., Makrogiannis, T.2007. Climatology of growing degree days in Greece. *Clim Res*34:233–240
- 204.Maurício S., Follman, D.N., Nied, A. H., Wartha, C.A., Costa, V.O., Plautz, É. N., Bamberg, D.M., Scopel, J. V. F., Engel, G.H.2018. Thermal Time as a Bioclimatic Index for Development Characterization of Sunflower Cultivars in Southern Brazil. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 2018 November; 12(11): pages 64-67 DOI: 10.22587/ajbas.2018.12.11.13
- 205.McMaster, G.S. Wilhelm, W.W. 1997. Growing degree days: one equation, two interpretations. *Agricultural and Forest Meteorology* 87: 291-300.
- 206.McMaster, GS., Smika, D.E. 1988.Estimation and evaluation ofwinter wheat phenology in the central Great Plains. *AgricMeteorol* 43:1–18
- 207.Medeiros, G.A., Arruda, F.B., Sakai, E., Fujiwara, M.2001.The influence of crop canopy on evapotranspiration and crop coefficient of beans (*Phaseolus vulgaris*L.) *Agric. Water Manage.* 49,211–224.

- 208.Mehrabi, Z., Pironon, S., Kantar, M., Ramankutty, N., Rieseberg, L.2019. Shifts in the abiotic and biotic environment of cultivated sunflower under future climate change. OCL, 26, 9.
- 209.Meier, M., Vitasse, Y., Bugmann, H., Bigler, C.2021.Agricultural and Forest Meteorology Volume 307, 15 September 2021, 108485 <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108485>
- 210.Menzel, A., Jakobi, G., Ahas, R., Scheifinger, H., Estrella, N. 2003.Variations of the climatological growing season (1951–2000) in Germany compared with other countries. International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society, 23(7), 793-812.
- 211.Meral, Ü. B.2019.Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin önemi ve üretimine genel bir bakış. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 2(2), 58-71.
- 212.Met-Office.2013.
<https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/weather/learn-about/uk-past-events/interesting/2013/winter-storms-december-2013-to-january-2014-met-office.pdf>
- 213.Mızrak, F.F.2006. Çukurova’da sulanamayan koşullarda ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin verim ve teknolojik özellikleri üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- 214.Miller-Rushing, A. J., Høye, T. T., Inouye, D. W., Post, E. 2010. The effects of phenological mismatches on demography. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 365(1555), 3177-3186.
- 215.Miranda, M. N., Júnior, J. H. C.2010.Accumulated Heat Unit For The Bean CV.'Carioca' Sowing -Maturation Sub-Period In Colorado Oeste, Rondonia State, Brazil. Pesquisa Agropecuária Tropical, 40(2).
- 216.Mix, K., Lopes, V. L., Rast, W.2012.Growing season expansion and related changes in monthly temperature and growing degree days in the Inter-Montane Desert of the San Luis Valley, Colorado. Climatic Change, 114(3), 723-744.
- 217.Monteith, J.1981. Climate Variation and the Growth of Crops, Journal of Royal Meteorological Society 107, p. 749
- 218.Montgomery, D.R.2007.Soil erosion and agricultural sustainability. Proc Natl Acad Sci 104(33):13268–13272

- 219.Muralidharudu, Y., Murthy, I.Y.L.N., Reddy, K., Reddy, B., Chandranath, H.2002. Response of Sunflower (*Helianthus Annuus* L.) to Phosphorus Application in Vertisols. *Helia*. 26. 147-154. 10.2298/HEL0339147M.
- 220.Mutlu, F., Bozcuk, S.2000.Tuzlu kořullarda ayıııeęi tohumlarının ıimlenmesi ve erken bųyųme ųzerine dıřsal spermin'in etkileri. *Turkish Journal of Biology*, 24(3), 635-643.
- 221.Myneni, R. B., Keeling, C. D., Tucker, C. J., Asrar, G., Nemani, R. R.1997. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991. *Nature*, 386(6626), 698-702.
- 222.Nadaroğlu, Y., şimşek, O., Ayvacı, H. 2012. Hasat Zamanı Tahmin Proğramı.
- 223.Neufeld, H.S., Young, D.R.2003. Ecophysiology of the herbaceous layer in temperate deciduous forests. In: *The Herbaceous Layer in Forests of Eastern North America* (eds. Gilliam F & Roberts M), pp. 38-90. Oxford University Press, Oxford
- 224.Niemelä, T. A., Tulisalo, U. E.2000. Sunflower hybrids adapted to the finnish growing conditions. In: *Proceedings of the 15th International Sunflower Conference*, Toulouse (France), N, pp. 22–26
- 225.Nigel, W.2017. Tobler's First Law of Geography.The International Encyclopedia of Geography.Edited by Douglas Richardson, Noel Castree, Michael F. Goodchild, Audrey Kobayashi, Weidong Liu, andRichard A. Marston. © 2017 John Wiley & Sons, Ltd. Published 2017 by John Wiley & Sons, Ltd. DOI: 10.1002/9781118786352.wbieg1011(PDF) https://www.researchgate.net/publication/328723512_Tobler's_First_Law_of_Geography [accessed May 29 2023].
- 226.Olcay, İ., Besler, H. T.2012. Yeni doęanda beyin geliřimi ve omega-3 yaę asitleri. Danone Enstitųsų Tųrkiye Derneęi, Saęlık İıin Beslenme, 2012.
- 227.Önemli, F.2005. The Self fertility rates of some hybrid sunflower cultivars. *J. Tek. Agri. Fac.*
- 228.Özalp, A., Y, Turgut, B.2013. Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Comput Electron Agric* 97:71–82
- 229.Öztürk, M. Z., ıetinkaya, G., Aydın, S.2017. Köppen-Geiger İklım Sınıflandırmasına Göre Tųrkiye'nin İklım Tipleri. *Coęrafya Dergisi/* 35 (November 2017):17-27. <https://doi.org/10.26650/JGEOG295515>
- 230.Parlak, M.2012. Determination of soil erosion over diferent land uses by mini rainfall simulator. *J Food Agric Environ* 10(3–4):929–933

231. Parry, J.A., Ganaie, S.A., Bhat, M.S. 2018. GIS based land suitability analysis using AHP model for urban services planning in Srinagar and Jammu urban centers of J&K, India. *J Urban Manag* 7:46–56
232. Perry, M. 2006. A spatial analysis of trends in UK climate since 1914 using gridded datasets. Met Office National Climate Information Centre, Climate Memorandum No 21.
233. Perry, M., Hollis, D. 2005. The generation of monthly gridded datasets for a range of climatic variables over the UK. *International Journal of Climatology*, 25: 1014- 1054.
234. Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Blair, R. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267(5201):1117–1123
235. Qadir, G. 2006. Morpho-genetic expression of sunflower under varied temperature and moisture regimes. Ph.D. Thesis, University of Arid Agriculture, Rawalpindi, Pakistan.
236. Qadir, G., Cheema, M.A., Hassan, F., Ashraf, M., Wahid, M.A. 2007. Relationship of heat units accumulation and fatty acid composition in sunflower.
237. Qadir, G., Hassan, F.L., Malik, M.A. 2007. Growing Degree Days and Yield Relationship in Sunflower. *Int. J. Agri. Biol.* 9(4): 564-568. *Pak. J. Agri. Sci.* 44: 24-29.
238. Raven, J.A. 1989. Fight or flight: the economics of repair and avoidance of photoinhibition. *Functional Ecology*, 3, 5-19
239. Ray, D. 2001. Ecological site classification decision support system V1.7. Forestry Commission-Edinburgh.
240. Robinson, R.G. 1971. Sunflower phenology: year, variety and date of planting effects on day and growing degree day simulations. *Crop Sci.* 11: 635-638.
241. Roltsch, W.J., Zalom, F.G., Strawn, A.J., Strand, J.F., Pitcairn, M.J. 1999. Evaluation of several degree-day estimation methods in California climates. *Int J Biomet* 42:169–176
242. Rosa, P.M., Antoniassi, R., Freitas, S.C., Bizzo, H.R., Zanutto, D.L., Oliveira, M.F., Castiglioni, V.B.R. 2009. Chemical composition of Brazilian sunflower varieties. *Helia* 32(50): 145-156.
243. Rosenberg, N.J., Blad, B.L., Verma, S.B. 1983. Microclimate-the biological environment. John Wiley and Sons, Inc., New York
244. Rosenzweig, C., Parry, M.L., Gischer, G., Frohberg, K. 1994. C. Rosenzweig, et al., *Climate Change and World Food Supply* (Oxford: Oxford University Press, 1993).

245. Russell, R. M., Rosenberg, I. H., Wilson, P. D., Iber, F. L., Oaks, E. B., Giovetti, A. C., Press, A. W. 1983. Increased urinary excretion and prolonged turnover time of folic acid during ethanol ingestion. *The American journal of clinical nutrition*, 38(1), 64-70.
246. Russelle, M. P., Wilhelm, W. W., Olson, R. A., Power, J. F. 1984. Growth Analysis Based on Degree Days. <https://doi.org/10.2135/cropsci1984.0011183X002400010007x>
247. Sağlam, C., Önemli, F. 2005. The effects of sowing date and sowing density on birds damage in the cultivars of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Tek. Agri. Fac.* 2: 49-56.
248. Sarış, F., Hannah, D. M., Eastwood, W. J. 2010. Spatial variability of precipitation regimes over Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 55(2), 234-249.
249. Sav, O., Sayın, C. 2016. Türkiye'de Yağlı Tohumlar Sektörü ve İzlenen Politikalar
250. Selby, M. J. 1976. Slope erosion due to extreme rainfall: a case study from New Zealand. *Geogr Ann Ser A Phys Geogr* 58(3):131–138
251. Sensoy, S., Türkoğlu, N., Akçakaya, A., Ekici, M., Demircan, M., Ulupinar, Y., Demirbaş, H. 2013. Trends in Turkey climate indices from 1960 to 2010. In 6th Atmospheric science symposium (Vol. 24, p. 26).
252. Shanks, R. E., Norris, F. H. 1950. Microclimatic variation in a small valley in eastern Tennessee. *Ecology* 31:532–539 Small CJ, McCarthy BC (2002) Spatial and temporal variation in the response of understory vegetation to disturbance in a central
253. Sharma, R., Kamble, S. S., Gunasekaran, A. 2018. Big GIS analytics framework for agriculture supply chains: a literature review identifying the current trends and future perspectives. *Comput Electron Agric* 155:103–120
254. Shirliffe, S. J., Entz, M. H., Van Acker, R. C. 2000 Avena fatua development and seed shatter as related to thermal time the development and seed Shatter of Avena Fatua. *Weed Sci.* 48:555-560
255. Skoric, D. 1992. Achievements and future directions of sunflower breeding. *Field Crops Research.* 30: 231-270.
256. Snyder, R. L., Spano, D., Cesaraccio, C., Duce, P. 1999. Determining degree-day thresholds from field observations. *Int J Biometeorol* 42:177–182
257. Sur, H. S., Sharma, A. R. 1999. Response to sowing dates and performance of different sunflower hybrids during rainy season in high intensity cropping systems. *Indian J. Agri. Sci.* 69: 683-689.

258. Temuçin, E. 1990. Aylık değişme oranlarına göre Türkiye'de yağış rejim tipleri. Ege Coğrafya Dergisi, 5, 160-183.
259. Tetik, Ü., Turhan, H. 2005. The effect of planting of planting date on plant growth and seed yield in sunflower. Türkiye VI Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005. Antalya (Presented) Cilt I: 7-10.
260. Tobler, W. R., 1970. A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region." Economic Geography
https://www.researchgate.net/publication/328723512_Tobler's_First_Law_of_Geography
[accessed May 29 2023].
261. Turk, K.J., Hall, A.E. 1980. Drought adaptation of cowpeas: influence of drought on plant growth and yield relations with seed yield. Agronomy Journal. 72(3): 428-433.
262. Türkeş, M. 1996. Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. International Journal of Climatology, 16, 1057-1076.
263. Türkeş, M. 2010. Klimatoloji ve meteoroloji. Kriter Yayınevi.
264. Türkeş, M., Tatlı, H. 2011. Use of the spectral clustering to determine coherent precipitation regions in Turkey for the period 1929–2007. International Journal of Climatology, 31(14).
265. UKCIP. 2008'b. <http://www.ukcip.org.uk/scenarios/guidance/uncertainty.aspx>
266. UKCIP. 2008'a. <http://www.ukcip.org.uk/scenarios/ukcip08>
267. Van Asselen, S., Verburg, P.H. 2012. A Land System representation for global assessments and land-use modeling. Global Change Biology, 18, 3125- 3148. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2012.02759.x
268. Van Orshoven, J., Terres, J.M., Eliasson, A. 2008. Common bio-physical criteria to define natural constraints for agriculture in Europe. EUR. 23412 EN, Office for the Official Publications of the European Communities.
269. Vigoroso, L., Caffaro, F., Cavallo, E. 2019. Warning against Critical Slopes in Agriculture: Comprehension of Targeted Safety Signs in a Group of Machinery Operators in Italy.
270. Wang, J.Y. 1960. A critique of the heat-unit approach to plant response studies. Ecology 41
271. Warren, R. J. 2008. Mechanisms Driving Understory Evergreen Herb Distributions across Slope Aspects: As Derived from Landscape Position. Plant Ecology, 198(2), 297–308.
<http://www.jstor.org/stable/40305553>

272. Werling, J.A., Tajchman, S.J. 1984. Soil thermal and moisture regimes on forested slopes of an Appalachian watershed. *For Ecol Manag* 7:297–310
273. Wielgolaski, F.E. 1999. Starting dates and basic temperatures in phenological observations of plants. *Int J Biometeorol* 42:158–168
274. Wiggans, S.C. 1956. The effect of seasonal temperatures on maturity of oats planted at different dates. *Agron J* 48: 21–25
275. Woodwell, G.M. 1989. The Warming of the Industrialized Middle Latitudes 1985-2050: Causes and Consequences," *Climate Change* 15 (1989), p. 31.
276. Yang, X. C., Tian, Z., Chen, B. D. 2013. Thermal growing season trends in east China, with emphasis on urbanization effects. *Int. J. Climatol.* 33(10):2402– 2412, doi: 10.1002/joc.3590.
277. Yavuz, F. 2015. Tarım Politikası. Ders Notları. Tarım Ekonomisi Bölümü Ziraat Fakültesi. Atatürk üniversitesi. Erzurum
278. Yerdelen, A., Mermer, A., Dedeoğlu, F., Yıldız, H., Yalçın, K., Süzer, S., Öcal, M. B. 2008. Edirne ilinde ürün deseninin CBS ve Uzaktan Algılama yöntemleri kullanılarak belirlenmesi ve ayçiçeği verim tahmini. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 17(1-2).
279. Yıldız, G.D. 2008. Farklı ekim zamanlarının yağlık ayçiçeğinin (*Helianthus annuus* L.) verim ve tarımsal özellikleri üzerine etkisi. *Fen Bilimleri Enstitüsü. Atatürk Enstitüsü. Erzurum.*
280. Yılmaz, E., Çiçek, İ. 2016. Türkiye thornthwaite iklim sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3973–3993. Doi:10.14687/jhs. v13i3.3994
281. Yimer, F., Ledin, S., Abdelkadir, A. 2006. Soil property variations in relation to topographic aspect and vegetation community in the southeastern highlands of Ethiopia. *For Ecol Manag* 232(1–3):90–99
282. Yin, Y.Y., Tang, Q. H., Wang, L. X., Liu, X. C. 2016. Risk and contributing factors of ecosystem shifts over naturally vegetated land under climate change in China. *Sci. Rep.* 6: 20905, doi: 10.1038/srep20905
283. Yoldaş, F., Eşiyok, D. 2005. Termal Zamanın (°C-Gün) Bitkisel Üretimde Kullanımı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(3), 207-218.
284. Yurdağül, M., Ersoy, Ü. 1997. The fats and oils market in Turkey with special emphasis to its export. *AOCS, The World Oil Conference İstanbul.*
285. Yürür, N. 1995. Tarla Bitkileri. Anadolu Üniversitesi. AÖF Yayınları. Anadolu Üniversitesi Yayın No:1357. Açık Öğretim Fakültesi Yayın No:724 Eskişehir

- 286.Zaimoğlu, B.O., Arıoğlu, H., Güllüoğlu, L., Kurt, C., Bakal, H.2017. Dünya ve Türkiye’de yağlı tohum ve ham yağ üretimine bir bakış. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 20, 149-153.
- 287.Zaimoğlu, Z.2017. Modeling of Heat Requirements for Agricultural Greenhouse in Different Climate Regions. Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture. 32(4): 79-86.
- 288.Zaimoğlu, Z.2019.İklim değişikliği ve Türkiye Tarımı Etkileşimi.
- 289.Zanis, P., Douvis, C., Kapsomenakis, I., Kioutsoukis, I., Melas, D., Pal, J. S. 2009. A sensitivity study of the Regional Climate Model (RegCM3) to the convective scheme with emphasis in central eastern and southeastern Europe. Theoretical and Applied Climatology, 97(3), 327-337.
- 290.Zheng, L., Xu, J., Li, D., Xia, Z., Chen, Y., Xu, G., Lu, D.1999. Increasing control of climate warming on the greening of alpine pastures in central Asia. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 105, 102606.

ÖZET

TRAKYA'DA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN AYÇİÇEĞİ TARIMINA OLASI ETKİLERİ

Dünyada nüfus artışı, Covid-19 salgını ve Ukrayna-Rusya savaşı gibi çatışma ortamları küresel tedarik zincirini kırmış, gıda güvenliğini ve sürdürülebilir tarımsal üretimin stratejik önemini ortaya çıkarmıştır. Bu durum gerek dünyada gerekse Türkiye'deki tarım ürünlerine olan talebin karşılanması için üretim planlamasının yapılmasının zorunlu kılmasıdır. Tarımsal üretim yapılan bölgelerin sıcaklık, yağış, ışık, nem, rüzgâr gibi iklim öğelerinin iyi bilinmesi, yetiştirilecek ürün seçimi ve seçilen ürünün vejetasyonunun en uygun zamanda başlatılması ürün kayıplarının önüne geçmektedir. Tarımsal üretim açısından en önemli iklim parametrelerinden biri olan sıcaklık; topraktan bitkinin çıkışını, gelişimini, vejetasyon periyodunu ve olgunlaşmasını belirlemektedir. İklim bileşenlerindeki değişim eğilimlerinin, tarımsal üretimi ve verimi olumlu ya da olumsuz etkileyebileceğine dair çeşitli kaynaklarda somut bulgular bulunmaktadır. İklim elemanlarındaki değişim eğilimleri, yerel/bölgesel ölçekte küresel eğilimlere göre sapmalar gösterebilir. Yerel/bölgesel tarımsal verimliliği artırmak için risk azaltma ve uyum stratejileri ile iyi tarım uygulamalarını geliştirmek ve uygulamaya geçirmek sürdürülebilir tarımsal üretim için zorunlu hale gelmiştir. Çalışmanın esasını, Ayçiçeği tarımı açısından iklim değişikliğinin etki göstergesi olarak, 1971-2000 referans dönemine göre; 1981-2010; 1991-2020 ve 2020-2098 dönemleri için hesaplanan Toplam Büyüme Dereceli Gün (TBDG) değerlerinin alansal değişimleri oluşturmaktadır. Trakya yöresinde yerel sıcaklık değişimlerini ve bunun ayçiçeği tarımına olası etkilerini belirlemeye yönelik olarak, öncelikle (1971-2000; 1981-2010; 1991-2020) 30'ar yıllık dönemlere ait gözlenmiş maksimum günlük sıcaklıkların uç değerleri ele alınarak incelenmiştir. Bu uç değerler kullanılarak, 6,7 °C temel sıcaklık değeri esas alarak TBDG ve TBDU hesaplanmıştır. Hesaplanan TBDG ve TBDU' nun Trakya yöresindeki alansal dağılımı ve zamansal değişimi ayçiçeği yetiştiriciliği

açısından değerlendirilmiştir. İklim değişikliğinin etkilerini yöre/bölge bazında analiz etmek için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından 3 küresel iklim modeli ve iki senaryo özelinde geliştirilen iklim projeksiyonları kullanılmıştır. 2020-2098 dönemi için GFDL, HadGEM ve MPI modellerinin RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları ile üretilen günlük maksimum ve minimum sıcaklık verilerinin uç değerleri kullanılmıştır. Gözlem ve iklim modellerinin verileri ile Trakya’da ayçiçeği tarımının ana hatlarının 1971-2000 referans dönemine göre değişimi irdelenerek, gelecekteki durum açısından tarımsal üretim politikalarına referans olması amaçlanmıştır.



ABSTRACT

POSSIBLE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON SUNFLOWER AGRICULTURE IN THRACE

Conflict environments such as population growth in the world, the Covid-19 epidemic and the Ukraine-Russia war have broken the global supply chain, revealing the strategic importance of food security and sustainable agricultural production. This situation necessitated production planning to meet the demand for agricultural products both in the world and in our country. Knowing the climatic factors such as temperature, precipitation, light, humidity, and wind of the agricultural production areas well, choosing the product to be grown and starting the vegetation of the selected product at the most appropriate time prevent product losses. Temperature, which is one of the most important climatic parameters in terms of agricultural production; It determines the emergence, development, vegetation period and maturation of the plant from the soil. There are concrete findings in various sources that change trends in climate components can affect agricultural production and yield positively or negatively. These change trends in climate elements can show large deviations from global trends on a local/regional scale. Developing and implementing risk reduction and adaptation strategies and good agricultural practices to increase local/regional agricultural productivity has become imperative for sustainable agricultural production. The basis of the study is as an indicator of the impact of climate change in terms of sunflower agriculture, according to the 1971-2000 reference period; 1981-2010; the areal changes of the Total Growth Degree Day (TGDD) and Thermal Growth Season Length (TGSL) values calculated for the 1991-2020 and 2020-2098 periods. To determine the local temperature changes in the Thrace region and their possible effects on sunflower agriculture, first (1971-2000; 1981-2010; 1991-2020) the extreme values of the

observed maximum daily temperatures for 30-year periods were examined. Using these extreme values, TBDG and TBDU were calculated based on the base temperature value of 6.7 °C. The spatial distribution and temporal variation of the calculated TBDG and TBDU in the Thrace region were evaluated in terms of sunflower cultivation. To analyze the effects of climate change on a regional/regional basis, climate projections developed by the General Directorate of Meteorology (MGM) for 3 global climate models and two scenarios were used. For the 2020-2098 period, the extreme values of the daily maximum and minimum temperature data produced with the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios of the GFDL, HadGEM and MPI models were used. By examining the data of observation and climate models and the areal changes of the main lines of sunflower agriculture in Thrace according to the 1971-2000 reference period, it is aimed to be a reference to agricultural production policies in terms of the future situation.