



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



DOKTORA TEZİ

**KENTSEL ALANLARDA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ AZALTIM VE UYUM
STRATEJİLERİNİN HAVZA ÖLÇEĞİNDE ANALİZİ**

Erda ÇELER

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Yusuf SERENGİL**

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Orman Mühendisliği Programı

İstanbul, 2022

TEŞEKKÜR

Lisansüstü deneyimim boyunca beni tüm yönleriyle etkileyen söz: “Ne kadar çok bilerseniz, o kadar çok borçlusunuz”. Hiç şüphe yok ki, bu noktaya gelene kadar mümkün olduğunu hayal edebileceğimden daha fazlasını öğrendim. Hayatımın bir sonraki macerasına adım atarken ödemem gereken borç çok büyük!

Çok teşekkürler... İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Orman Fakültesi’nde bulunmamın nedeni olan ve dört yıl boyunca paha biçilmez rehberliği, göstermiş olduğu hoşgörü ve sabrı ve en önde gelen entelektüel dürüstlük örneğim olduğu için danışmanım Prof. Dr. Yusuf SERENGİL’e; yakın ilgisi, muazzam desteği ve tavsiyelerini zoom platformunda buluşsak bile her zaman yanımda hissettiğim Doç. Dr. İbrahim YURTSEVEN’e; sıcak kalpliliği, nezaketi, destekleyici sesi ve kadın bakış açısı için Prof. Dr. Selma YAŞAR KORKANÇ’a; her türlü konuda destek ve tavsiyelerini esirgemeyen, fikirleriyle bana yol gösteren Prof. Dr. Adnan UZUN ve Prof. Dr. Ferhat GÖKBULAK’a; ve bu süreç boyunca her zaman yanımda olan ailem, arkadaşlarım, meslektaşlarım ve sosyal destek ağıma yürekten teşekkürler.

Ailem, bana olan inançları ve yaptığım seçimlerde koşulsuz desteği olan, ideallerimi gerçekleştirmemi sağlayan ve yolculuğumun her adımında yanımda olan, bana yol gösteren babam Turhan ÇELER, annem Perihan ÇELER ve ablam Funda ÇELER’e sonsuz teşekkürler.

Temmuz 2022

Erda ÇELER

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ KABUL VE ONAYI	ii
BEYAN	iii
BÜTÇE DESTEKLERİ	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ.....	xi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	xv
ÖZET	xvii
ABSTRACT	xix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI	8
1.2. TEMEL ARAŞTIRMA SORULARI.....	9
1.3. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI.....	10
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	12
2.1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE SÜRECİ	12
2.1.1. Kentsel Alanlarda İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Stratejileri.....	13
2.1.2. Kentsel Alanlarda Yerel iklim Planları	16
2.1.3. Kentsel Alanlarda Entegre Azaltım ve Uyum Planlaması	26
2.1.4. İklim Değişikliği ile Mücadelede Kentsel Planlanma.....	26
2.2. TÜRKİYE'DE ORMANLARIN VE ORMANCILIĞIN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE İLGİLİ ROLÜ	40
2.2.1. Türkiye’de İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum	40
2.2.2. AKAKDO Sektöründeki Mevcut Durum.....	41

3. YÖNTEM	47
3.1. ARAŞTIRMA ALANI	47
3.2. ÜLKE, KENT VE ULUSAL BAZDA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANLARI ANALİZİ	48
3.3. İKLİM PARAMETRELERİNİN ANALİZİ	51
3.3.1. İklim Parametrelerinin Trend Analizi	51
3.3.2. IPCC Senaryoları için İklim Değişikliği Model Projeksiyonlarının Değerlendirilmesi	52
3.3.3. İklim Uyumu Kırılganlık ve Risk Değerlendirmesi	53
3.4. KARBON STOK HESAPLAMASI	56
3.4.1. Arazi Kullanımı Kategorilerinin Tanımı	58
3.4.2. Arazi kullanım kategorileri için kullanılan havuzlar ve tanımlamaları	60
3.4.3. Arazi Kullanımı Kategorileri ve Alt Kategoriler	61
3.4.4. Uydu Tabanlı Arazi Örtüsü İzleme Sistemi	62
3.4.5. Biyokütle, Ölü Odun, Ölü Örtü ve Toprak Hesaplamaları	63
3.4.5.2. Ölü Odun (<i>Dead Wood</i>) Hesaplama Yöntemi	64
3.4.5.3. Ölü Örtü (<i>Litter</i>) Hesaplama Yöntemi	64
3.4.5.4. Toprak Organik Karbonu (<i>SOC</i>) Hesaplama Yöntemi	65
3.5. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ORMANCILIK ANKET DEĞERLENDİRMESİ	68
4. BULGULAR	72
4.1.1. Ülke bazında iklim değişikliği eylem planı ve/veya strateji belgeleri	72
4.1.2. Kent bazında iklim değişikliği eylem planı ve/veya strateji belgeleri	76
4.1.3. Ulusal bazda kentlerin iklim değişikliği eylem planı ve/veya strateji belgeleri	80
4.2. İKLİM PARAMETRELERİNİN ANALİZ BULGULARI	82
4.2.1. Afet Sayısı, Afettede Sayısı ve Risk Düzeyi	82
4.2.2. İklim Kırılganlık ve Risk Değerlendirmesi Bulgular	92
4.2.3. İklim Parametrelerinin Trend Analizine İlişkin Bulgular	99
4.2.4. İklim Parametrelerinin İstasyon Bazında Değerlendirmesine İlişkin Bulgular	129
4.3. KARBON STOK DEĞİŞİMİNE AİT BULGULAR	140
4.3.1. Canlı Biyokütle	143
4.3.2. Ölü Odun	143
4.3.3. Ölü Örtü	144
4.3.4. Toprak	144
5. TARTIŞMA	150

5.1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANLARINA YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER	150
5.2. İKLİM PARAMETRELERİ TREND VE PROJEKSİYON ANALİZİNE YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER	158
5.2.1. IPCC Senaryoları için İklim Değişikliği Model Projeksiyonlarına yönelik değerlendirme ve İklim Uyumu Kırılabilirlik ve Risk Değerlendirmesi	158
5.2.2. İklim Parametrelerinin Trend Analizi Sonuçları	170
5.2.3. GET Adaptasyon İndikatörleri	173
5.3. KARBON STOK HESAP ANALİZİNE YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER.....	175
5.4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ORMANCILIK ANKET DEĞERLENDİRMESİ	180
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	189
KAYNAKLAR.....	193
EKLER	218
EK 1 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ MODEL PROJEKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	218
EK 2 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KIRILGANLIK VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ.....	221
EK 3 ANKARA İLİ VE ÇEVRE İSTASYON VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	222
EK 4 ANKET SORULARI VE CEVAPLARI	280
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI	288
ETİK KURUL İZİN YAZISI	289
KURUM İZNİ YAZILARI.....	290
ÖZGEÇMİŞ	291

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1: Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklığın dağılımı (Serengil, 2018).	6
Şekil 1.2: Ülkemizde 400 mm'nin altında yağış alan iller (Serengil, 2018).	7
Şekil 2.1: Normal durum senaryosu ve azaltım senaryosuna göre toplam sera gazı emisyonları projeksiyonu (INDC, 2015).	44
Şekil 3.1: Ankara Çayı ve Çevresi Taşkın Tesisleri (Yılmaz ve Ercoşkun 2020; Pekin, 2007).	47
Şekil 3.2: Sera gazı envanteri ve karbon projelerinde yararlanılması amacıyla önerilen ekozonlar (Serengil 2018).	57
Şekil 4.1: Ulusal ölçekte iklim değişikliği eylem planı olan ve olmayan ülkeler (koyu yeşil- İDEP olan ülkeler, turuncu- İDEP olmayan).	72
Şekil 4.2: Ulusal ölçekte iklim değişikliği uyum eylem/strateji planı olan ve olmayan ülkeler (koyu yeşil- USEP olan ülkeler, turuncu- USEP olmayan).	73
Şekil 4.3: Havza ve Doğa Temelli Çözümler kavramlarının dâhil edildiği eylem planlarına sahip ülkelerin yüzdeleri.	75
Şekil 4.4: Ankara ili 1990 yılı arazi kullanım haritası.	142
Şekil 4.5: Ankara ili 2015 yılı arazim kullanım haritası.	143
Şekil 4.6: Ankete yanıt verenlerin illeri (gri renkte).	145
Şekil 5.1: 1985-2018 yılları arasında temel doğal tehlike istatistiği (WB).	174

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Ülke ve kent bazında uluslararası eylem ve uyum/strateji planlarındaki bilgiler. .	48
Tablo 3.2: Analiz edilen bölgeler ve seçilen ülke ve kentlerin sayısı.	49
Tablo 3.3: Türkiye'de analiz edilen kentlerin sayısı.	50
Tablo 3.4: İklim kaynaklı olayların “olasılığının” değerlendirilmesi için gösterge seviyesi (JASPERS, 2017).	54
Tablo 3.5: Gösterge niteliğindeki risk matrisi (JASPERS 2017).	55
Tablo 3.6: İklim sınıflaması ve diğer sınıflamalarla ilişkisi (Serengil 2018).	58
Tablo 3.7: Türkiye Aktivite Verisi izleme sistemi için arazi kullanımı kategorileri ve alt kategoriler.	61
Tablo 3.8: Hesaplamalarda kullanılan BCEF katsayıları (Tolunay, 2013) ile Kök/Gövde (R) oranları (IPCC, 2006).	63
Tablo 3.9: Ekolojik bölgelere göre mera alanlarının biyokütle stok değerleri (NIR Türkiye, 2020).	64
Tablo 3.10: Türkiye’de tüm orman alanlarındaki Ölü Organik Madde (DOM) Karbon Stok Değerleri (NIR Turkey 2020).	65
Tablo 3.11: Ekolojik bölgelere göre orman alanlarının Toprak Organik Karbon (SOC) stok değerleri (NIR Turkey 2020).	65
Tablo 3.12: Ekolojik bölgelere göre tek/çok yıllık bitkilerin alanlarının Toprak Organik Karbon (SOC) stok değerleri (NIR Turkey 2020).	65
Tablo 3.13: Ekolojik bölgelere göre mera alanların Toprak Organik Karbon (SOC) stok değerleri (NIR Turkey 2020).	66
Tablo 3.14: Ekolojik bölgelere göre yönetilen/doğal sulak alanların Toprak Organik Karbon (SOC) stok değerleri (NIR Turkey 2020).	67
Tablo 3.15: Diğer alanların Biyokütle, Ölü Organik Madde ve Toprak Organik Karbon (SOC) stok değerleri (NIR Turkey 2020).	67
Tablo 3.16: Anket çalışmasına katılım sağlayan İşletme Müdürlükleri ve Bölgelere Dağılımı.	69

Tablo 4.1: Ankara ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	84
Tablo 4.2: Eskişehir ili için bazı afetlerin sayısı, afet zede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	84
Tablo 4.3: Sakarya ili için bazı afetlerin sayısı, afet zede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	84
Tablo 4.4: Bilecik ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	84
Tablo 4.5: Kırşehir ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	85
Tablo 4.6: Kırıkkale ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	85
Tablo 4.7: Sivas ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	85
Tablo 4.8: Kayseri ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	85
Tablo 4.9: Yozgat ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	86
Tablo 4.10: Nevşehir ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	86
Tablo 4.11: Kastamonu ili için bazı afetlerin sayısı, afet zede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	86
Tablo 4.12: Çankırı ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).	87
Tablo 4.13: Ankara ili iklim verilerinin özeti (1927-2019) (MGM 2020).	100
Tablo 4.14: HAYMANA (4092) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.	101
Tablo 4.15: POLATLI D.U.C (9005) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.	103
Tablo 4.16: BALA D.U.C (9014) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.	105
Tablo 4.17: Çubuk (9643) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.	108
Tablo 4.18: Ankara (17130) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.	111
Tablo 4.19: KIZILCAHAMAM (17664) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.	113

Tablo 4.20: Nallıhan (17679) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.	116
Tablo 4.21: Beypazarı (17680) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.	118
Tablo 4.22: Polatlı (17728) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi. ..	121
Tablo 4.23: Ankara Bölgesi İstasyonu (17130) İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.	123
Tablo 4.24: Nallıhan İstasyonu (17679) İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.	125
Tablo 4.25: Beypazarı İstasyonu (17680) İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.	127
Tablo 4.26: Ankara ili ve çevre istasyonları yıllık toplam yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	129
Tablo 4.27: Ankara ili ve çevre istasyonları ortalama maksimum yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	130
Tablo 4.28: Ankara ili ve çevre istasyonları maksimum yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	130
Tablo 4.29: Ankara ili ve çevre istasyonları ortalama kar yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	131
Tablo 4.30: Ankara ili ve çevre istasyonları karla örtülü günler verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	132
Tablo 4.31: Ankara ili ve çevre istasyonları karlı günler verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	132
Tablo 4.32: Ankara ili ve çevre istasyonları maksimum kar kalınlığı verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	133
Tablo 4.33: Ankara ili ve çevre istasyonları ortalama sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	133
Tablo 4.34: Ankara ili ve çevre istasyonları ortalama max. sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	134
Tablo 4.35: Ankara ili ve çevre istasyonları max. sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	135
Tablo 4.36: Ankara ili ve çevre istasyonları ortalama min. sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	135

Tablo 4.37: Ankara ili ve çevre istasyonları min. sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	136
Tablo 4.38: Ankara ili ve çevre istasyonları sonbahar yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	136
Tablo 4.39: Ankara ili ve çevre istasyonları ilkbahar yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	137
Tablo 4.40: Ankara ili ve çevre istasyonları yaz yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	137
Tablo 4.41: Ankara ili ve çevre istasyonları kış yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	138
Tablo 4.42: Ankara ili ve çevre istasyonları sonbahar ortalama sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	138
Tablo 4.43: Ankara ili ve çevre istasyonları ilkbahar ortalama sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	138
Tablo 4.44: Ankara ili ve çevre istasyonları yaz ortalama sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	139
Tablo 4.45: Ankara ili ve çevre istasyonları kış ortalama sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.	139
Tablo 4.46: 1990 yılı Ankara ili karbon stok hesaplaması.	141
Tablo 4.47: 2015 yılı Ankara ili karbon stok hesaplaması.	142
Tablo 4.48: Farkındalıkla ilgili sorulara verilen yanıtlar.	145
Tablo 4.49: Orman yöneticilerinin iklim değişikliği hakkındaki bilgilerini ölçmek için sorulara verdikleri yanıtlar. Soruların tümü yanıtlayanın ilini içermektedir.	146
Tablo 5.1: Yeşil ekonomi geçiş indikatörlerinin Ankara ve yer aldığı ana havzalarla karşılaştırması.	174

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler

Açıklama

C	: Karbon
CC	: İklim Değişikliği
CO2	: Karbondioksit
ha	: Hektar

Kısaltmalar

Açıklama

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AB	: Avrupa Birliği
AD	: Aktivite Verisi
AFOLU	: Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımı
AKAKDO	: Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık
AR5	: IPCC 5. Değerlendirme Raporu
BAU	: Koşulların normal seyrettiği durum senaryosu
BM	: Birleşmiş Milletler
BK	: Birleşik Krallık
C40 Cities	: Şehirler İklim Liderliği Grubu
CAP	: İklim Eylem Planlaması
CBA	: Tüketime dayalı emisyon envanteri
CC	: İklim Değişikliği
CCPC	: İklim Koruma Kampanyası için Şehirler
CoM	: Belediye Başkanları Sözleşmesi
COP	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Taraflar Konferansı
CRF	: Ortak Raporlama Formatı (Common Reporting Format)
EF	: Emisyon Faktörü
ET	: Evapotranspirasyon
EU	: Avrupa Birliği

GHG	: Sera gazı
ICLEI	: Sürdürülebilirlik için Yerel Yönetimler
IDEP	: İklim Değişikliği Eylem Planı
USEP	: Uyum/Strateji Eylem Planı
INDC	: Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanı
IPCC	: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
IPPU	: Endüstriyel Proses ve Ürün Kullanımı
LCP	: Yerel İklim Planları
NDC	: Ulusal Olarak Belirlenen Katkılar
NIR	: Ulusal Envanter Raporu (National Inventory Report)
OL	: Diğer Alanlar
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
SEAP	: Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı
STK	: Sivil Toplum Kuruluşu
TCCCA	: Şeffaflık, Tutarlılık, Karşılaştırılabilirlik, Bütünlük ve Doğruluk
TUIK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UCM	: Kentsel İklim Haritaları
UDP/AP	: Kentsel Gelişim Politikaları ve Eylem Planları
UHI	: Kentsel Isı Adası
UN	: Birleşmiş Milletler
UNFCCC	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
WL	: Sulak Alanlar

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KENTSEL ALANLARDA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ AZALTIM VE UYUM STRATEJİLERİNİN HAVZA ÖLÇEĞİNDE ANALİZİ

Erda ÇELER

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Orman Mühendisliği Programı

Danışman : Prof. Dr. Yusuf SERENGİL

Kentler, yüksek enerji kullanımı ve yoğun nüfus nedeniyle sera gazı emisyonları için sıcak noktalardır. Kentlerin emisyonları arazi kullanımı, enerji tüketimi ve çeşitli sosyo-ekonomik ve coğrafi faktörlere bağlı olarak değişir. Kentsel alanlardaki artan toplam emisyon değeri doğru bir kentleşme yapısı, teknolojik ve davranış değişikliği yolu ile düşürülebilir. Kentsel alanlarda emisyonları etkileyen önemli fakat genellikle gözden kaçan bir bileşen de arazi kullanımıdır. İklim değişikliği ile mücadelede kentsel alanlar önemli bir işleve sahip olmakla beraber planlama ve uygulama süreçleri veya eylemlerin başarısı ve etkililiği hakkında çok az şey bilinmektedir. Zira şehirler için küresel ölçekte düzenli ve etkin bir sera gazı izleme sistemi henüz geliştirilmemiştir. Bu eylemlerin bilinmesi Paris İklim Anlaşması'nın küresel hedeflerine ulaşmak için önemli bir katkı sağlayabilir.

FAO'nun "Kentsel Ağaçların Yararları" raporunda ağaçlar kentsel alanlara stratejik olarak yerleştirilirse havayı 2 °C ile 8 °C arası soğutabilmekte, kentsel kirleticiler ve ince partiküller için filtre özelliği göstermekte, su akışını düzenlemekte ve su kalitesini iyileştirmektedir. Bir ağacın yılda ortalama 150 kg CO₂ tutabilmesi iklim değişikliği kaynaklı riskleri azaltmada kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca ağaçların yakınında vakit geçirmek, enerji seviyesini artırarak fiziksel ve zihinsel sağlığı iyileştirirken, stresi azaltmaktadır. Yani kentsel yeşil alan ve ormanların faydaları iklime uyum (ısı adası azaltma, mikro iklimi düzenleme), karbon azaltımı (karbon depolama, enerji kullanımını azaltmak) ve insan sağlığı (gölgeleme ve zihinsel sağlık) olarak düşünülebilir. Bu nedenle iklim değişikliği ile mücadelede şehirlerdeki yeşil alan oranlarının arttırılmasıyla iklim değişikliğine daha dirençli bir kent profiline ulaşılabilir. Bu sayede ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği de sağlanabilir.

Ulusal ve uluslararası seviyede mevcut iklim eylem planları incelendiğinde yeşil alanların azaltım ve uyum bakımından yeterince dikkate alınmadığı, doğal temelli çözüm ve ekosistem hizmetlerinin genellikle ihmal edildiği görülmektedir. Bu ihmalin temel gerekçesinin ilgili metotlara ulaşım ve teknik kapasitenin yetersizliği olduğu düşüncesiyle bu çalışma yapılandırılmıştır.

Kentsel alanlarda sıkça gözlenen sel, taşkın, kuraklık gibi oluşumların kaynağı olan havzalar iklim eylem planlarında çok sınırlı şekilde ele alınmaktadır. Özellikle taşkın konusu havzadan bağımsız olarak sadece suyun kanalını aşması olarak düşünülmektedir. Çalışmanın genel amacı, doğal temelli çözümler ve havza kavramlarını işlevsel olarak dikkate alacak, şehirlerde iklim değişikliği ile mücadeleyi hem emisyon azaltım/tutum hem de uyum kapsamında güçlendirecek entegre bir yaklaşımın geliştirilmesidir. Bu kapsamda azaltım ve uyum faaliyetlerinin havza ölçeğinde nasıl ilişkilendirilebileceği ve odaklanılabileceği ortaya konulmuştur. Çalışmanın alt amaçları şunlardır: (1) Ülke ve kentlerin iklim değişikliği strateji/eylem planlarında uyum, havza, doğa temelli çözüm ve azaltım içeriklerine ne oranda yer verildiğinin ortaya konulması; (2) Ankara ilinin bulunduğu bölgenin yıllık ortalama ve mevsimsel sıcaklık ve yağış verilerine yönelik trend analizi uygulanması ve ileriye dönük projeksiyonlar baz alınarak iklim uyumu kırılganlık ve risk değerlendirmesi; (3) Ankara örneğinde karbon stoklarının arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği kapsamında zamansal değişiminin ortaya konulması; ve (4) Kentlerde iklim değişikliği ile mücadelede ormancılığın rolünü anlamak, kent ormancılığına ne kadar katkı verildiğini değerlendirmek ve bu konudaki boşlukları saptamak için kent merkezlerindeki Orman İşletme Müdürlüklerine yönelik bir anket çalışmasının gerçekleştirilmesidir. Bu dört alt bileşenin entegre edilmesi ile ormanların kentsel alanlarda uyum ve azaltım yaklaşımlarına nasıl entegre edilebileceği ortaya konulacak ve umuyoruz ki bundan sonra geliştirilecek kentsel iklim eylem planlarında arazi kullanımı ve ormancılığa gereken önem ve ağırlık verilmesi önündeki teknik bariyer ortadan kaldırılmış olacaktır.

Bu amaçlara ulaşmak için, iklim değişikliği azaltım ve uyum stratejileri arazi kullanımı, ormancılık, havza yaklaşımı ve uyum yönlerinden ele alınmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sayısal verilerin değerlendirme sonuçlarının ulusal ve uluslararası çalışmalarla ilişkilendirilebilmesi için meta-analiz yöntemi uygulanmıştır. Araştırma bulguları, seçili ülke ve kentlerin iklim eylem planlarında, azaltım politika ve önlemlerinin uyuma nazaran daha geniş yer bulduğunu, havza kavramı ve doğa temelli çözümlere ise yeterince yer verilmediğini ortaya koymuştur.

Temmuz 2022 , 292 sayfa.

Anahtar kelimeler: İklim Değişikliği, Arazi Kullanım Sektöründe Azaltım ve Uyum, Ekosistem Hizmetleri

ABSTRACT

Ph.D. THESIS

Watershed Scale Analysis of Climate Change Mitigation and Adaptation Strategies in Urban Areas

ERDA ÇELER

İstanbul University-Cerrahpaşa

Institute of Graduate Studies

Department of Forest Engineering

Forest Engineering Programme

Supervisor : Prof. Dr. Yusuf SERENGİL

Cities are hotspots for greenhouse gas emissions due to high energy use and dense population. Emissions from cities vary depending on land use, energy consumption, and various socio-economic and geographical factors. GHG emissions in urban areas can be reduced through a suitable urbanization structure, technological and behavioral change. Land use is an essential component but often overlooked, influencing emissions in urban areas. While urban areas play a crucial role in combating climate change, little is known about the planning and implementation processes or the success and effectiveness of actions. A regular and effective greenhouse gas monitoring system on a global scale for cities has not been developed yet. Knowing these actions can make an essential contribution to achieving the global goals of the Paris Climate Agreement. FAO's "The Benefits of Urban Trees" report suggests that if trees are strategically placed in urban areas, they can cool the air by between 2 °C and 8 °C, act as filters for urban pollutants, and fine particulates regulate water flow and improve water quality. A tree that can absorb an average of 150 kg of CO₂ per year is critical in reducing the risks of climate change. In addition, spending time near trees reduces stress while increasing energy levels, improving physical and mental health. So the benefits of urban trees can be thought of as climate adaptation (heat island reduction, microclimate regulation), carbon reduction (carbon storage, reducing energy use), and human health (shading and mental health). For this reason, a city profile that is more resistant to climate change can be achieved by increasing the rate of the

green area in cities in combat against climate change. In this way, the sustainability of ecosystem services can also be ensured.

While the past and current climate action plans are examined, it is observed that green areas are not emphasized enough in terms of mitigation and adaptation, and natural-based solutions and ecosystem services are generally neglected. This study has been structured with the inadequacy of access to the relevant methods and technical capacity.

Watersheds, which are the source of floods, overflows, and droughts frequently observed in urban areas, are managed very limitedly. In particular, independent of the basin, flooding is considered only as the overflow of water. The general aim of the study is to develop an integrated approach that will take into account natural-based solutions and watershed concepts functionally and strengthen the combat against climate change in cities within the scope of both emission reduction/sequestration and adaptation. This context has revealed how mitigation and adaptation activities can be related and focused on the watershed scale. The sub-objectives of the study are: (1) To demonstrate the extent to which adaptation, watershed, nature-based solution, and mitigation contents are included in the climate change strategy/action plans of countries and cities; (2) To the application of trend analysis for annual average and seasonal temperature and precipitation data of the region where Ankara province is located, and climate adaptation vulnerability and risk assessment based on projections; (3) To reveal the temporal variation of carbon stocks in the context of land use and land-use change in the case of Ankara; and (4) To understand the role of forestry in combating climate change in cities, evaluate how much it contributes to urban forestry, and identify gaps in this regard, a survey is conducted for forest district managers in urban centers. Integrating these four sub-components will exhibit how forests can be adequately embedded into adaptation and mitigation approaches in urban areas. We hope that the technical barriers will be removed to give crucial importance and weight to land use and forestry in the urban climate action plans to be developed from now on.

In order to achieve these goals, climate change mitigation and adaptation strategies were investigated regarding land use, forestry, watershed approach, and adaptation. The data obtained were evaluated with the meta-analysis method. The results revealed that mitigation policies and measures had a broader place in the climate action plans than adaptation, while watershed and NbS concepts have not been included appropriately.

July 2022, 292 pages.

Keywords: Climate Change, Mitigation and Adaptation in the Land-Use Sector, Ecosystem Services

1. GİRİŞ

İklim değışikliğı günümüzün en önemli çevre sorunu olarak değerdendirilmektedir. 2015-2020 periyodunda ortalama küresel sıcaklık, kayıtlardaki herhangi bir eşdeğer döneme göre en yüksek seviyede gerçekleşmiştir. Sıcaklık ortalamasının sanayi devrimi öncesi (1850-1900) dönemden 1.1 °C (± 0.1 °C)'nin üzerinde ve 2011-2015 yıllarından ise 0.20 °C (± 0.08 °C) daha sıcak olduğu hesaplanmıştır. 2015-2019 beş yıllık ortalama değeri, Alaska, Güney Amerika'nın doğu kısımları, Avrupa ve Orta Doğu'nun geneli, kuzey Avrasya, Avustralya ve Afrika'nın güney bölgeleri dâhil olmak üzere Amerika Birleşik Devletleri'nin geniş bölgelerinde rekor seviyedeki en yüksek ortalama sıcaklıktır. Temmuz 2019 ise dünya çapında kaydedilen en sıcak ay olmuştur (World Meteorological Organization, 2020). Mevcut küresel ısınmanın büyük bir kısmının 20. yüzyılın ortalarından bu yana gerçekleşmiş olduğu (% 95 olasılıkla) ve benzeri görülmemiş bir hızla ilerlemeye devam ettiği belirtilmiştir (IPCC, 2014). COVID-19 pandemi döneminde bile 2020'deki karbondioksit (CO₂) ve sera gazı (GHG) emisyonlarının 2019 seviyelerine kıyasla düşmesi beklenebilir. Öte yandan 2020 GHG emisyonları düşse bile, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonları artmaya devam etmektedir (World Meteorological Organization, 2020) ve COVID-19 önlemlerinin sonucu olarak emisyonlardaki ani düşüşün iklim değışikliğı üzerinde ihmal edilebilir bir etkiye sahip olduğu değerdendirilmektedir (Forster ve diğ., 2020).

Paris Anlaşması'nın küresel ısınmayı yüzyıl sonunda 2 °C'nin çok altında sınırlandırma hedefi büyük ölçüde 2030'a kadar azaltım eylemlerinin uygulanmasına bağlıdır. Bu ise daha uzun vadeli bir perspektifle 2050'ye kadar düşük karbonlu ekonomiye geçiş zorunluğunun, kritik olarak bu daha kısa vadeli hedefe bağlı olduğunu göstermektedir. Paris Anlaşması, bu yüzyılın ikinci yarısında net sıfır GHG emisyonlarına ulaşmayı hedeflemektedir. Bunun anlamı CO₂ ve CO₂ olmayan emisyonların net CO₂ tutumu veya negatif emisyonlarla dengelenmesi gerekeceğı anlamına gelmektedir. Bir başka deyişle sıfır net emisyon hedefi arazi kullanma ve ormancılık azaltımları ile mümkün olabilir.

Farklı sera gazlarını karşılaştırmak ve iklimin stabil hale getirilmesi için BM İklim Değışikliğı Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) tarafından uygulanan 100 yıllık küresel ısınma potansiyelleri

(GWP'ler) hesaplandığında, küresel ısınmanın tepe noktaya ulaşması ve daha sonra kademeli olarak düşüşe geçmesi gerekmektedir. COVID-19 önlemleri ile 2020'de küresel sera gazı emisyonları (GHG) belirgin ancak geçici bir düşüşle sonuçlanmıştır. Düşük karbonlu geçişi teşvik etmek için ekonomik iyileşme bir fırsat olarak kullanılmadıkça, küresel sera gazı emisyonlarındaki bu geçici kesintinin 2050 yılına kadar küresel ısınmada 0.01 °C'den daha fazla bir azalmayla sonuçlanmayacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2018; Forster ve diğ., 2020).

İklim değişikliği ile mücadele havza kavramı ve yaklaşımı ile nasıl bütünleştirilebilir sorusu bu noktada ele alınmalıdır. Zira hem azaltım hem uyum stratejileri karbon döngüsü yanında hidrolojik döngüyü de dikkate almalıdır. Taşkın, kuraklık gibi afetler su döngüsünün ve havzalardaki arazi kullanımının bir sonucu olmasının yanı sıra su, ekosistemlerin büyümesi ve sağlığı bakımından kritik öneme sahiptir.

Entegre havza yönetimi, toprak, vejetasyon ve atmosfer üçgeninde bütünleşik düşünmeyi ve dolayısıyla havzanın çevresel ve sosyo-ekonomik yönlerini bir araya getiren çok disiplinli bir yaklaşımı gerektirmektedir. İklim değişikliği ile mücadelede ve uyum kapsamında yukarı havzalardaki orman yönetimi aşağı havzalardaki kentsel alanlarda hem çevre koruması ve duyarlılığı hem de insan refahının sağlanmasında (örn. tatlı su sağlama, doğal afetlerin iyileştirilmesi ve iklim değişikliği ile mücadele gibi) önemli bir yer tutmaktadır. Zira her türlü ormancılık faaliyetleri hidrolojik sistemle ilgilidir. Dahası kentsel alanlarda meydana gelen afetler (su baskını, taşkın gibi) büyük olasılıkla yukarı havzalardaki sorunlardan (örn. ormansızlaşma, tarım vb.) kaynaklanmaktadır. Bu da kentlerin iklim değişikliği ile mücadelede yer aldığı havzalarda arazinin doğru yönetilmesi ile ilgili olduğunu gösteriyor. Yukarı havzalar, hem yüzey hem de yeraltı sularının üretildiği alanlardır ve önemli bir su kaynağı oluşturur. Bu nedenle, yukarı havzalardaki, su ve bunun kapsayıcı rolüne entegre bir şekilde diğer sektör ve hizmetlere (örn. ormancılık, hayvancılık, rekreasyon, tarım vb.) yönelik önyargılı yaklaşımlardan kaçınarak planlı adımlarla hem arazinin doğru yönetilmesi sağlanmalı, orman alanları korunmalı ve geliştirilmeli hem de uygun şekilde yönetilmelidir. Birçok havzada ekosistemlerin iklim değişikliği ve kirlilik nedeniyle hâlihazırda ciddi şekilde bozulmuş olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, yukarı havzalardaki olumsuz koşullar, kentlerin hem çevresel hem de sosyo-politik istikrarı üzerinde dramatik etkilere sahip olabilir (Serengil, 2018).

Günümüzde, iklim değişikliklerinden etkilenen ve sürdürülebilir yönetime odaklanan uluslararası politika ve eylemlere ihtiyaç duyan havzaların (Wilkins, 2015) birçok kritik

çevresel, sosyal ve ekonomik (örn. su üretimi, odun hammaddesi, karbon tutma, biyoçeşitliliğin korunması, toprak koruma, sel-taşkın önleme, odun dışı orman ürünleri, estetik, kültürel, rekreasyon gibi) hizmeti sağladığı bilinmektedir (Křeček ve diğ., 2017; IPCC, 2015). Aynı zamanda, havzalar kuraklık, ısı dalgaları, seller ve taşkınlar, orman yangınları gibi aşırı iklim koşullarının kentsel alanlar üzerindeki olumsuz etkilerini iyileştirmede önemli ve kritik bir rol oynarlar. Bu hizmetlerin tedariki ve uygunluğu, havzanın iklimsel, çevresel ve sosyo-ekonomik özelliklerine göre oldukça çeşitlidir ve değerlendirilmesi ve optimizasyonu, çok disiplinli yaklaşımları ihtiva eden esnek ve şeffaf karar verme süreçleri ile ilişkilidir (Serengil, 2018).

Birçok havza antropojenik etkenlerden kaynaklanan çevresel değişiklikler nedeniyle tehdit altındadır. Bu nedenle, havza yönetimi ve rehabilitasyonu, orman azalımı, arazi bozulması, su kalitesinin bozulması ve hava kirliliği, tarım, yol yapımı ve madenciliğin zararlı etkileri gibi sorunların çözümünde kritik bir yol oynamaktadır. Doğrudan müdahale, ekosistem hizmetlerini hem havzalarda hem de kentlerde güvence altına alabilir. Kirlilik kontrolü, çevreye duyarlı ormancılık, toprak koruma, biyomühendislik ve/veya topluluk eylemlerinin havzalarda su kalitesini ve niteliğini iyileştirdiği bilinmektedir. Bu da havza ölçeğinde eşgüdümlü ve entegre çevre yönetimi ve mühendislik stratejilerinin yerel topluluk tarafından desteklenmesi ile sağlanır.

Türkiye, boyut ve yükseltiden dolayı iklim bakımından büyük değişkenlikler göstermektedir. Örneğin, yüksek dağlık yörelerde yıllık ortalama sıcaklığın sıfıra inmesi ya da güney sahil kesimlerinde yirmi dereceye kadar yükselmesi gibi (Serengil, 2018). Küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı gerekli önlemler şimdiden alınsa bile iklim krizinin etkilerinin hafiflemesi yıllar alacaktır. Son zamanlarda dünyanın farklı bölgelerinde yağışın azalması ile birlikte sıcaklıkların artması ile kuraklık ve su kıtlığının oluşması bazı bölgelerde su kaynaklarının kalitesinde azalmaya ya da aşırı yağışların meydana gelmesiyle sel ve taşkınların artmasına neden olmaktadır. Böylece su rezervlerine olan ihtiyaç artmaktadır (Serengil, 2018).

Hızlı kentleşme ve kentlerin genişlemesi, iklim değişikliğine hem emisyon azaltım/tutum hem de uyum kapsamında güçlendirecek entegre bir yaklaşımın değerlendirileceği kritik bir konudur. Hem çevreye duyarlı ve etkin bir şekilde yönetilen hem de yeşil alanların korunduğu bir kentleşme profili iklim değişikliği ile mücadelede birçok fayda sağlamaktadır (Barrera ve diğ., 2016). Oysa iklim değişikliğinin iki dayanağını yani azaltım ve uyumu genellikle aynı araştırma kapsamında görememekteyiz. Literatürdeki çalışmalar genellikle ya uyum ya da

azaltım üzerinedir. Araştırmalarda özellikle kentsel ormanların ekolojik, iklimi değişikliğini azaltma ve yaşam kalitesini yükseltme potansiyelleri genellikle göz ardı edilmiştir.

Şehirler ekonomik büyümenin, yenilikçiliğin ve kültürel çeşitliliğin merkezidir ve dünya nüfusunun % 50'sinden fazlasının yaşadığı yerlerdir. Kentsel planlamada yeşil alan yüzdesi bir kriter olarak kullanılmasına rağmen, genellikle kentleşmenin yoğun olduğu alanlarda yeşil alan oranını arttırmaya yönelik altyapı çalışmalarının sınırlı olduğu söylenebilir. Yeşil alanlar genellikle yerleşim bölgeleri dışındaki arazilerde bulunduğundan bu alanlara odaklanılarak yeşil alan oranını artırıcı çalışmalar yapmanın iklim değişikliği ile mücadelede avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir (Serengil ve diğ., 2018). Zira hızlı kentleşme ve iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkan negatif etkiler gelecekte yaşam kalitesi ve sürdürülebilir kalkınmayı törpüleyebilir (Özdemir ve diğ., 2018).

Kentleşmenin neden olduğu sorunlar iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ile birleştiğinde şehirlerimizdeki yaşam ortamları gittikçe daha fazla risk altına girmektedir. İklim değişikliği eylem planları hazırlayan ve uygulayan merkezi idarelerin kapasitelerinin daha da gelişmesi ile yerel yönetimlerin bu konuda bilinçlenmesi ve farkındalıklarının artması beklenebilir. Böylece yerel yönetimlerin iklim değişikliğinin etkisiyle ortaya çıkan çevresel problemlerin çözümünde proaktif rol oynaması düşünülebilir. Zira yerel ölçeklerde plan hazırlamak ve eylemler geliştirmek ayrıntılı ve yöreye özgü çözümler sağlayabilir. Nüfusun büyük kesiminin kentlerde yaşıyor olması iklim değişikliği ile mücadelenin kentsel alanlara odaklanması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Birçok işletmenin kentsel alanlarda buluşmasından dolayı bir ülkenin ekonomik kalkınmasında kentler önemli bir rol oynamaktadır (UN-Habitat, 2013; UN-Habitat, 2011). Hızlı kentleşen ve yayılan şehirde uygulanması planlanan eksiklikler Serengil ve diğ. (2018) tarafından hazırlanan bilimsel raporda ortaya konulmuştur. Raporda su ile ilgili değerlendirmeleri ve riskleri ortaya koymak için havza bazında ve ekosistem hizmetlerine yönelik değerlendirmeler yapılması önerilmektedir. Prasad ve diğ. (2009) tarafından yapılan araştırmada ise çeşitli kentlerin iklim değişikliği ile mücadele yöntemlerinden bahsedilmiştir. Bu örneklerden bazıları: (1) ABD'nin New Mexico eyaletinde Albuquerque kentinde iklim değişikliği ile mücadelede az su tüketen türlerin kullanılması ile su tüketiminin azaltılması ve böylece yeşil alan oranının artırılması; (2) İtalya'nın Venedik şehrinde kent ormanlarının artırılması çalışmalarına destek olmak için yeni inşaat ruhsatlarından alınan gelirin % 20'sinin şehir ormanlarına tahsisi; (3) Singapur şehrinde ekosistem hizmetlerinin ve biyoçeşitliliğin sürdürülebilir kullanımı, korunması ve restorasyonu yoluyla insanların uyum kapasitesini

artırarak ağaçlandırma çalışmaları için bir ormancılık programının yürütülmesi; ve (4) Vietnam Hanoi kentinde yukarı havzaların ağaçlandırılması ve restorasyonu çalışmalarına ağırlık vererek afet yönetimine katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

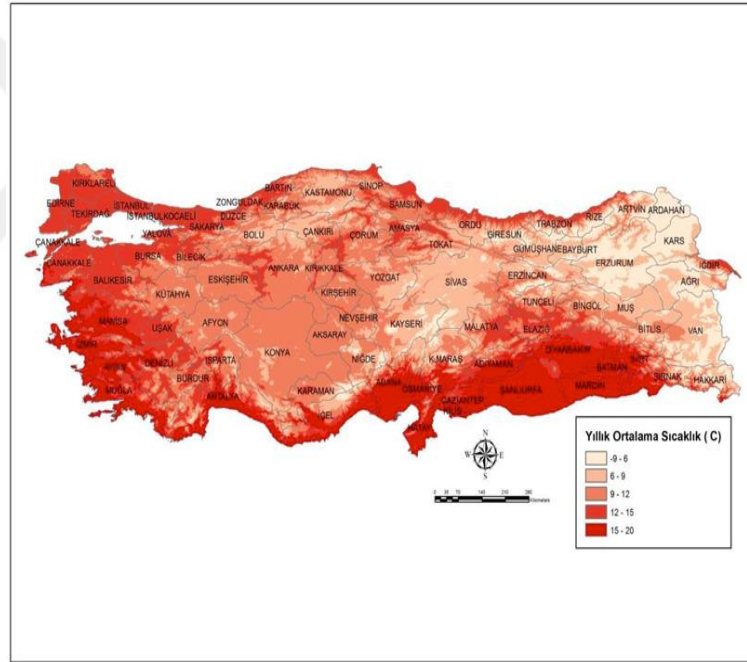
İklim değişikliği ile mücadelede uyum, “canlıların veya ekolojik bir sistemin değişen koşullara uyma yönünde yapısal, fonksiyonel veya davranışsal durumlarını değiştirmesi” olarak tanımlanır (UNFCCC, 2005). Uyum aynı zamanda değişen koşullar kapsamında artan ekstrem iklim olaylarına (seller, taşkınlar, kuraklık ve ısı dalgası gibi) karşı direnç geliştirmektir. Bu nedenle kentsel iklim değişikliği uyum strateji ve eylem planlarının mutlaka afet yönetimi ile birlikte ele alınması gereklidir. Ülkemizde iklim değişikliği ile bağlantılı en yaygın aşırı hava olayları; seller ve taşkınlar, kütsel toprak hareketleri, kuraklık ve ısı dalgaları, orman yangınlarıdır. Bu olayların hemen hepsi hidrolojik sistemle ve arazi yönetimi ile ilişkili olduğundan “iklim değişikliğine uyum” kavramı aslında arazinin doğru yönetimi ile yakından ilişkilidir. Bu da havza bazında veya havza perspektifi ile çözümlenebilecek bir sorun olarak ele alınmalıdır. Dolayısıyla her türlü ormancılık faaliyetinde havza yapısı dikkate alınarak planlama yapılmalı ve yönetim stratejileri geliştirilmelidir.

İnsanlar ve diğer canlılar için kullanılabilir su miktarı çok önemlidir. Bu nedenle, su rezervlerinin bulunduğu alanlarda orman yangınlarına karşı tedbirler alınmalıdır. Özellikle hava sıcaklıklarının artması orman yangınlarının artmasına neden olmakla birlikte su kaynakları üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Ayrıca havzalarda iklim değişikliğine bağlı olarak gerçekleşebilecek olası riskler (örn. sıcaklık artışı ya da yağış azlığı gibi) dikkate alınarak planlama yapılmalı ve gerekli tedbirler alınmalıdır. İklim değişikliği ile mücadele ve uyum kapsamında havzalarda orman yönetimi önemlidir. Suyun üretildiği alanlar (baraj havzaları) ağırlıklı olarak ormanlarla kaplıdır. Dolayısıyla her türlü ormancılık faaliyeti su üretiminin kapasitesini arttırma ya da azaltmaya sahiptir. Böylece doğru ormancılık uygulamaları ile bir ormanlık alandan kaliteli ve yeterli miktarda su üretilebilir (Serengil ve diğ., 2011; Serengil ve diğ., 2012).

Ormanlar, dünyada sürdürülebilir bir yaşam sağlamak için iklim değişikliğini azaltma ve küresel Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine (SDG'ler) ulaşma çabalarında ön saflarda yer almaktadır. Bununla birlikte, orman ekosistemleri özellikle küresel değişimin etkisi ve aşırı iklim olaylarının sıklığı ve şiddeti, artan atmosferik CO₂ konsantrasyonları ve kirleticiler gibi birçok bileşene maruz kalmaktadır. Tüm bu faktörler, ormanların iklim düzenleme ve azaltma,

biyolojik çeşitliliğin korunması, temiz su ve hava temini, gıda ve enerji üretimi ve özellikle kentsel sistemlerde insan sağlığı ve refahının iyileştirilmesi dâhil olmak üzere önemli ekosistem hizmetleri sağlamaya devam etme kapasitesini önemli ölçüde etkiler. İklim sisteminde antropojenik etkilerin sonuçlarından biri, sıcaklık ve yağış gibi aşırı hava ve iklim değişkenlerinin sıklığı, yoğunluğu, mekânsal kapsamı, süresi ve zamanlamasındaki değişimdir.

Türkiye’de özellikle Karadeniz sahil kesiminde yıllık yağışın toplam buharlaşmayı (ET) geçtiği görülür; diğer bölgelerimizde ise bu tam tersidir. Bu durum iklim değişikliği ile mücadele ve uyum yönünden önemlidir. Türkiye için yapılan birçok iklim projeksiyonları önümüzdeki yüzyıl içinde sıcaklık artışı ile birlikte ciddi bir yağış azalması olacağını göstermiştir. Bu da arazi kullanma yönünde başta tarım ve ormancılık sektörleri olmak üzere negatif etkilere yol açabilir (Şekil 1.1 ve 1.2).



Şekil 1.1: Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklığın dağılımı (Serengil, 2018).



Şekil 1.2: Ülkemizde 400 mm'nin altında yağış alan iller (Serengil, 2018).

Bir ülkede iklim değişikliği ile politikalar belirlerken merkezi yönetim sisteminin yerel yönetimlerle birlikte politikalar geliştirmesi esastır. İklim değişikliği ile mücadelede Türkiye için aslında yerelden genele yani yerel yönetimlerden merkezi yönetimlere doğru bir yol izlenmesi daha etkin olabilir. Böylece yerel sorunlar ve bunların çözümleri genel politikalara etki edebilir.

Ekim 2019'da Kopenhag'da düzenlenen C40 Dünya Belediye Başkanları Zirvesine belediye başkanları, küresel iklim acil durumunu resmen tanıdıklarını ve küresel ısınmayı Paris Anlaşması'nın 1.5 derece hedefinin altında tutmak için iklim değişikliğinden en fazla sorumlu olan sektörlerin emisyonlarının azaltılarak daha yaşanılabilir ve sürdürülebilir bir gelecek için çevreyi ve ekonomiyi koruma ve güçlendirme konularındaki taahhütlerini ortaya koymuşlardır. Türkiye'de yerel yönetimlerin iklim değişikliği ile mücadelede etkinliklerini artırmaları sayesinde ekonomik, sosyal ve çevresel süreçlerin sürdürülebilir kalkınmadaki önemi artırılabilir.

Rio BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (1992) oluşturulan Yerel Gündem 21, artmakta olan çevre sorunlarıyla mücadelede kritik bir rol oynamıştır. Bu kapsamda yerel yönetimlere karar alma, planlama ve uygulama aşamalarında ilgili sivil toplum kuruluşları (STK) ve paydaşlar ile işbirliği içerisinde etkin görevler verilmiştir. Dünya, karbondan arındırılmış bir topluma ulaşma çabalarını hızlandırırken, toplumun ve ekonominin temeli olan şehirlerin iklim değişikliğiyle nasıl mücadele ettiğine dair artan bir ilgi vardır. 2018'de dünya nüfusunun % 55.3'ünün şehirlerde yaşadığı belirtilmekte ve 2030 yılında ise % 60'ının şehirlerde yaşayacağı tahmin edilmektedir (UN-Habitat World Cities Data Booklet, 2018).

Hızlı kentleşme ile artan düzensiz yapılaşma, hava kirliliğine ve planlanmamış kentsel genişlemeye sebep olmaktadır. UN Department of Economic and Social Affairs (2019)’a göre şehirler, CO₂ salımlarının % 71 ile % 76’sından sorumludur. IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)’nin Ekim 2018’de yayınladığı “Global Warming of 1.5 °C” raporunda 2030 yılına kadar sanayi öncesi sıcaklık seviyesinin 1.5 °C’nin üstüne çıkmasını engellemede karbon emisyonlarını azaltmak için bir an önce yeşil dönüşümün başlamasının gerektiği ifade edilmiştir (IPCC, 2018).

Buraya kadar anlatılanlar özetlenecek olursa; sanılanın aksine iklim değişikliği ile mücadelede azaltım ve uyum potansiyeli genellikle kent merkezlerinde değil daha çok kentlerin çevresindeki arazilerde gerçekleşmektedir. Zira şehir merkezinden uzaklaştıkça yeşil alanlar artış göstermektedir. Su baskını, taşkın, su kıtlığı gibi iklim değişikliği ile ortaya çıkan afetler kentin içinde yer aldığı havzalar ile ilişkilidir. Havza yaklaşımı kentsel alanlarda iklim değişikliği ile mücadelede kritik bir rolü olmasına karşın havza ölçeği genellikle gözardı edilmektedir. Havza sistemi iklim değişikliği ile mücadelede hem azaltım/tutum hem de uyum bakımından önemlidir.

Tez çalışması kapsamında kentsel alanlar için iklim değişikliği stratejilerinin havza ölçeğinde nasıl ele alınması gerektiği konusunda bir analiz yapılmıştır. Tezin genel amacı kentsel alanlarda iklim değişikliği ile mücadeleye yeni bir bakış açısı kazandırmaktır. Bu kapsamda azaltım ve uyum faaliyetlerinin havza ölçeğinde nasıl ilişkilendirilebileceği ve odaklanabileceği ortaya konulmaktadır. Tez havza ölçeği ve yönetimi yaklaşımını iklim değişikliği ile mücadelede etkin bir araç olarak geliştirmeyi hedeflenmektedir. Buna göre iklim değişikliği ile mücadele kapsamında ilgili yerleşim alanının hangi havzada yer aldığı, havzadaki sorunlar ve havzanın gelişme potansiyeli önemli yer tutmaktadır. Aynı zamanda azaltım yani emisyon azaltım/tutum hesaplamalarını da bölge ve daha hassas ölçekte havza bazına indirgemeyi hedeflemektedir.

1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI

Tezin ana amacı, kentlerde iklim değişikliği ile mücadeleyi etkin hale getirmek üzere havza ölçeği yaklaşımını operasyonel hale getirecek bir metod/metodların geliştirilmesi ve uygulanmasıdır. Böylece iklim değişikliği ile mücadelenin kentsel alanlarda iki temel dayanak (azaltım ve uyum) üzerinde havza yönetimi kapsamında ele alınmasını öngörmektedir.

Bu çalışmanın uzun vadeli hedefi; kentsel alanlarda iklim değişikliği strateji ve eylemlerinin havza perspektifinde etkili uygulanması için bilgi sağlanmasına yardımcı olarak iklim değişikliğinin potansiyel etkileri hakkındaki genel algıya katkıda bulunmaktır.

Araştırmanın alt amaçları ve bileşenleri ise: (1) Ülke ve kentlerin iklim değişikliği strateji/eylem planlarında uyum, havza, doğa temelli çözüm ve azaltım içeriklerine ne oranda yer verildiğinin ortaya konulması; (2) Ankara ilinin bulunduğu bölgenin yıllık ortalama ve mevsimsel sıcaklık ve yağış verilerine yönelik trend analizi uygulanması ve ileriye dönük projeksiyonlar baz alınarak iklim uyumu kırılganlık ve risk değerlendirmesi; (3) Ankara örneğinde karbon stoklarının arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği kapsamında zamansal değişiminin ortaya konulması; ve (4) Kentlerde iklim değişikliği ile mücadelede ormancılığın rolünü anlamak, kent ormancılığına ne kadar katkı verildiğini değerlendirmek ve bu konudaki boşlukları saptamak için kent merkezlerindeki Orman İşletme Müdürlüklerine yönelik bir anket çalışmasının gerçekleştirilmesidir.

1.2. TEMEL ARAŞTIRMA SORULARI

Araştırmada aşağıdaki soruların cevaplanması hedeflenmiştir:

- (1) Dünya genelinde seçili ülke ve kentsel alanlardaki iklim değişikliği strateji ve eylem planlarında havza, doğa bazlı çözümler, azaltım ve uyum kavramlarına yer verilmiş mi?
- (2) Eylem planlarında iklim projeksiyonları nasıl olmalıdır, iller ve yer aldığı ana havzalar nasıl değerlendirilmelidir, Ankara örneğinde iklim değişikliği projeksiyonlarının sonuçları nelerdir?
- (3) Ankara geneli arazi kullanım değişikliğinin karbon stokları üzerindeki etkisi nedir?
- (4) Orman yönetim süreçlerinde kentsel alanlar ve ormanların değişimi dikkate alınmakta mıdır, iklim değişikliği orman yönetimine dahil edilmekte midir??

Cevaplanması hedeflenen sorular doğrultusunda aşağıdaki hipotezler test edilmiştir:

- (I) (H0): Havza yaklaşımı iklim değişikliğinde önemli yer tutmasına rağmen iklim değişikliği strateji ve eylem planlarında yer almamaktadır. (HA): Havza yaklaşımı iklim değişikliği strateji ve eylem planlarında yer almaktadır.
- (II) (H0): Geçmişte Ankara ilinde sıcaklık ve yağış parametreleri değişim göstermemektedir. (HA): Ankara ilinde sıcaklık ve yağış parametreleri geçmişte

ve gelecekte değişkendir.

- (III) (H0): Ankara ilinde karbon yutakları 1990-2015 yılları arasında artış göstermemiştir. (HA): Ankara ilinde karbon yutakları 1990-2015 yılları arasında artış göstermiştir.
- (IV) (H0): Orman işletme müdürleri iklim değişikliği konusunda yeterli bilgi sahibi değildir. (HA): Orman işletme müdürleri iklim değişikliği konusunda yeterli bilgi sahibidir.

1.3. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Araştırma, Giriş, Genel Kısımlar, Malzeme ve Yöntem, Bulgular ve Tartışma ve Sonuç olmak üzere beş ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerin içerikleri aşağıdaki gibidir:

Araştırmanın birinci bölümü tezin giriş bölümüdür. Bu bölümde araştırmanın amacı, temel araştırma soruları, araştırma hipotezi ve araştırmanın kapsamından bahsedilmiştir.

Genel Kısımlar bölümünde, iklim değişikliği ile mücadele sürecinde kentsel alanlarda iklim değişikliği azaltım ve uyum stratejileri, kentsel alanlarda yerel iklim planları ve entegre azaltım ve uyum planlaması ile Türkiye ormanlarının ve ormancılığın iklim değişikliği ile ilgili rolü özetlenerek, konunun literatürdeki yeri hakkında bilgiler sunulmuştur.

Malzeme ve Yöntem bölümünde, araştırma alanı hakkında bilgiler verilmiş, dünya genelinde seçili ülke ve kentlerin iklim değişikliği strateji ve eylem planları detaylı olarak incelenmiş ve böylece kentsel alanlarda yapılan ölçümlerin analiz ve yorumlanmasına yardımcı olacak veriler elde edilmiştir. Mevcut ve gelecekteki iklim değişikliğinin Ankara geneli ve yer aldığı havzalarda etkisi araştırılmış ve Ankara ve yer aldığı havzalardaki iklim değişikliği projeksiyonları çıkarılmıştır. Ankara geneli arazi kullanım değişikliğinin sera gazı emisyonu üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Son olarak kentlerde iklim değişikliği ile ilgili mücadelede ormancılığın rolünü anlamak için Orman İşletme Müdürlüklerine yönelik bir anket çalışması yapılmıştır.

Bulgular bölümünde çalışma alanında uygulanan yöntemlerin bulguları yer almaktadır. Dünya genelinde seçili ülke ve kentlerin iklim değişikliği strateji ve eylem planlarındaki veriler değerlendirilmiştir. Ardından Ankara ili ve yer aldığı havzalardaki mevcut ve gelecekteki iklim değişikliği etkisi ortaya konmuştur. Ankara geneli arazi kullanım değişikliğinin sera gazı emisyonu üzerindeki etkisini ortaya koymak için karbon hesaplamaları yer almaktadır. Son

olarak Orman İşletme Müdürlerine uygulanan anket sonucunda iklim değişikliği ile mücadelede ormancılığın rolü, kent ormancılığına verilen katkı ve bu konudaki boşluklar değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

Araştırmanın son kısmını oluşturan Tartışma ve Sonuç bölümünde ise elde edilen bulgulara dayanılarak benzer çalışmalarda sonuçlar karşılaştırılmış ve verilerin yorumlanmasına çalışılmıştır. Ayrıca araştırma sonuçlarına göre çeşitli öneriler geliştirilmiştir.



2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE SÜRECİ

Sanayi devriminin bir sonucu olarak ortaya çıkan iklim değişikliği ile mücadele süreci 20. yüzyılın sonlarında hız kazanmıştır. Bu çabaların temelinde Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC, 2005) olup, iklim değişikliğini, “karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı küresel atmosferin bileşimini bozan antropojenik etkiler sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” olarak tanımlamaktadır. İklim değişikliği ortalama iklim koşullarında bir değişiklik olarak ifade edilmenin yanında kuraklık, seller, fırtınalar ve kuvvetli rüzgarlar gibi ekstrem iklim olaylarının yoğunluk ve sıklığında değişimler olarak kendini göstermektedir. Bu etkiler tipik olarak on yıllarca veya daha uzun bir süre boyunca devam edebilmektedir.

Bilim adamları temel iklim değişikliğinin göstergesi olarak genellikle dünyanın ortalama atmosferik yüzey sıcaklığını göstermektedir. Küresel ortalama atmosferik yüzey sıcaklığındaki artış, artan sera gazı emisyonlarının bir sonucudur (IPCC, 2001). Sıcaklık ve yağıştaki değişiklikler, diğer biyofiziksel etkilerin yanı sıra, artan fırtına şiddetine, kuraklıklara, deniz seviyesinin yükselmesine ve buna bağlı olarak kıyı erozyonuna ve artan veya yoğunlaşan ani sellere yol açmaktadır. Örneğin Avrupa, Asya ve Avustralya'nın büyük bölümlerinde sıcak hava dalgalarının daha yaygın hale gelmesi ve şiddetli yağış olaylarının ortalama olarak artması sel riskini ortaya çıkarmıştır (IPCC, 2014).

İklim risklerinin ve olası etkilerinin büyüklüğü, Paris'teki 2015 BM İklim Değişikliği Konferansı (UNFCCC) ve BM İklim Değişikliği Taraflar Konferansı (COP 21)'nda vurgulandığı üzere, kamu ve kamu dışı aktörler ve yerel yönetimler tarafından yürütülecek iklim eylemlerinin kapsamına bağlıdır (Palermo ve Hernandez, 2020; Bertoldi, 2018; Melica ve diğ., 2018). Bununla birlikte, COP 21'deki karar vericiler, bu yüzyılda en iyi senaryoyla bile küresel bir sıcaklık artışının 2 °C'nin altında tutulmasının mümkün olmadığını ifade etmişlerdir. Ortalama küresel sıcaklık artışının, sanayileşme öncesi dönemdeki seviyenin 1.5 °C üzeri ile sınırlandırma çabalarını sürdürmeyi kabul etseler de, belirlenen ulusal katkılar (NDC) Paris Anlaşması'nın merkezinde yer alan Anlaşmanın taahhüt edilen hedeflerini karşılamak için

yeterli olmadığından en az 3–4 °C'lik bir artışa yol açabileceği belirtilmiştir (du Pont ve Meinshausen, 2018; Nieto ve diğ., 2018).

Kısacası küresel sıcaklık artışını sınırlandırmanın yolu azaltım eylemlerine yönelmek ve bu yönde politikalar geliştirmektir. Belli bir sıcaklık artışına karşı alınan koruyucu tedbirlere ise uyum eylemleri denilebilir. İklim Değişikliğinin etkilerini sınırlamak için, azaltım (sera gazı emisyonlarının azaltılması ve/veya sera gazlarının yutaklarının artırılması) gereklidir, ancak İklim Değişikliği azaltım çabalarını tamamlamak için her ölçekte uyum stratejileri de gereklidir (Ghoneem, 2016).

2.1.1. Kentsel Alanlarda İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Stratejileri

Şehirlerde hem uyumu hem de azaltımı yönetmek için küresel iklim değişikliğiyle mücadele stratejileri çerçevesinde eylemlerin yürütülmesi gerekmektedir. İklim değişikliğinde uyum ve azaltım tek bir grup veya tek bir otorite tarafından ya da sadece bireylerin çabalarıyla ele alınamaz. Başarılı iklim değişikliğine uyum ve azaltım faaliyetleri için küresel ve ulusal düzeyde merkezi otorite, akademik kurumlar ve iş dünyası dahil, belediyeler, sivil toplum kuruluşları (STK'lar), özel sektör, kamu kurumları ve yerel düzeydeki uzman olmayan kişiler dahil olmak üzere çeşitli kurumlar arasında güçlü koordinasyon ve işbirliği yoluyla tüm ilgili sektörlerden hem kâr amacı güden hem de kar amacı gütmeyen paydaşların katılımıyla toplumsal eylemlerle çeşitli mekânsal ve zaman ölçekleri dikkate alarak bütünleştirici bir stratejik eylem planına ulaşılmalıdır (Atun, 2018).

Uluslararası Yerel Çevre Girişimleri Konseyi (ICLEI-Sürdürülebilirlik için Yerel Yönetimler) tarafından sera gazı (GHG) emisyonlarını azaltmak için şehir düzeyinde girişimler teşvik edilmektedir (Alexander, 2020). Küresel kent nüfusunun % 25'inden fazlasını temsil eden Sürdürülebilirlik için Yerel Yönetimler (ICLEI) ve İklim Koruma Kampanyası için Şehirler (CCPC) gibi artan sayıda yerel iklim ve sürdürülebilirlik

girişimleri vardır. ICLEI ve CCPC en iyi uygulamaların araştırılması ve geliştirilmesi ve şehirlerarasında deneyimlerin paylaşılması yoluyla sera gazı emisyonlarını azaltmak ve dengelemek için projeler geliştirmektedir. Öte yandan C40, Şehirler İklim Liderliği Grubu (C40 Cities) dünyanın en büyük 100'den fazla şehrini bir araya getiren bir girişimdir. Şu anda 7700'den fazla imzacıya ve bir eylem planı sunan şehirlere sahip olan Avrupa Birliği'nin İklim ve Enerji için Belediye Başkanları Sözleşmesi ile Avrupa düzeyinde girişimler başlatılmıştır (EU Covenant of Mayor for Climate and Energy, 2020). Ocak 2017'de, İklim ve Enerji için

Belediye Başkanları Sözleşmesi, şehir düzeyinde düşük emisyonlu ve iklime dirençli bir ekonomiye şehir düzeyinde geçişi ilerletmek için AB Belediye Başkanları Sözleşmesi ile Belediye Başkanları Sözleşmesi yerel eylemin küresel etkisini göstermek için resmi olarak bir araya getirilmiştir (EU Covenant of Mayor for Climate and Energy, 2020; Grafakos ve diğ., 2019). Belediye Başkanları Sözleşmesi (CoM), AB'nin iklim değişikliği azaltım hedeflerinin uygulanmasına yerel yönetimleri dâhil etmek için 2008 yılında Avrupa Komisyonu tarafından başlatılan gönüllü bir girişimdir (EC, 2008). Girişim kapsamındaki şehirler, sera gazı emisyonlarını azaltmak, enerji verimliliğini artırmak ve bölgelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmak sözü vermişlerdir (Messori ve diğ., 2020). Şehir yetkililerinin sera gazı emisyonlarını 2020 yılına kadar 1990 seviyelerine kıyasla % 20'den fazla azaltmayı taahhüt ettikleri gönüllü bir anlaşmadır (CoM, 2016a). Taahhüdün bir parçası olarak, şehir yetkililerinin bir Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEAP) geliştirmeleri ve burada emisyon azaltımını nasıl gerçekleştirmeyi amaçladıklarını ve raporlama kurallarına uymaları gerekmektedir (Azavedo ve diğ., 2017).

Çevre koruma konusunda hassas olduğu bilinen Avrupa Parlamentosu (Kelemen, 2010) 2009'da 2020 hedefini belirlemiştir (European Parliament, 2009). Hedef, sera gazı emisyonlarında 1990 yılı baz alınarak % 20 azaltma, yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjide % 20 artış ve 2020 yılına kadar enerji verimliliğinde % 20 artış hedefini içermektedir. Komisyon, 2050 yılına kadar % 80 sera gazı emisyon azaltım taahhüt etmiştir (European Commission, 2011b). Avrupa genelinde birçok hükümet, kurumsal ve yasal yapı iklim değişikliğinin şehir planları üzerindeki etkisinin iklim politikasına göre farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Örneğin, Albrecht ve Arts (2005), devlet merkezli ülkelerin (örneğin Fransa) ve geçiş ekonomilerinin (örneğin Estonya) iklim değişikliğiyle mücadelede daha az uygulama planlarına ve zaman çerçevelerine sahip olduğunu ifade etmiştir. Fransa'daki yerel iklim eylem planları, iklim ve enerji sorunları hakkında farkındalık yaratmada yardımcı ve yerel paydaşları yerel özelliklere uygun ortak çözümler geliştirmek için bir araya getirmektedir. Azaltım eylemleri, genellikle, ulaşım veya atık yönetimi ve hatta sektöre özgü politikaları tamamlayabildiği veya entegre edebildiği için adaptasyondan daha gelişmiş görünmektedir (Reckien ve diğ., 2014; Reckien ve diğ., 2015). Uyum sorunlarını kentsel dokulara entegre etmek hala zordur ve ulusal stratejiler, entegrasyonda çok önemli olan politikaları ve planlama araçlarını belirlemişlerdir (Biesbroek ve diğ., 2009; Reckien ve diğ., 2014). İklim değişikliğinin etkilerinin yaşandığı ve karşılıklı bağımlılıkların daha kolay tanındığı şehirlerde, adaptasyonun yerel yönetimler tarafından yapılması gerektiği ve çoğunlukla yapıldığı varsayılmaktadır

(Biesbroek ve diğ., 2009; European Commission, 2014; Measham ve diğ., 2011). Ancak, adaptasyon yerel eylemle sınırlı değildir (Archie ve diğ., 2014); iklim etkilerinin bölgesel boyutu ve sektörler arası (yani kamu, endüstriyel ve özel sektör gibi çeşitli sektörler genelinde) politika ve planların doğası genellikle daha büyük ölçeklerde koordinasyon (örn. orman yönetimi, doğa koruma, nehir havzası yönetimi, su yönetimi, taşkın yönetimi, mekânsal planlama) gerektirmektedir (Heidrich ve diğ., 2016).

Öte yandan şehirler, iklim değişikliği ve kentsel kalkınmanın bileşik etkileri nedeniyle artan aşırı iklim olayları nedeniyle risk altındadır (Aerts ve diğ., 2014; Birkmann ve diğ., 2016; IPCC, 2012; Mechler ve Schinko, 2016). Örneğin, deniz seviyesindeki yükselme ve fırtına dalgalarının eşzamanlı olarak ortaya çıkması ile yükselen deniz seviyeleri, kıyı kentlerinde artan taşkın riskine yol açarak kentsel sosyo-ekonomik, ekolojik ve altyapı sistemleri için potansiyel olarak ciddi sonuçlara neden olmaktadır (Hallegatte ve diğ., 2013; Little ve diğ., 2015; Voudoukas ve diğ., 2018). Küresel ısınmanın şehirler üzerindeki bir diğer etkisi de, halk sağlığını olumsuz yönde etkilemesi beklenen kentsel ısı adası (UHI) etkisi nedeniyle kentsel alanlarda ısı dalgalarının şiddetlenmesidir (Founda ve Santamouris, 2017; Mora ve diğ., 2017; Shen ve diğ., 2016; Ward ve diğ., 2016). Bu nedenle, küresel ısınma ile mücadelede kentlerdeki temel zorluk, şehirlerin iklim stresine uyum oluştururken, azaltım amacıyla sera gazlarını en aza indirmek için entegre bir yaklaşım benimsemelerini sağlayan stratejiler geliştirilmesidir (Xu ve diğ., 2019; Hallegatte ve diğ., 2016; Jones, 2017). Bu zorlukların üstesinden gelmek ve negatif etkileri azaltmak için, iklim değişikliği azaltım ve uyum, planlama ve eylemlere eşit düzeyde öncelik verilmelidir (IPCC, 2014; Pancost, 2016; Rosenzweig ve diğ., 2010).

Genellikle geçmiş trendlere bakılarak tahmin edilen gelecekle ilgili projeksiyonlar sayesinde şehir gelişme planları ve azaltım stratejileri hazırlanmaktadır. Şehirler oldukça karmaşık, kendi kendini düzenleyen sistemler olduğundan ve doğrusal olmayan trendleri takip ettiğinden, planların bütünlüğü ve planda tanımlanan stratejilerin uygulanması uzun vadede garanti edilemez. İklim değişikliğinin bilimsel belirsizliğine ek olarak, büyük şehirlerde, örneğin İstanbul gibi bir mega kentte belirsiz bir gelişim trendine sahip olmak, mevcut kaynaklarla durumu daha da zorlaştırmaktadır. Gerçekte, bir şehir sisteminde, mevzuat ve kalkınma planları gibi idari ve örgütsel kararlar, sosyal, ekonomik ve fiziksel trendleri üzerinde güçlü etkilere sahiptir. Bu nedenle, olgunun karmaşıklığından dolayı, sürdürülebilir ve dirençli bir şehir sistemi elde etmek için yapılandırma unsurları, arazi kullanımı ve altyapılar gibi mekânsal

yönler, hem resmi hem de gayri resmi sektörler dâhil olmak üzere ekonomik ve sosyo-ekonomik açılarla birlikte düşünülmelidir (Atun, 2018).

Küresel olarak, antropojenik sera gazı emisyonlarını azaltma ve yerel düzeyde iklim değişikliğine uyum sağlama çabaları devam etmektedir. Ancak, iklim değişikliğinde azaltım ve adaptasyon ile ilgili şehir stratejileri ile ulusal ve Avrupa düzeyindeki ilgili politikalar arasındaki ilişki konusunda yetersiz bir anlayış vardır. Heidrich ve diğ., (2016) karşılaştırmalı ve çapraz-ulusal politikanın değerlendirmesini yapmıştır. Avusturya, Belçika, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, İrlanda, İtalya, Hollanda, İspanya ve Birleşik Krallık'tan 200 Avrupa şehrinin iklim değişikliği stratejileri veya planları incelenmiştir. Çalışmada, küresel, ulusal, bölgesel ve şehir politikalarının ortak sorumluluğunu vurgulamaktadır. Birçok Avrupa şehrinin iklim değişikliği konusunda proaktif olduğunu ortaya çıkarmıştır. Araştırma sonucunda iklim değişikliği için prototipik bir planlama yöntemi olmadığı ve birden çok ilgi ve motivasyonun kaçınılmaz olduğu anlaşılmıştır. Araştırma, çevresel zorlukları fırsatlara dönüştürmede yerel yönetimlerin kendine özgü iklim değişikliği gündemlerini planlamaları ve bunlara yanıt vermelerine olanak tanıyan, gelecekte kentsel iklim değişikliği politikasına yönelik çok ölçekli bir yaklaşıma duyulan ihtiyacı göstermiştir.

2.1.2. Kentsel Alanlarda Yerel iklim Planları

İklim değişikliği, sadece bilimsel değil, aynı zamanda politik, ekonomik, fiziksel ve sosyal boyutlardan oluşan karmaşık bir olgudur (Atun, 2018; Zilman, 2009). Özellikle iklim değişikliğine uyum ve azaltım politikalarının uygulanmasında başarılı uygulamaya erişmek için uzun vadeli stratejiler son derece önemlidir (Atun, 2018). Uluslararası sera gazı emisyonu hedef belirleme müzakereleri ve eylemleri, orta ve uzun vadede ülkelerin etkilenme derecesini belirleyecek olsa da, anlık etkiler her zaman gerçek zamanlı, yere özgü planlama ve eylem gerektirmektedir (Archie ve diğ., 2018; Measham ve diğ., 2011; Biesbroek ve diğ., 2009). Bu nedenle, iklim değişikliğinin yerelleşmiş etkileri, belediye karar vericilerini iklim savaşında ön saflarına koyan adaptasyon stratejileri giderek daha gerekli hale gelmektedir (Archie ve diğ., 2018; Krause, 2010; van Aalst ve diğ., 2008; Archie, 2014; Hsu ve diğ., 2017).

Yerel eylemler, iklim değişikliğinin azaltım hedeflerine ulaşılması için önemlidir. Hem yerel enerji sistemlerinin fiziksel özellikleri hem de yerel makamların düzenleyici yetkileri, yerel düzeyi uygun bir eylem düzeyi olarak teşvik etmektedir (Meeus ve diğ., 2011). Yerel yönetimler ve topluluklar, yerel iklim ve enerji politikalarının önemini geçtiğimiz yıllarda kademeli olarak kabul etmişlerdir (Azavedo ve diğ., 2017; Kern ve Alber, 2008). Yerel

düzeydeki eylemlerin genel iklim değişikliği azaltım uygulamaları üzerindeki olumlu etkisi genellikle kabul edilmekte ve akademisyenler tarafından desteklenmektedir. Aslında, yerel düzeydeki politikaların rolünün, küresel sera gazı emisyon azaltım hedefine ulaşmada çok önemli olduğu düşünülmektedir (Azavedo ve diğ., 2017; Corfee-Morlot ve diğ., 2009; Ostrom, 2012; Wilbanks ve Kates, 1999). Yerel yönetimler, genellikle farklı sektörlerden ve çoklu yönetim seviyelerinden (Zimmerman ve diğ., 2011; Carter, 2011) ortakların desteğiyle, yerel iklim planlarını giderek daha fazla geliştirmekte ve benimsemektedir (Reckien ve diğ., 2014, 2018). Son yıllarda, iklim bilgisinin karar vermeyi destekleyecek şekilde temsil edilmesi ivme kazanmaya devam ederken dünya çapındaki bilimsel ilerlemelerin iklim değişikliğine uyum alanlarıyla ilişkilendirmek için temel bir araç olarak ortaya çıkmaktadır (de Wit ve diğ., 2020).

Şehirlerde antropojen merkezli iklim değişikliğinin kaynakları başta enerji tüketimi olmak üzere tüm sektörlerdeki sera gazı emisyonlarıdır. Kentsel alanları iklim değişikliği için planlamada azaltım ve uyum eylemleri arasındaki etkileşimi dikkate almak gereklidir. Mevcut araştırmalar, kentsel alanların yalnızca küçük bir kısmının iklim eylem planlarında hem azaltımı hem de uyumu dikkate aldığını ortaya koymuştur (Grafakos ve diğ., 2018). Reckien ve ark. (2018) yaptığı çalışmada 885 Avrupa şehirlerinden oluşan temsili bir örnekleme yalnızca 147 şehrin İklim Değişikliği Eylem Planı (CCAP) olduğunu ortaya koymuştur.

Küresel olarak şehirler, Paris Anlaşması'nda görüldüğü gibi hem iklim eylemine *bottom up* (tabandan tavana) yaklaşıma doğru bir geçişi hem de kentsel politika yapıcılarının iklim politikalarını uygulamak için benzersiz kapasitelerini yansıtarak iklim değişikliği uyum ve azaltım aktörleri olarak ortaya çıkmıştır (Sullivan ve diğ., 2013). Örneğin 2018'de, küresel nüfusun yaklaşık % 10'unu temsilen her kıtadan (Antarktika hariç) yaklaşık 8000 kentsel alan, kendi yerel bölgeleri için sera gazı (GHG) emisyon azaltım hedefleri belirlemiştir (Global Covenant of Mayors, 2020). Fakat iklim değişikliği nedeniyle aşırı iklim olaylarının sıklığı ve şiddeti tüm dünyada artmaktadır ve bu nedenle, azaltım stratejileri tek başına iklim değişikliğinin ciddi etkilerinden kaçınmak için yeterli olmadığından, iklim uyum stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Biesbroek ve diğ., 2009; Swart ve Raes, 2007).

Şehirler ve yerleşimler, deniz seviyesinin yükselmesi gibi yavaş seyreden olaylar ve fırtına dalgalanmaları, ani seller ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava olayları iklim etkilerine karşı oldukça savunmasızdır ve bu da maliyetlerin artmasına, sağlık ve refahın azalmasına neden olmaktadır (Wilby ve diğ., 2007; Hunt ve diğ., 2011). Kentsel alanlar aynı zamanda sera gazı

emisyonlarının kaynağıdır. Her iki açıdan bakıldığında şehirler yerel iklim uyum ve azaltım planlamasında merkezi bir rol oynar (Dawson ve diğ., 2011; Zimmerman ve diğ., 2011).

Özellikle büyük ve ekonomik açıdan güçlü şehirlerde küresel uyum çabaları artmaktadır. İklim adaptasyonu “gerçek veya beklenen iklim ve etkilerine uyum süreci” olarak tanımlanırken (Field ve diğ., 2014), azaltım “insan müdahalesi ile sera gazlarının (GHG) kaynaklarını azaltmak veya yutaklarını artırmak” olarak tanımlanır (IPCC, 2014). İklim politikasının bu iki boyutunun (azaltım ve uyum) entegrasyonu, sinerjileri artırma ve çatışmaları azaltma potansiyeli ile özellikle şehirlerde geniş kapsamlı faydalar sağlayabilir (IPCC, 2014; Gouldson ve diğ., 2018; Kongsager ve diğ., 2016).

Sera gazı emisyonlarını sınırlandırmanın yanı sıra son yıllarda iklim değişikliğine uyum da giderek önem kazanmıştır. Entegre azaltım ve uyum yaklaşımı, iklim etkilerinin ele alınmasında çok sayıda ve çeşitli mekânsal yaklaşımlarla seviyeli bir yönetim sağlar (Biesbroek ve diğ., 2009; Gupta, 2007; Klein ve diğ., 2005). 1.5°C'nin üzerindeki kötümser senaryolarda, adaptasyonun ekosistemler ve gıda ve sağlık sistemleri için daha zorlu olması beklenmektedir (IPCC, 2018). Uyum stratejilerinin örnekleri arasında erken uyarı sistemleri, sel risklerini azaltmak ve kıyı şeritlerini fırtına dalgalanmalarından korumak için mangrov restorasyonu, aşırı yağışlara karşı beton zeminlerin yükseltilmesi, palmiye yapraklarıyla rüzgara karşı çatı kaplaması olarak düşük aerodinamik evler inşa etmek, sel savunması olarak gri altyapı ve çiftçileri verim kayıplarından korumak için sigorta sistemleri sayılabilir (Field ve diğ., 2014). İklim adaptasyonu planlamasına halkın katılımı esastır. Örneğin, vatandaşları içeren adaptasyon yönetimi sürdürülebilir iklim adaptasyonunu (Wamsler ve Raggars, 2018) ve kapasiteyi (Sarzynski, 2015) geliştirir. Birey katılımı, temel araştırma sorularını yeniden çerçeveleyebilir ve onları daha anlamlı hale getirebilir (Hernandez ve diğ., 2018). Bireylerin ve paydaşların kaynaklar ve çevresel modelleme konusunda bilgilerine başvurulacağı da kabul edilmiştir (Voinov ve diğ., 2016). Uyum politikası tarafında ise akademisyenler iklim adaptasyonu politikalarının azaltım politikaları kadar iyi geliştirilmediğine dair endişelerini dile getirmektedirler (Khailani ve Perera, 2013; Tang, 2019). Örneğin, iklim değişikliğiyle ilgili afetler, sürdürülebilir kalkınma için bir risk olarak yeterince tanınmamaktadır (Khailani ve Perera, 2013). Dahası, vadilerdeki ve kıyı bölgelerindeki insan yerleşimlerinin savunmasızlığına değinilmediği gibi, insanların uyum sağlama kapasitesi de ayrıntılı olarak ele alınmamaktadır (Palermo ve Hernandez, 2020; Khailani ve Perera, 2013).

Şehirlerin rolü sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmayı taahhüt eden ulusüstü (örneğin Avrupa Birliği, BM-Habitat) aktörler ile iklim değişikliği tehdidine yanıt veren ulusal hükümetler için de önem kazanmıştır (Comm, 2014; UN, 2015). Dünyanın dört bir yanındaki şehirler, yerel iklim planları veya stratejileri geliştirerek iklim değişikliğinin tehdidine karşı önlemler almışlardır (Reckien ve diğ., 2018; Heidrick ve diğ., 2013). Örneğin adaptasyon için, dünya genelinde 468 şehirde yerel iklim planlamasındaki ilerlemeyi değerlendiren en eski raporlardan biri 2012'de Carmin ve diğ. tarafından ele alınmıştır. Yerel iklim adaptasyon planlaması üzerine bir başka küresel çalışma, 401 şehre odaklanan 2016 yılında Araos tarafından araştırılmıştır. Her iki çalışmada iklim değişikliğine uyum planlamasını sahada karakterize etmek için çerçeveler geliştirirken, adaptasyon girişimlerinin çoğunlukla erken bir aşamada olduğu sonucuna varılmıştır.

Şehirlerin iklim değişikliğine karşı oldukça savunmasız olduğu düşünüldüğünde, birçok çalışmanın kentsel alanlar için (teknolojik, doğa temelli çözümler, yeşil altyapı) iklim adaptasyonu seçeneklerini ele alındığını görmekteyiz (örneğin, Gill ve diğ., 2007; Demuzere ve diğ., 2014; Fallmann ve diğ., 2014; Skoulika ve diğ., 2014; Žuvela-Aloise ve diğ., 2016; Carter, 2018). Bununla birlikte, kentsel iklim uyum verimliliği çalışmaları literatürde mevcut olsa da, bu tür uyum seçeneklerinin başarılı bir şekilde uygulanmasının önünde engeller bulunmaktadır. Bunlar, mevcut iklim değişikliği verilerinin kullanılamaması ve ilgili adaptasyon olasılıklarının tanımlanması, değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasındaki zorluklar gibi uyum planlama sürecinin farklı aşamalarını kapsamaktadır (örn. Moser ve Ekstrom, 2010). Daha spesifik olarak, yerel ve bölgesel yetkililer, yararlı ve anlaşılır iklim bilgilerinin eksikliğini uyum eyleminin önünde engeller olarak görmüş ve yorumlayamadıklarını bildirmişlerdir (Hertell, 2017). Açıktır ki, yalnızca iklim değişikliği verilerinin ve en iyi uygulama örneklerinin mevcudiyeti, aktörlerin iklim değişikliği sorunlarını verimli bir şekilde ele almak için uyum seçeneklerini planlamasına ve uygulamasına yardımcı olamamaktadır (de Wit ve diğ., 2020; Cortekar ve diğ., 2016). İklim hizmetleri, iklimle ilgili bilgileri analiz ve değerlendirme gibi özelleştirilmiş ürünlere dönüştürerek bu sorunu ele almaktadır (Directorate-General for Research and Innovation, 2015).

İklim değişikliği bilimsel belirsizlikler kadar çeşitli ve çatışan çıkarlardan oldukça etkilendiği için, iklim değişikliğine uyum kolay değildir. Bu nedenle, uyum stratejisinde başarının asgari şartı, paydaşların ve bireylerin uyum politikası döngüsüne aktif katılımıdır. İklim adaptasyonu planlaması için gerekli olan optimal katılım düzeyini göz önünde bulundurmak amacıyla

Palermo ve Hernandez (2020) Güneydoğu Asya'daki Malezya'nın farklı belediyelerinde çalışanlarını içeren katılımcı bir araştırma yapmıştır. Katılımcılardan İklim ve Enerji için Belediye Başkanları Küresel Sözleşmesi girişimi kapsamında benimsenmesi gereken paydaş ve vatandaş katılımı düzeyini tartışmalarının istendiği bir “Odak Grup” oturumundan oluşturulmuştur. Yazarların beklentilerinin aksine, katılımcılar planlama sürecine orta ila yüksek düzeyde katılım önerme eğiliminde olmuştur. Diyaloglar sırasında, iklim risklerinin sıcak noktalarını belirlemeyi amaçlayan ve “güvenlik yürüyüşleri” olarak tanımlanan şehir içinde bir yürüyüş etkinliği, adaptasyon çerçevesinde yayılan yüksek potansiyele sahip bir katılımcı yöntem olarak önerilmiştir. Böylece güvenlik yürüyüşlerinin iklim modellemesini tamamlayabildiği ve iklim riski değerlendirmelerinin sağlamlığını artırabildiği belirtilmiştir.

Kentsel alanların iklim değişikliğinden etkilenmesinin ön planda olması adaptasyon seçeneklerinin uygulanması ile iklim değişikliği direncinin artırılması hızla önem kazanmıştır. Bu tür önlemlerin etkisini en üst düzeye çıkarmak için belediyeleri ve altyapı geliştiricileri desteklemek, iklim etkilerini ve iklim adaptasyonunu değerlendiren özel olarak tasarlanmış yeni nesil iklim hizmetleri geliştirilmiştir. De Wit ve diğ., (2020) tarafından iklim değişikliği kapsamında aşırı hava olaylarının etkisi altındaki şehirlerde uyum önlemlerini değerlendirmek için özel olarak tasarlanmış yeni nesil iklim hizmetlerini uygulamayı amaçlayan bir metodoloji tasarlanmıştır. Araştırmada iklim değişikliğinin etkileri gözlemlerinin yanı sıra iklim tahminlerine ve ardından iklim endekslerinin aşırı iklim değişikliklerini ele alarak türetilmesine dayalı olarak değerlendirilmiştir. Bölgesel iklim modeli sonuçlarının dinamik-istatistiksel olarak küçültülmesi, bu bilgiyi ince mekânsal ölçeklerde (100 m) elde etmek için kullanılmış ve kentsel ölçekte projeksiyonlar sağlanmıştır. Böylece kentsel ölçekte uyum önlemlerinin iklime duyarlı simülasyonları oluşturulmuştur. Bu metodoloji bir iklim etki değerlendirmesinin yanı sıra çeşitli uyum seçeneklerinin değerlendirmelerini kapsamaktadır. Çalışmada özel olarak geliştirilen bu metodoloji ile Avusturya'nın Linz şehri için mevcut ve gelecekteki ısı yükünün bir değerlendirmesi yapılmış ve yüzyılın sonuna doğru ısı yükünde güçlü bir artış olduğunu sonucuna varılmıştır.

Geçtiğimiz on yılda birçok ülkede yerel uyum planlarının sayısındaki önemli artışa rağmen, iklim uyum planlarının izlenmesi ve uyum planlama süreçleri çok sınırlı kalmıştır. Örneğin Fransa'da, *top-down* (yukarıdan aşağıya) ulusal ve Avrupa Birliği (AB) düzenlemeleri, başlangıçtan itibaren yerel iklim politikasına ve uyum planlamasına rehberlik etmiştir (Gallezot ve diğ., 2010; Bertrand, 2013; Reckien ve diğ., 2014; Richard, 2016) . Aksine, ABD'de iklim

adaptasyonu çabaları ağırlıklı olarak eyalet, yerel ve kabile girişimleri tarafından *bottom up* (tabandan tavana) doğru yönlendirilmiştir (Lioubimtseva and Cunha, 2019; Bierbaum ve diğ., 2013; Vogel ve diğ., 2016; Woodruff, 2018).

Küresel enerjinin % 67-76'sını tüketen ve CO₂ emisyonlarının % 71-76'sını üreten şehirler sera gazı (GHG) emisyonlarını oluşturmaktadır (UN-Habitat, 2016; Seto ve diğ., 2014). Şehirler, karbon emisyonlarının başlıca kaynakları olarak, azaltım politikası müdahalesinin ana hedefleridir (Anguelovski ve Carmin, 2011; Xu Wang ve diğ., 2019; Yang ve diğ., 2018). Pan ve diğ. (2019)'nin yaptığı çalışmada şehirlerdeki iklim etkilerinin ve sera gazı (GHG) emisyonlarının azaltılmasına yönelik davranışları değiştirmek için kentsel politika ve planlama ile iklim eylem planlarına (CAP) odaklanmaktadır. Bu çalışma ile karşılaştırmalı bir sosyo-ekolojik modelleme çerçevesi geliştirerek karşılaştırmalı kentsel yöntemleri genişletmek amaçlanmıştır. Sosyo-ekolojik modelleme, karmaşık kentsel sistemler ve sürdürülebilirlik politikalarında ortaya çıkan bir paradigmadır (Pan ve diğ., 2019; Urbaniec ve diğ., 2018). Yani sosyo-ekolojik modelleme yaklaşımı ile büyük kentsel sistemlerdeki çevresel sonuçların karmaşıklığı ortaya çıkabilir (Kalantari ve diğ., 2017; Keesstra ve diğ., 2018) ve kısmen sistem bileşenleri arasındaki nedensel ilişkileri ve geri bildirimleri sunabilir (Pan ve diğ., 2018b). Bu çalışmada Chicago ve Stockholm şehirlerindeki mevcut CAP'lerde olası iyileştirmeleri araştırmak için karşılaştırmalı kentsel bilim ve sosyo-ekolojik modelleme yaklaşımı uygulanmıştır. Sosyo-ekolojik faaliyetler, resmi planlama politikaları ve kentsel yığılma ve yayılmanın neden olduğu arazi kullanımı değişikliklerine ilişkin tahminler dikkate alınarak hesaplanmıştır. Şehirlerin karşılaştırmalı sosyo-ekolojik modellemesinin, sera gazı emisyonları üzerinde potansiyel olarak etkileri olan köklü davranışsal ve kültürel tercihleri ile sosyo-teknik ve kurumsal rejimleri ortaya çıkarmaya yardımcı olduğu belirtilmiştir. Araştırma sonucuna göre Stockholm ve Chicago arasındaki ticari/yerleşim yeri tercihleri ve arazi kullanım kalıplarındaki farklılıkların, sera gazı emisyon envanterleri ve eğilimleri üzerinde güçlü etkileri olduğunu göstermiştir. Karşılaştırmalı sosyo-ekolojik modelleme yaklaşımı, yayılma ve düşük yoğunluklu gelişim eğilimlerinin kapsamını ölçmeyi mümkün kılmaktadır (Pan ve diğ., 2018b).

Dünyanın en büyük sera gazı (GHG) yayıcılarından biri olan ABD, küresel iklim eylem planlamasında önemli bir rol oynamaktadır. Federal iklim yönetiminin eksikliği ülkede uluslararası anlaşmalara ulaşmayı zorlaştırmaktadır. İklim liderliğinin yoksunluğuna rağmen sorunun gerçekliğine ilişkin artan kamuoyu bilinci ABD'de alt ulusal düzeyde (yani eyalet, bölgesel, belediye ve topluluk düzeyinde) iklim eylem planlaması için verimli bir zemin

yaratmıştır. Böylelikle ABD eyaletlerinin bugüne kadar otuz dördü İklim Eylem Planını (CAP) hazırlanmış ve kabul edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) eyalet temelli girişimlerin çoğu, 1990'ların ortalarında ve sonlarında geliştirilen eyalet İklim Eylem Planlarından (CAP) oluşmaktadır. Eyalet hükümetlerinin birçoğu, yerel belediyeleriyle birlikte, çevre politika kaynaklarının ve federal hükümetin düzenleyici otoritesinin son yıllarda yerleştirilmesi nedeniyle iklim eylemine liderlik etmeye hazır (Alexander, 2020). CAP'ler çeşitli sektörlerden (ulaşım ve arazi kullanımı, enerji ihtiyacı, konut, ticari ve endüstriyel binalarda enerji talebi, tarım, ormancılık ve atık gibi) kaynaklanan sera gazlarının (GHG) envanterini ve bu emisyonları azaltmaya yönelik stratejileri içermektedir. CAP stratejilerinin odağı eyaletten eyalete farklılık gösterse de alternatif yakıt filolarını hedefleyen politikalar (yani doğal gaz, metanol veya elektrik gibi alternatif yakıtları kullanan araçlar ve/veya hibrit teknoloji gibi enerji verimliliği teknolojileri) toplu taşıma, iklim açısından nötr arazi kullanımı, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji, atık yönetimi ve geri dönüşüm yaygınlaşmıştır (Alexander, 2020; Byrne ve diğ., 2007). Alexander (2020) yaptığı çalışmada ABD'nin eyalet düzeyinde iklim eylemlerinin karbon emisyonlarını önemli ölçüde azaltım potansiyeline sahip olup olmadığını araştırmıştır. Araştırmada CAP'ler, emisyon azaltım hedefleri, plan uygulaması ve emisyon azaltımı arasındaki ilişkiler değerlendirilerek incelenmiştir. Bu çalışma mevcut eyalet düzeyindeki CAP'lerin karbon emisyonlarında uygulamaya ve fiili azalmalara odaklanan ilk değerlendirmesi olarak karşımıza çıkar. Çalışma kapsamında ekonomik, iklim, politik ve coğrafi değişken kontrol edildiğinde, hedefler ve uygulama durumlarına bakılmaksızın tüm CAP türlerinde karbon emisyonlarında ölçülebilir ancak mütevazı azalmalara yol açtığını göstermektedir. Bu ise iklim eylem planlamasının karmaşık bir süreç olduğu ve CAP'de belirtilen politika önlemlerinin uygulanmasının ötesinde sonuçlar doğurabileceğini göstermiştir.

Stults and Woodruff (2017), Woodruff and Stults (2016) ve Woodruff (2018), Amerika Birleşik Devletleri'nin 44 şehrin yerel uyum planlarını değerlendirilmiştir. Araştırmada bu eylemlerin teorik olarak uygun eylemler olmasına rağmen pratik uygulamalarında sorunları olduğu sonucuna varmışlardır. Yakın zamanda yapılan Kuzey Amerika çalışmasında ise Kanada'nın 63 yerel toplumundaki yerel iklim planlarının kalitesi araştırılmıştır (Guayeden ve diğ., 2018). Araştırmada Amerikan belediyelerinden gelen, azaltım eylemlerinin adaptasyona göre öncelikli olduğuna dair bulguları desteklemenin yanı sıra izleme ve değerlendirme uygulamalarının zayıf olduğunu ve paydaş katılımının yetersizliği vurgulanmıştır.

Avrupa'da Reckien ve diğ. (2014; 2015) azaltım ve adaptasyonla ilgili olarak 200 şehrin Yerel İklim Eylemlerini analiz etmiştir. Avrupa genelindeki bölgesel dağılımın yanı sıra planların amacı ve kapsamı açısından da önemli bir çeşitlilik olduğunu bulmuştur. Ayrıca, Avrupa şehirlerindeki azaltımın, adaptasyona göre öncelikli olduğu görülmüştür. Hem yerel azaltım hem de uyum planlarına bakan benzer analizler Birleşik Krallık'ta (BK) 30 şehir için (Heidrick ve diğ., 2013), İtalya ve İspanya'da 58 şehir (De Gregorio ve diğ., 2015; Olazabal ve diğ., 2014) ve Portekiz'de 109 şehir için (Campos ve diğ., 2016) yapılmıştır. Reckien ve diğ. (2015) 200 Avrupa şehri üzerinde yapılan çalışmada yerel iklim planlarının geliştirilmesinin önündeki engelleri ve ayrıca 147 Avrupa yerel uyum stratejisi genelinde uyum eylemini belirlemiştir. Araştırmacılar özellikle ekonomik güç, istihdam ve iklim yönetişimi açısından şehirlerin yerel kapasitesinin, ulusal ve bölgesel iklim azaltım ve uyum bağlamında bir rol oynamasına rağmen, Yerel İklim Planlarının varlığını ve hedefini büyük ölçüde belirlediğini kabul etmiştir (Reckien ve diğ., 2015; de Gregorio ve diğ., 2015; Campos ve diğ., 2016; de Gregorio ve diğ., 2014; Heidrick ve diğ., 2016).

Deetjen ve diğ. (2018) kentsel düzeyde iklim değişikliği azaltım politikasının önemini (Biello, 2014; Rees ve Wackernagel, 1996) ve uluslararası, küresel ölçekli, iklim odaklı anlaşmaların eksikliklerinin şehirlerin organize olarak işbirliği anlaşmalarıyla dengelenebileceğini desteklemektedir (Ostrom, 2010). Çalışmada bir şehrin sera gazı emisyonlarını azaltmak için hangi politikaları izleyebileceği konusundaki önerilerini gözden geçirilmiştir. İklim eylem politika planlarının çoğu, bina kalitesini, toplu taşımayı, motorsuz taşımacılığı ve otomobillerden bağımsız olmayı hedefleyen politikaları güçlü bir şekilde takip etmektedir. ABD şehirlerinin iklim eylem planlarında toplu taşıma ve park kısıtlama politikalarının genel olarak yokluğu, bina enerji tüketimini azaltan ve ulaşım modlarını değiştiren geniş stratejiler elde etmeyi engellemektedir. Dahası, düşük yoğunluklu, yüksek nüfuslu, yüksek emisyonlu şehirler, yani en çok sera gazı azaltımına ihtiyaç duyan yerlerde iklim eylem planlarının eksik olma olasılığı daha yüksektir. Bu sonuçlar, birçok ABD şehrinin iklim eylem planlarının onları tamamen başarılı kılacak tutarlılıktan yoksun olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, ABD iklim eylem planlarını yeniden değerlendirmezse, birçok ABD şehri, küresel iklim değişikliğinin azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunmak için gerekenden daha geniş sera gazı azaltım stratejilerini gerçekleştirmek için mücadele edebileceği belirtilmiştir.

Yeni Kentsel Gündem ve Paris Anlaşması'nda da belirtildiği üzere, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve iklim direncini güçlendirmek için İklim Eylem Planlaması (CAP) şehirlerin en

önemli önceliklerinden biridir. Pietrapertosa ve diğ. (2019), İtalyan şehirlerinde iklim değişikliği azaltım ve uyum planlamasının gelişimini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla, Eurostat Urban Audit (UA-2015) veri tabanına dâhil edilen 76 şehirde Yerel İklim Planlarının (LCPs) mevcudiyeti analiz edilmiştir. Daha sonra 2007 Eurostat Urban Audit veri tabanı (UA-3) kullanılarak 32 İtalyan şehriden oluşan daha küçük bir örnekleminde bulunan kentsel iklim değişikliğinde azaltım ve uyum planlarının içeriği analiz edilmiştir. Sonuçlar, İtalya'da kentsel iklim değişikliği uyum planlarının neredeyse tamamen yokluğunu gösterirken (Ancona ve Bologna şehirleri hariç), 76 şehrin 61'inde belediye sivil koruma planlarının aşırı hava olaylarıyla ilişkili yerel acil durumlarla ilgilenen araçlar olduğu belirtilmiştir. Öte yandan, 76 kentsel iklim değişikliği azaltım planından 56'sı (yani Sürdürülebilir Enerji Eylem Planları), Avrupa Birliği (AB) tarafından 2012 yılında oluşturulan uluslararası bir yerel yönetimler ağı olan Belediye Başkanları Sözleşmesi (CoM) çerçevesinde geliştirilmektedir. Azaltımdan elde edilen sonuçlar, İtalyan şehirlerinin yerel iklim planlarını (LCPs) geliştirmeye zorlayan ulusal bir yasanın yokluğunda, ulus ötesi ağların AB iklim ve enerji hedeflerine ulaşmak için gönüllü taahhütte etkili bir destek olduğuna işaret etmektedir.

Yerel İklim Planlarının (LCPs) içeriğiyle ilgili olarak, örneğin Reckien ve diğ. (2014) şunları tespit etmiştir: (i) Avrupa şehirlerindeki adaptasyon planları azaltım planlarından çok daha azdır, yani sırasıyla % 30'a kıyasla yaklaşık % 65; (ii) küçük şehirler dışında Güney'de daha az planın olduğu derin bir Kuzey-Güney eğimi; ve (iii) yaklaşık % 37'lik bir kümülatif CO₂/GHG azaltım hedefi vardır. Ayrıca çalışma, azaltım önlemlerinin daha çok enerji tasarrufu, enerji verimliliği ve yenilenebilir kaynaklar üzerinde yoğunlaştığına ve dolayısıyla sadece enerji sektörüne odaklandığına işaret etmiştir. Öte yandan, uyum planlarının kapsamı bakımından daha geniş olduğu ama şehir planlama ve yönetimi, su yönetimi, farkındalık yaratma ile ilgili konularda oldukça belirsiz olduğu görülmüştür.

İklim değişikliğinin etkileri; yağış modellerinde meydana gelen değişiklikler, sıcaklıktaki artışlar, kuraklıkların sıklığı ve süresindeki değişiklikler, deniz seviyesinin yükselmesi ve aşırı olayların artması gibi etkiler yoluyla dünya çapında görülmektedir. Hükümetler, azaltım ve uyum planlaması ve bu eylemlerinin kombinasyonu ile iklim değişikliğinin etkileriyle mücadele etmektedir. İklim değişikliği nedeniyle meydana gelen yağış düzenindeki değişiklikler, sıcaklıktaki artışlar, kuraklıkların sıklığı ve süresindeki değişiklikler, deniz seviyesinin yükselmesi ve aşırı olayların artması Yeni Zelanda'yı olumsuz yönde etkilemektedir. Bu etkiler temel ekonomik faaliyetlerin, toplulukların, altyapının ve

endüstrilerin iklim değişikliğine karşı kırılganlığını/savunmasızlığını vurgulamaktadır. Archie ve diğ. (2018) tarafından yapılan çalışmada ülke çapında yerel ölçekte Yeni Zelanda topluluklarının iklim değişikliğine uyum ve azaltım planlamaları araştırılmıştır. Aynı zamanda yerel seçilmiş temsilcileri hedefleyen, iklim değişikliği planlaması alanındaki engellere ve motivasyonlara ilişkin karar vericilerin algılarını ortaya çıkaran bir anket çalışması değerlendirilmiştir. Çevresel ve sosyo-ekonomik kırılganlık konuma göre değişiklik gösterdiğinden, yerel düzeydeki iklim değişikliği politikaları, değişen bir iklimle karşı karşıya kaldığında dayanıklılığı artırmada önemli bir araç olarak gösterilmiştir. Araştırma sonucuna göre yerel ölçekte artan tepkilerin, ulusal önceliklerden büyük ölçüde etkilenen iklim değişikliğinin aciliyetine ilişkin halkın algısına bağlı olduğunu göstermektedir. Dahası, ulusal düzeydeki müdahalelere verilen destek, iklim değişikliğinin mevcut endişelerden biri olmaktan ziyade belirsiz bir geleceğin sorunu olarak kolektif bir bakış açısıyla sınırlandırılmıştır. Bu nedenle, yerel düzeyde hareket etme eğilimi, ulusal eylem tarafından yavaşlatılarak bir dereceye kadar zayıflatıldığı belirtilmiştir. Ayrıca ne iklim değişikliğinin kendisi ne de onunla doğrudan ilgili konular (örn. afet riski yönetimi, sel vb.) mevcut olan en büyük zorluklar listesinde üst sıralarda yer almamıştır. Ankete katılanların yaklaşık dörtte birinden biraz fazlası, sera gazı emisyonlarının azaltılmasının biraz önemli olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, ankete katılanların çoğu, potansiyel iklim değişikliği etkilerinin çoğunun kendi bölgelerinde en azından orta derecede muhtemel olduğunu düşünmektedir. Bu sonuçlar, değişen iklimin potansiyel tehditlerine ilişkin genel farkındalığa işaret etmekte, ancak harekete geçme konusunda aciliyet ve öncelik eksikliğini göstermektedir.

İklim değişikliğinde azaltım hedeflerine ulaşılmasında yerel eylemler büyük önem taşımaktadır. Geçtiğimiz birkaç yılda, iklim değişikliğini azaltıma yönelik yerel eylem planlarının sayısı artmaktadır ve bunların küresel hedeflere ulaşılmasına katkılarını analiz etmek çok önemlidir (Azavedo ve diğ., 2017). Yerel eylem planları ile enerji kullanımının ve sera gazı emisyonlarının azaltılması arasındaki ilişki sıklıkla gündeme gelse bile, bu henüz çok sayıda belediyeyi içeren ampirik çalışmalarla doğrulanmamış veya nicelendirilmemiştir. Azavedo ve diğ. (2017) yerel eylem planları ile enerji kullanımı ve sera gazı emisyonları arasındaki bağlantı üzerine bir analiz yapmıştır. Analiz, üç Avrupa ülkesinin (Portekiz, İsveç ve Birleşik Krallık) belediyelerini kapsamaktadır. Bu üç ülke bağlamında yapılan analizin, sera gazı emisyonları üzerinde yerel planların varlığına ilişkin önemli bir etki tespit edilememiştir. Analiz, yerel iklim değişikliği azaltım eylemleriyle doğrudan ilgili olmayan dış faktörlerin sera gazı emisyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu doğrulamıştır. Ayrıca yerel eylem

planları olan belediyelerin, açıkça sahip olmayanlara göre daha düşük spesifik enerji kullanımı veya GHG emisyonlarına sahip olduğuna dair istatistiksel bir kanıt bulunamamıştır. Dahası belirli sera gazı emisyonlarının zaman içinde evriminin yerel eylem planları olan ve olmayan belediyeler için farklı olduğu kanıtlanmamıştır.

2.1.3. Kentsel Alanlarda Entegre Azaltım ve Uyum Planlaması

Entegre azaltım ve uyum planlaması, farklı iklim eylemi yaklaşımları (Landauer ve diğ. 2015; McEvoy ve diğ. 2006; Laukkonen ve diğ. 2009; Bosello ve diğ. 2010) arasındaki önemli sinerjilerin kanıtlarını (Kane ve diğ. 2000) takiben 2000'lerin başında ulusal planlamadan yerel planlamaya geçmiştir (Berry ve diğ. 2014; Klein ve diğ. 2005). Bu çalışmalar, kentsel politika yapıcılarının geniş paydaş yelpazesini karar alma süreçlerine dâhil ederek iklim değişikliği eylemi için tamamlayıcı stratejilerin kapsamlı bir şekilde entegresi için metodolojiler geliştirerek, iklim eylem planlamasında olumlu sinerjileri en üst düzeye çıkarabileceklerini ve çatışmaları en aza indirebileceklerini ileri sürmüşlerdir.

Grafakos ve diğ. (2019) tarafından iklim değişikliğinde uyum ve azaltımın entegrasyon derecesini anlamak için 9 ülkenin 147 İklim Değişikliği Eylem Planı (CCAP) araştırılmış ve bu kombine yaklaşımın sinerjilerinin ve ortak faydalarının en üst düzeye çıkarılması için çıkarımlar yapılmıştır. Bu çalışma ile CCAP'nin uyum ve azaltım politika hedeflerini aynı planda birleştirdiğini tespit edilmiştir. CCAP'lerin entegrasyon seviyesini değerlendirmek için geliştirilen puanlama çerçevesini kullanan araştırma, planların çoğunun "orta" bir entegrasyon seviyesi ortaya çıkardığını bulmuştur. Orta dereceli entegrasyon, emisyon kaynaklarını ve iklim değişikliğine karşı savunmasızlıkları tanımlayan ve sinerjilerin bazı niteliksel değerlendirmelerini belirleyen, ancak potansiyel entegrasyon fırsatlarının sistematik bir değerlendirmesinden yoksun olan bir planı karakterize etmektedir. Analiz ayrıca şehirlerde daha entegre iklim değişikliği eylemlerinin değerlendirilmesi ve uygulanmasındaki temel boşluklardan birinin, uyum ve azaltım eylemlerinin uygulanması için maliyetlerin ve finansman planlarının yetersiz nicel değerlendirmesi olduğunu ortaya koymuştur.

2.1.4. İklim Değişikliği ile Mücadelede Kentsel Planlanma

Günümüzde birçok gelişmiş ülke, sadece şehirlerin dayanıklılığını ve şehir sakinlerinin güvenliğini teminat altına alan gerekli eylem ve önlemlerle iklim değişikliğinin etkilerini azaltmayı garanti eden, aynı zamanda yaşanabilir şehirlere sahip olmak için yaşam kalitesine katkıda bulunan şehir planlama fikrini benimsemiştir. Ancak, gelişmekte olan ülkelerin birçoğu, yerel/ulusal kalkınma gündemini planlarken iklim değişikliği konusunu dikkate

almadıkları için, çoğu doğal afet veya tehlikelere (tsunami, ani sel veya aşırı sıcaklık artışı gibi) maruz kalmaktadırlar. Gelişmiş ülkelerde ise bu tür afetlerin etkilerini en aza indirmek için tepki stratejisi ve kısa vadeli uyum planları geliştirilmiştir. Ghoneem (2016) yaptığı çalışmada şehirlerin iklim değişikliğine maruziyetlerini nasıl azaltabileceklerini ve etkilerine nasıl uyum sağlayabileceklerini ortaya koymuştur. Şehirler, iklim değişikliği eylem planı yapmayı kabul etseler bile; yerel/ulusal bütçe üzerinde aşırı mali yük oluşturabileceği belirtilmiştir.

Dünya nüfusunun % 54'ünden fazlası kentsel yerleşim yerlerinde yaşamaktadır ve bu sayının 2050'ye kadar % 66'ya çıkması beklenmektedir (UN Habitat, 2016). Kentsel alanlar halen hem küresel enerji kullanımının (Grubler ve diğ., 2012) hem de sera gazı (GHG) emisyonlarının (C40, 2017) % 70'ini oluşturmaktadır. Örneğin Avrupa Birliği (AB) ve Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD), kentsel nüfus oranı daha yüksektir; Avrupalıların % 75'inden fazlası ve Amerikalıların ise % 82'si şehirlerde ve kasabalarda yaşamaktadır (EEA, 2017; US Census Bureau, 2017). Kentsel alanlar, enerji tüketiminin % 60 ila %80'ini oluşturur ve insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının % 70'ini öncelikle enerji temini ve taşımacılığı için fosil yakıtların tüketimi yoluyla oluşturur (UN Habitat, 2016). Kentsel alanlar GHG azaltım stratejilerini uygulamak için gereken yeniliği kolaylaştıran altyapı, sermayeye erişim, bağlantı ve hizmetler sağlamaktadır (Glaeser, 2011). Hızla artan kentleşme ile mücadelede şehirlerin başarılı bir şekilde kentsel ölçekli iklim eylem planları geliştirip uygulamaları gerekir aksi taktide olumsuz etkilerin artmasına neden olur (Deetjen ve diğ., 2018; Buhaug & Urdal, 2013). Ülkelerin iklim değişikliği planlarının ve bireysel yönetim stratejilerinin başarılı bir şekilde uygulanması, büyük ölçüde diğer ulusal ve sektörel yönetim planlarının uygulanmasında azaltım ve uyum entegrasyonunun kapsamına bağlı olacağı belirtilmiştir (Ehler ve diğ., 1997).

Şehirler her zaman inovasyonun ve büyümenin gerçekleştiği yer olmuştur, bu nedenle şehirlerin yeni bir karbonsuzlaşmada ekonominin nasıl ortaya çıkabileceğini gösterme sorumluluğunun ve fırsatının olduğu yerlerdir (Newman ve diğ., 2017). İklim değişikliğinde uyum pek çok şehrin gündeminde (Bai ve diğ., 2018; Solecki, 2015) sıklıkla yer almaya devam ederken iklim değişikliğinde azaltım da aynı hızda ilerlemektedir (Newman, 2017a, 2017b; Bazzaz ve diğ., 2019). Gelecekteki iklim etkilerinin kapsamı büyük ölçüde karbonsuzlaşma ile ilgili küresel kararlara bağlıdır, ancak bugüne kadar emisyonlar önemli miktarlarda iklim değişikliğine kilitlenmiştir (IPCC, 2013).

Genel olarak, iklim değişikliği ile mücadelede kentsel planlama iki yaklaşımı içerir: azaltım ve uyum. Azaltım, sera gazı emisyonlarının azaltılmasıyla ilgiliyken, uyum, iklim değişikliğinin

neden olduğu yeni bir duruma adapte olmak için planlamaya odaklanır (Cobbinah ve diğ., 2019). Bu anlamda, birçok yazarın (örneğin, Yuen ve Kong, 2009; UN, 2016) “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri” ne ulaşmada iklim değişikliği konularının şehir planlamasına entegrasyonunun gerekli görmesi anlaşılabilir bir durumdur. Özellikle amaç 11, hedef 11.5 “2030’a kadar yoksulların ve kırılgan durumdaki insanların korunması temel alınarak suyla ilgili afetleri de kapsayan tehlikeler nedeniyle küresel gayri safi yurt içi hasılayla ilgili doğrudan ekonomik kayıpların önemli oranda düşürülmesi ve ölümlerin ve etkilenen insan sayısının önemli ölçüde azaltılması”. Benzer şekilde, amaç 13, “İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek” tir (World Health Organisation (WHO), 2013; OECD, 2014). Kentsel planlamanın temel amacı çevresel olarak sürdürülebilir, sosyal açıdan kapsayıcı ve ekonomik açıdan canlı yerler yaratmaktır (Cobbinah ve diğ., 2019; Cobbinah ve diğ., 2017; Korah ve diğ., 2017b). İklim değişikliği etkilerini yönetmek için kentsel planlama uygun bir araçtır bu nedenle iklim değişikliği konularını yerel politikalara ve planlara dahil etmek gereklidir (Brandful Cobbinah ve diğ., 2019).

İklim değişikliği uyum ve azaltım, ortaya çıkan yenilikleri yaygınlaştırmak için stratejik ve yasal süreçlerde şehir planlamasına ihtiyacı vardır. Newman (2020), uyum ve azaltımın entegresinin iki planlama aracı kullanarak göstermektedir: suya duyarlı kentsel tasarım ve biyofilik şehircilik ve her ikisinin de hızla ısınan bir dünyada kentsel planlama yoluyla yaygınlaştırılması gerektiğini belirtmiştir. Kentsel Dokular Teorisi (*The Theory of Urban Fabrics*) ile ortaya çıkan yeniliklerin şehrin farklı dokularının her biri aracılığıyla kentsel planlamada nasıl yaygınlaştırılabileceğini göstermektedir. Araştırmada, şehir planlamacılarının stratejik ve yasal araçlarını kullanarak şehirlerin hem adaptasyon hem de azaltımla ortaya çıkan yenilikleri nasıl ana akım haline getirebileceğini göstermeyi amaçlamıştır. Araştırma, uyum ve azaltımı entegre edebilen ve hızla yenilenebilir bir şehir olma yolunda ilerleyen yeni bir şehir türünün ortaya çıktığını göstermiştir. Uyum ve azaltımın entegrasyonu IPCC Özel Raporunda 1.5 °C olarak belirtilmiştir (IPCC, 2018). Şehirlerin fosil yakıtları ve ekonomik büyümeyi birbirinden ayırdığına dair kanıtlar göstermeye bu yüzyılda başlamıştır. Kömür ve petroldeki düşüş, hem yapısal enerji verimliliği kazanımlarından (kömür için akıllı teknoloji ve akıllı binalar; petrole olan araç bağımlılığını azaltan akıllı, yoğun geçiş odaklı şehirler) hem de çoğu yenilenebilir yakıtları mümkün kılan yeniliklerden kaynaklanmaktadır. Kent planlaması, adaptasyonu yönetmek ve azaltımı sağlamak için stratejik ve yasal araçlara (suya duyarlı kentsel tasarım, biyofilik tasarım, yürünebilir kentsel tasarım, güneş tasarımı, yerel paylaşımlı hareketlilik planlaması ve entegre tasarım) sahip olmakla kalmıyor, aynı zamanda yeni enerji

ekonomisinin giderek daha fazla odak noktası haline gelmesi muhtemel yerel toplulukları anlama becerisine de sağlamaktadır (Newman 2020).

Kentsel arazi planlaması, kentsel formu şekillendirmekte ve iklim değişikliği etkilerinin azaltılması ve uyumu için etkili bir yaklaşım olarak kabul edilir. Yine de, aralarındaki denge göz önünde bulundurulduğunda, kentsel formların hem sera gazı (GHG) emisyonlarını hem de iklim stresini ne ölçüde azaltabileceği konusunda çok az bilgi vardır. Xu ve diğ. (2019) kentsel arazi kullanımının hem iklim değişikliğini azaltmada hem de adaptasyondaki rolünü araştırmıştır. Özellikle, azaltım ve adaptasyon stratejileri arasındaki rekabeti nicel olarak değerlendirilmiş ve arazi kullanımı yanıtlarında potansiyel *win-win* (kazan-kazan) çözümleri belirlenmiştir. Bir kıyı kentini örnek çalışma olarak kullanarak tek taraflı azaltım veya adaptasyon için arazi kullanım stratejilerinin, sera gazı emisyonlarındaki ve iklim streslerindeki azalmalar açısından çelişkili sonuçlara neden olabileceğini bulunmuştur. Yani sera gazı miktarındaki azalma iklim stresini artırabilir veya bunun tersi de geçerlidir. Yetersiz entegre stratejiler, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinde iklim eylemini karşılamaya yönelik uluslararası çabaları potansiyel olarak tehlikeye atabileceği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, uygun şekilde entegre edilmiş azaltım ve adaptasyon stratejileri veya iklime duyarlı arazi kullanım planlaması, kazan-kazan sonuçlarına yol açabilir ve sonunda ortak faydalar sağlayabilir. Yine de, iklime duyarlı arazi kullanım planlamasında bir gecikme olursa, artan sera gazı ve yoğunlaşan iklim stresi anlamına gelen her yan fayda kademeli olarak azalacaktır.

2015 Paris İklim Anlaşması'nda ve BM Yeni Kentsel Gündemi ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinde belirlenen iklim hedeflerine ulaşmak için şehirler çözümler üretmeli ve harekete geçmelidir. Arazi kullanım planlamasında azaltım ve uyum arasındaki denge tam olarak korunduğu sürece iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir potansiyele sahiptir (Bulkeley, 2013) çünkü kentsel arazi kullanımı yalnızca sera gazı emisyonlarını değil aynı zamanda iklim stresini de etkilemektedir (Xu ve ark., 2019).

Kentsel form, sera gazları ve iklim stresi arasındaki yakın bir ilişki vardır, ancak önceki çalışmalarda azaltım ve uyum nadiren aynı anda ele alınmıştır. Azaltım ve uyum, kentsel arazi kullanım planlaması ve uygulamasıyla ilgili mevcut yerel iklim önlemlerinin çoğunda ayrı ayrı ele alınmıştır. Örneğin Çin'in sahil kenti Xiamen ile ilgili aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır: (1) kentsel arazi kullanım planlaması, iklim değişikliğini azaltım ve adaptasyon için önemli bir yaklaşım olarak hizmet eder, ancak sera gazı ve iklim streslerini azaltma etkinliği, arazi kullanım stratejilerinin hedeflerine ve önceliklerine bağlıdır; (2) tek taraflı azaltım veya

adaptasyona yönelik arazi kullanım stratejileri, sera gazı ve iklim stresindeki azalmalar açısından çelişkili sonuçlara neden olabilirken, azaltım ve adaptasyon stratejilerini arazi kullanımına dengeli bir şekilde entegre etmek her iki taraf için de bir kazan-kazan sonucu sağlayabilir; (3) bununla birlikte, artan sera gazı ve yoğunlaşan iklim stresini gösteren entegre kentsel arazi kullanım planlamasının uygulanmasındaki herhangi bir gecikme ile yan faydalar kademeli olarak azalacaktır. (Xu ve diğ., 2019).

Güney Afrika'nın en büyük ilçelerinden biri olarak Mdantsane'nin mekânsal planlamasını ve iklim değişikliğine uyumu incelemek için karma bir yöntem yaklaşımı Busayo ve diğ. (2019) tarafından uygulandı. Kentsel yoksulluk, temel tesislerin eksikliği ve diğer çevresel zorluklar altında insanların iklim değişikliğine uyumunu iyileştirmek için yapılan bu çalışma Mdantsane'nin yerleşik ve doğal ortamlarının yanı sıra mevcut ilişkiler nedeniyle iklim değişikliğinin etkilerine son derece duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, mekânsal planlamanın kapsamlı entegrasyonu doğrulanabilirlik, sağlık, refah ve dayanıklılık için gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Böylelikle Mdantsane ilçesinde iklim ve çevresel riskleri azaltmaya özel olarak odaklanılarak, gelecekte ikamet edenlerin iklim değişikliğine adaptasyonunu sürdürmek için stratejik müdahale ve planlama önerileri yapılmıştır.

Afrika şehirleri genelinde, ulusal ve uluslararası politika girişimleri, hükümetlerin kentsel nüfusları mevcut ve gelecekteki iklim tehditlerinden korumak için dirençli şehirler inşa etmeye kararlı olduklarını göstermektedir. Afrika'da iklim direncinin kaderi şu anda belirsizlik durumunda kalsa da, dayanıklı gelecekler inşa etmek için toplulukların isteklerine cevap veren şehir planlamasına ve şehir düzeyinde kalkınmaya artan ilgi gerekmektedir (Cobbinah ve diğ., 2020) Geçmiş ve devam eden araştırmalar, Afrika şehirlerinin iklim değişikliğinin savunmasız bölgelerinden biri olmaya devam ettiğini fakat yine de en az hazırlıklı olan ülkeler arasında gösteriliyor. Afrika şehirlerindeki hızlı kentleşmeyle birlikte iklim değişikliği etkilerinde beklenen bir artışın ortaya çıkabileceğini gösteren Cobbinah ve diğ. (2020) yaptığı çalışma Afrika'da iklim değişikliği sorunlarını ve dirençli kentsel gelecek inşa etme çabalarında şehir planlamasına daha fazla önem verilmesinin gerekliliğini ve Afrika'nın Gana şehrini bir örnek çalışma olarak kullanarak tüm Afrika şehirlerinin kentsel planlama yoluyla iklim değişikliğini ele almaya başlamasının zamanının geldiğini belirtmektedir. Çalışma, kıtadaki iklim değişikliği sorunlarını ele alırken kentsel planlamanın keşfedilmemiş potansiyellerini analiz etmekte ve dayanıklı Afrika şehirlerinin gelişmesinde kentsel planlamanın katılımı için önerilerde bulunmuştur. Ayrıca kentsel planlama yoluyla iklim direncine odaklanmanın, değişen iklim

etkilerini yönetmek ve kentsel Afrika'da yaşamı iyileştirmek için kritik olan iyileştirilmiş hizmet sunumuna, bilgili vatandaşlara ve politik eylemlere yol açabileceğini göstermiştir.

Afrika'daki kentsel planlama iklim değişikliğinin etkilerini yönetmede olumlu bir etki yapmamasından dolayı genellikle eleştirilmektedir. Cobbinah ve diğ. (2019) Gana'nın Kumasi kentinde iklim değişikliği etkilerini yönetmek için bir araç olan kentsel planlamadan yararlanma olasılığı ve prosedürüne dair kurum perspektiflerini ve politika yanıtlarını araştırmıştır. Gana'nın kentsel planlama ve iklim değişikliği politikasının incelenmiş ve Kumasi'deki kentsel planlama ve iklimle ilgili ajanslarla yapılan görüşmeleri kullanan bulgular, politikaların belirsiz doğasının ve kentsel planlamada iklim değişikliği konularına odaklanılmadığını göstermektedir. Zayıf kurum çerçevesinin ve koordinasyon zorluklarının (örn. lojistik, yasaların uygulanması) şehrin iklim değişikliği etkilerini (örn. ani seller) yönetememesine yol açan bir durum olarak bildirilmiştir. Yetersiz fonlar, planlama yasalarının zayıf uygulanması, lojistik ve zayıf kurumsal kapasite gibi uygulama zorlukları, iklim değişikliğinin şehir planlarına entegrasyonunun yanı sıra hem yerel planların hem de ulusal politikaların uygulanmasını kısıtlamıştır. Bu çalışma ile katılımcı bir yaklaşım ve politika uygulamasına yönelik kurumsal olarak tanımlanmış net rollerin olması gerekliliği ortaya çıkmıştır. İklim değişikliği konularının şehir planlamasına entegre edilmesi, bir fikir birliği oluşturma ve müzakere yaklaşımı ile yapılması önerilmiştir.

2.1.4.1. Kentsel Yönetim Ağları

Yönetişim ağları, hem kentsel meseleler hem de iklim değişikliğiyle aynı anda mücadele eden topluluklar için çok önemlidir. İklim değişikliğiyle başa çıkmada bölgelere ve bölgesel kurumların rollerine, güçlü ve zayıf yönlerine ilişkin bir araştırma sayısı sınırlıdır (Mason ve Fragkias, 2016). Ancak bölgeleri ve bölgesel kurumları araştırmanın iklim değişikliği eylemini ilerletmek için verimli bir alan olabileceğini öneren bazı uluslararası araştırma örnekleri vardır. Aylett'in (2015) beş kıtada elliden fazla belediyeyle yaptığı araştırmadan elde ettiği bulgular, bazı bölgelerin çabalarına diğerlerinden daha fazla katıldığını ve iklim değişikliğine uyumla ilgilenen en etkili bölgelerin belediye kurumları arasında işbirliği ağları kuranlar olduğunu ortaya koymaktadır.

Farklı aktörlerin çeşitliliği ile güçlü ve koordineli taahhütler gerektiren Paris Anlaşması ve onun *bottom-up* (tabandan tavana) yapısı çerçevesinde (Solecki ve diğ., 2018), kentsel alanlar, hedeflerine ulaşmak için gereken azaltım ve uyum politikalarının uygulanmasında kilit bir rol olarak kabul edilmektedir (Castan Broto, 2017; Rosenzweig ve diğ., 2010; Mi ve diğ., 2019).

1.5 °C ile sınırlandırılmış yolların izlenmesinde yönetişimin çeşitli seviye ve türlerinin katılımı daha da önemli olacaktır (Fuhr ve diğ., 2018; Amundsen ve diğ., 2018).

İklim değişikliğinin azaltılması; kentleşme, ekosistemler, hava kirliliği ve aşırı olayları ile olan bağlantıları nedeniyle sürdürülebilir kalkınma ile yakından bağlantılıdır (Mi ve diğ., 2019), ancak kentlerin farklı çevre politikalarının uzun vadede nasıl etkileşime gireceğini keşfetmek gerekir (Pasimeni ve diğ., 2014). Yerel yönetimlerin genellikle toplu davranışlardan yararlanmak ve enerji tüketimini daha sürdürülebilir çözümlere kaydırmaya katkıda bulunmak konusunda iyi konumda görülseler bile (Fudge ve Peters, 2009; Heidrich ve diğ., 2016), şehirlerin iklim değişikliğine karşı mücadeleye öncülük edebileceği fikri sıklıkla övgüyle karşılanmaktadır (Mulugetta ve diğ., 2010) ve birçok yazar yerel iklim politikalarının etkililiğine ilişkin çeşitli sınırların altını çizmektedir.

2.1.4.2. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik çalışmaları ağırlıklı olarak enerji tüketimi ve sera gazı emisyonlarına odaklanmıştır. Tüm sera gazı emisyonlarının yaklaşık % 80'i genellikle şehirlere dayanır (Martos ve diğ., 2016) Satterthwaite ve diğ. (2008)'na göre, antropojenik sera gazı emisyonlarının büyük olasılıkla yarısından daha azının aslında şehir sınırları içinde üretildiği anlamına gelir. Bununla birlikte, elektrik santrallerinden veya endüstrilerden kaynaklanan emisyonlar, tüketen kişi veya kurumların konumuna tayin edilirse, şehirler bu emisyonların önemli ölçüde daha yüksek bir yüzdesini oluşturur. Son yirmi yılda yapılan ne iklim çalışmaları ne de sürdürülebilirlik çalışmalarının neredeyse hiçbirinin, şimdiye kadar şehir planlaması ve/veya bina tasarımı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı konusunda fikir birliğine varılmıştır (Fallman ve Emeis, 2020; Eliasson, 2000; Mills ve diğ., 2010; Parsaee ve diğ., 2019)

Bazı araştırmacılar dünyadaki yerel yönetimlerin çoğunun, iklim değişikliğiyle ilgili temel sektörlerde çok daha az sorumlulukları olduğunu ve genellikle toplulukların iklim politikalarını süreklilikle yürütmek için gerekli kaynaklardan yoksun olduklarını belirtmişlerdir. Diğer araştırmacılara göre ise şehirlerdeki iklim değişikliğinin azaltıma yaptığı katkılar olduğundan fazla gösterilmiştir çünkü yenilenebilir enerjilerin daha geniş kullanımı ve ulaşım ile ilgili karbondioksit (CO₂) emisyon azaltımları temelde ulusal enerji politikaları ve geliştirilmiş ulusal yakıt verimliliği standartlarının bir sonucudur, ancak yerel makamların doğrudan müdahalesinden kaynaklandığı belirtilmiştir. (Brooks, 2017; Jabareen, 2015). Şehirlerin iklim politikalarına katılımının modaliteleri, mantığı ve etkinliği halen tartışılmaktadır (Bertoldi ve

diğ., 2018; De Gregorio Hurtado ve diğ., 2015; Heidrich ve diğ., 2016; Kona diğ., 2018) ve ulusal veya uluslararası politikaların yerel düzeyde etkisi henüz tam olarak araştırılmamıştır.

Messori ve diğ. (2020)'nin yaptığı çalışma CO₂ emisyon azaltım hedeflerini tanımlayan ve belediye düzeyinde bunları başarmak için temel eylemleri özetleyen Sürdürülebilir Enerji Eylem Planlarının (SEAP) uygulanmasıyla bağlantılı olarak çeşitli yönleri değerlendirmek için yeni bir iklim azaltım eylem endeksi sunmaktadır. Belediye Başkanları Sözleşmesi (CoM) çerçevesinde Milano Metropolitan Şehrine (İtalya) bağlı 102 Belediye tarafından uygulanan iklim değişikliğini azaltım eylemlerini incelemek için bir SEAP Uygulama Endeksi (SII) geliştirilmiş ve uygulanmıştır. SII altı kategori ve on altı göstergeden oluşmaktadır ve 1 ile 10 arasında değişen bir nihai puanla neticelendirilmektedir. Örnek alanda elde edilen ortalama puan 4.2 olarak hesaplanmış ve sadece on bir Belediye 6'dan daha yüksek bir değerlendirmeye ulaşmıştır. Çoğu belediye tarafından çoğunlukla finansman ve personel eksikliği nedeniyle ihmal edilen nüfus katılımı ve girişimin yönetimi, en kritik hususlar olarak tanımlanmaktadır. CoM'a büyük katılım olmasına rağmen, şimdiye kadar SEAP uygulamasının nicel bir analizi önerilmemiştir ve bu çalışma, uygulamalarında bazı ciddi eksiklikler göstermektedir. Somut sonuçların ortaya çıkmasını engelleyen finansman ve personel eksikliği bu çalışma için bir ana sorun teşkil etmiştir.

Aslında, yerel iklim politikasının başarısı, yalnızca öncü şehirlerin küçük bir grup halinde harekete geçmesine değil, aynı zamanda başkalarının da kendi örneklerini takip etme isteği ile ilişkilidir. Aksi takdirde kendi girişimlerini üstlenmeyecek olan şehirler için bağlayıcı standartlar getirilmesine bağlı olduğu belirtilmiştir (Kern, 2019). Reckien ve ark. (2018) yaptığı çalışmada şehir büyüklüğünün, ulusal mevzuatın ve uluslararası ağların yerel iklim planlarının uygulanmasını nasıl etkileyebileceğini göstermiştir. Yine de, ulus ötesi iklim yönetim girişimleri (Belediye Başkanları Sözleşmesi (CoM), ICLEI, C40 ve 100 Dirençli Şehirler gibi) düşük etkililiğe sahip gibi görünmektedir ve bu nedenle, 2°C hedefi ile Ulusal Olarak Belirlenen Katkılar (NDC) toplam etkisi arasındaki azaltım boşluğunu doldurmaları beklenemez (Michaelowa and Michaelowa, 2017; Roelfsema ve diğ., 2018).

Şehirler, toplam birincil enerji tüketiminin ve sera gazı emisyonlarının yüksek olduğu yerlerdir (Sims ve diğ., 2007). Artan kentleşme ve kentsel ekonomik varlıklar, altyapı ve hizmetlerin karmaşık yapıları özellikle şehirleri iklim değişikliğine karşı savunmasız hale getirmektedir (Geneletti ve Zardo, 2016; IPCC, 2012). Bu nedenle, kentsel alanlardaki iklim değişikliğine karşı azaltım ve uyum stratejilerinin iyileştirilmesi, şehirlerin giderek daha fazla üstlendiği

(Rosenzweig ve diğ., 2010; Van Staden ve Musco, 2010) ve çabalarını destekleyen uluslararası kuruluşlar tarafından kabul edilen bir rol olarak sürdürülebilir kalkınma için çok önemlidir (ICLEI, 2010). Yerel düzeyde iklim planlaması, ana akım azaltım ve uyum eylemleri için önemli bir yoldur (Measham ve diğ., 2011). Şehirler, vatandaşlar ve yerel paydaşlarla paylaşılan stratejik bir planlama süreci aracılığıyla düşük karbonlu politikaları (Gouldson ve diğ., 2015) ve uyum stratejilerini uygulamak için ideal bir çerçevedir (Pietrapertosa ve diğ., 2018; Geels, 2011).

2.1.4.3. Kentsel Alanlarda Sera Gazı (GHG) Emisyonlarının Hesaplanmasında Kullanılan Yaklaşımlar

Birçok çalışma, sera gazlarının (GHG) hesaplamasında seçilen yaklaşımın şehirlerdeki sera gazı envanterinin sonuçlarını önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermektedir (örneğin Sudmant ve diğ., 2018; Andrade ve diğ., 2018). Kabul edilen karbon hesaplama yaklaşımına bağlı olarak, bazı sera gazı emisyon kaynakları ihmal edilebilir veya göz ardı edilebilir. Bu nedenle, hesaplama yöntemi veri sağlanmasını şekillendirebilmekte ve sonuç olarak iklim değişikliği ile mücadele için kamu politikalarını sınırlayabilmektedir (de Souza Leao ve diğ., 2020; Harris ve diğ., 2012)

Mevcut çalışmalar, şehrin ekonomik profiline bağlı olarak, tüketime dayalı emisyon envanter (CBA) sonuçlarının, üretime dayalı yaklaşım (PBA) envanterinden çok daha büyük olacağını ortaya koymaktadır (örn. Sudmant ve diğ., 2018; Andrade ve diğ., 2018). CBA yaklaşımının kullanımını destekleyen yazarlar (örn. Dodman, 2009; Harris ve diğ., 2012; Lombardi ve diğ., 2017; Andrade ve diğ., 2018), diğerleri ise CBA yaklaşımını güvenilir bir şekilde kullanmak için gereken belirsizlikler, teknik zorluklar ve veri eksikliği göz önüne alındığında PBA'nın standart olarak devam etmesi gerektiğini savunur (Peters, 2008; Afionis ve diğ., 2017; Franzen ve Mader, 2018). Birçok yazar, karbon hesaplama yaklaşımının sera gazı sonuçları üzerindeki etkisini tartışmaktadır (örn. Dodman, 2009; Harris ve diğ., 2012; Lombardi ve diğ., 2017; Sudmant ve diğ., 2018; Andrade ve diğ., 2018). Son zamanlarda yapılan bazı araştırmalar, aynı zamanda, şehirler için karbon hesaplamasının kapsamlılığı ve doğruluğunu geliştirmek için yöntemler önermektedir (Li ve diğ., 2017a; Liao ve diğ., 2018; Shan ve diğ., 2017; Cai ve diğ., 2018; Ottelin ve diğ., 2018; Mi ve diğ., 2019). Envanterlere dayalı emisyon verileri, iklim değişikliği azaltım araştırmalarının ve eylemlerinin temelidir. Bununla birlikte, şehirlerin sera gazı raporlarının kalite analizine odaklanan çalışmalar nadirdir. Li ve diğ., (2017b), şehir düzeyinde sera gazı envanterlerine ilişkin araştırması ve uygulama özellikle gelişmekte olan ülkelerde nispeten sınırlıdır. Castan Broto ve Bulkeley (2013) ve Van der Heijden (2019)

ayrıca, iklim değişikliğine karşı şehirlerin tepkileri hakkındaki mevcut literatürün, ekonomik olarak daha gelişmiş ülkelerdeki bireysel vaka çalışmalarına veya küçük şehirler kümesine odaklandığından bahsetmektedir.

de Souza Leao ve diğ. (2020) şehirler için mevcut temel karbon hesaplama metodolojileri arasındaki farklılıkları analiz ederek karbon envanterlerindeki eksiklikleri tanımlamaktadır. Çalışmada, Brezilya'nın 24 şehrinin sera gazı envanterleri ve iklim eylem planlarında her bir karbon hesaplama yaklaşımını kullanmanın yararları ve dezavantajları incelenmiştir. Tüm şehirler, Sera Gazı envanterlerini Üretim Bazlı Yaklaşım (PBA) kullanarak geliştirmişler ve en azından sınırların dışında meydana gelen elektrik ve atık emisyonlarını eklemişlerdir. Şehirlerin sera gazı (GHG) emisyon envanterlerinde, sonuç olarak iklim eylem planlarını etkileyen şehirlerin GHG hesap raporlarında çeşitli boşluklar tespit edilmiştir. İki ana tür raporlama açığı tespit edilmiştir: tamamlanmama ve şeffaflık eksikliği. Brezilya şehirlerinin sera gazı raporlarının, şehrin faaliyetlerinin ve tüketim kalıplarının bir sonucu olarak ortaya çıkan emisyonları uygun şekilde yansıtmadığı belirtilmiştir. Ayrıca on yedi sera gazı raporunun tamamlanmadığı ortaya çıkmıştır. Yirmi raporda, varsayımlar, girdi verileri, girdi verilerinin kaynağı, emisyon faktörleri, hesaplama yöntemleri veya muhasebe sınırlamaları hakkında hiçbir şeffaflık olmadığı sonucuna varılmıştır. Yalnızca on altı şehirde (I) şebekeden ithal edilen elektrik dahil olmak üzere sabit enerji; (II) ulaşım; ve (III) atık ölçülmüş; dört şehir ayrıca endüstriyel süreç ve ürün kullanımı (IPPU) emisyonlarını ve yedi şehir, tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımı (AFOLU) emisyon ve azaltımlarını bildirmiştir. Brezilya şehirlerinin, gıda, içecek tüketimi ve üretilen ürünlerin ithalatıyla ilgili GHG emisyonlarını ölçülmemiştir. Sonuç olarak, hiçbir iklim eylem planı sürdürülebilir tüketime yönelik eylemleri dikkate almamıştır. Çalışma, akademisyenlere ve politika yapıcılara nasıl en iyi metodolojiyi seçecekleri ve düşük karbonlu planlar geliştirecekleri konusunu kavramayı sağlamayı amaçlamıştır. Birkaç yazar tüketime dayalı emisyon envanteri (CBA) yaklaşımının benimsenmesini desteklese de, bu yaklaşımın dezavantajları, sonuçların doğruluğunu etkileyen yerel düzeyde mevcut veri eksikliği çeşitli çalışmalarla da vurgulanmaktadır. Araştırma, PBA'nın Brezilya şehirleri tarafından dolaylı elektrik emisyonları, sınır dışı çöp sahalarına atılan atıklar ve havacılıktan kaynaklanan emisyonların (birkaç istisna dışında) bir araya getirilmesiyle kullanıldığını doğrulamıştır.

2.1.4.4. Yerel İklim Politikaları ve Planlarında Anaakımlaştırma

İklim değişikliği literatüründeki anaakımlaştırma, "sürmekte olan sektörel ve kalkınma planlama ve karar alma süreçlerinde iklim değişikliğini ele almaya yönelik politika ve

önlemlerin entegrasyonu" olarak tanımlanmaktadır (de Gregorio ve diğ., 2014) Anaakımlaştırma, örneğin paydaşlar tarafından uygulama ve kabulün sağlanması gibi bir politika sonucunun etkinliği için bir gösterge olarak varsayılmaktadır. Anaakımlaştırma aynı zamanda Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin başarılı bir şekilde uygulanmasına özgü entegre bir yaklaşıma izin verir (Reckien ve diğ., 2019)

Şehirler, yerel iklim planları veya stratejiler geliştirerek, iklim değişikliğine taahhütte bulunarak önem kazanmakta, ancak plan geliştirme ve uygulama yaklaşımları ve süreçleri veya önerilen önlemlerin başarısı ve etkinliği hakkında çok az şey bilinmektedir. Anaakımlaştırma, başarılı bir uygulama ile ilgili bir yaklaşım olarak kabul edilir, ancak yerel iklim politikalarının ve planlarının devam eden sektörel ve/veya kalkınma planlamasına entegrasyonunun kapsamı belirsizdir. Reckien ve diğ. (2019) tarafından yapılan çalışmada yerel iklim planlarında iklimi anaakımlaştırma derecesine ilişkin bir referans temel oluşturmak için 28 Avrupa ülkesindeki 885 şehir analiz edilmiştir. Bu, anaakımlaştırmanın faydaları ile özel iklim planlarının karşılaştırılmasına yardımcı olacağı belirtilmiştir. Bu çalışma, yerel belediyelerdeki iklim değişikliği sorunlarının en iyi şekilde, ya genel bir plana paralel olarak özel bir yerel iklim planı geliştirerek ya da daha sonra önce özel ve daha sonra bir anaakımlaştırma planı geliştirerek (ortak ya da müteakip "ikili yol yaklaşımı") çözülebileceği sonucuna varılmıştır. Araştırma iklim sorununu ele alan bağımsız iklim politikası belgeleri ile karşılaştırıldığında, Avrupa şehirlerindeki yerel iklim planlamasında yaygınlaştırma yaklaşımının kullanım kapsamını araştırır. Şehirler analiz edilerek yerel iklim planları, diğer yerel politika girişimlerinde özel veya ana akım olarak sınıflandırılmıştır. Yaygınlaştırma derecesinin azaltım için düşük (incelenen şehirlerin % 9'u; belirlenen planların % 12'si) ve adaptasyon için biraz daha yüksek olduğu (şehirlerin % 10'u; planların % 29'u) tespit edilmiştir. Hâlihazırda özel yerel iklim planları sunan şehirlerin (azaltım için şehirlerin % 66'sı; adaptasyon için şehirlerin % 26'sı) bir anaakımlaştırma yaklaşımını takip edebileceği belirtilmiştir. Yani adaptasyonu planlayan yerel makamların sayısı, azaltımı planlayanlara göre yaklaşık üç katı bir anaakımlaştırma yaklaşımı seçtiğini göstermiştir (azaltım planlarının % 12'si yaygınlaştırılmıştır; uyum planlarının % 29'u yaygınlaştırılmıştır). Bulgular, adaptasyonun (azaltımdan daha fazlası) yerel, çok boyutlu ve bütünsel bir süreç olarak anlaşıldığı fikrini yansıtmıştır. Bu, iklim eylemlerinin etkili bir şekilde uygulanmasının yanı sıra iklim sorunlarının diğer yerel sektör politikalarına yayılmasını vaat etmiştir. Yalnızca geniş sürdürülebilirlik veya dayanıklılık stratejilerinin geliştirilmesi kritik olarak görülmüştür. Ancak, ne Yerel İklim Planlarının varlığının ne de yaygınlaştırılmasının emisyonlarda ve/veya kırılganlığın azaltılmasında etkinliği garanti ettiği kanıtlanmamıştır.

Emisyon ve kırılganlığın azaltılmasındaki etkinliği değerlendirmek için, iklim değişikliği için özel planlamaya karşı anaakımlaştırmanın avantajlarının politika çıktıları yerine politika sonuçları açısından analiz edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Runhaar ve diğ., 2018).

2.1.4.5. İklim Acil Durum Bildirimleri

İklim acil durum bildirimleri, küresel ısınma karşısında hükümetlerin en güçlü açıklamaları arasında yer almaktadır. Şimdiye kadar en az 1217 yerel yönetim iklim acil durumu ilan etmiş; ancak çoğu 2019'da olmak üzere ulusal hükümet düzeyinde yalnızca yedi beyan yapılmıştır. (Smith-Schoenwalder, 2019). İklim acil durumu ilan eden yerel yönetimler katlanarak yükselmeye devam etmektedir ve bu müdahalelerin nasıl işlevlik kazandığına dair bir anlayış geliştirmek kritik önem taşımaktadır. Önceki araştırmalar, yerel yönetim uygulayıcılarının iklim değişikliğini karmaşık bir acil durum olarak kavramsallaştırdıklarını, ancak bu karmaşıklıkla başa çıkmaya uygun olmayan "mevcut durum" önerme eğiliminde olduklarını göstermektedir (Aldunce ve diğ., 2016; Fünfgeld ve McEvoy, 2014; Juhola ve diğ., 2011). Dünyanın dört bir yanındaki hükümetler iklim acil durumlarını ilan ettiklerinden, yeni yayınlanan iklim acil durum planlarının hala bu tür 'mevcut durum' yaklaşımları önerme eğiliminde olup olmadığı bilinmemektedir (Davidson ve diğ., 2020). Bilim adamları, iklim acil durum bildirimlerinin, 'mevcut durum' iklim yönetiminden yeni bir iklim yönetim acil moduna geçişi işaret edebileceğini öne sürüyorlar (Sutton, 2017).

Davidson ve diğ., (2020) tarafından Auckland (Yeni Zelanda) ve Darebin (Melbourne, Avustralya) şehirlerinin iklim acil durum planları gözden geçirilmiştir. Araştırma, iklim acil durum planlarında kavramsal bir anlayış geliştirmeyi hedeflenmiştir. Bu çalışmada bir iklim acil durum modunun politika ve planlama teorisi ve pratiği için etkileri olduğunu ve potansiyel olarak proaktif politika değişiklikleri gerektirebileceğini ve iklim yönetişimi için yeni paradigmayı başlatabileceği ortaya konulmuştur. Yeni acil durum modu, özellikle metropol planlama aracı dahilinde, şehirlerin iklim yönetişimi için yeni fikir dizilerini yayma potansiyeline sahip olduğu vurgulanmıştır.

2.1.4.6. Kentsel Alanlarda Lokal İklim Özellikleri

Kentsel iklimin en önemli özellikleri, daha yüksek hava ve yüzey sıcaklıkları, radyasyon dengelerindeki değişiklikler, daha düşük nem ve yerel kaynaklardan gelen kirletici birikimine neden olan sınırlı atmosferik değişimdir (Fallman ve Emeis, 2020). Kentsel iklimin dört ana nedeni şunlardır: (1) doğal toprağın kapalı yüzeylerle değiştirilmesi; (2) bitki örtüsü ile kaplanan yüzey alanının azaltılması; (3) cadde kanyonları tarafından yüzeyin uzun dalga

emisyonunun azaltılması; (4) gaz, katı ve sıvı atmosferik kirleticiler maddelerin salınımı ve atık ısı. Bu faktörlerin tümü, kentsel enerji bütçesi, su depolaması ve yüzeye yakın katmanlarda atmosferik değişim üzerinde ciddi etkilere sahiptir (Fallman ve Emeis, 2020; Marzluff ve diğ., 2008). Son on yılda kentsel iklim çalışmaları genellikle kentsel ısı adaları (Hidalgo ve diğ., 2008; Levermore ve diğ., 2018; Li ve diğ., 2019), hava kalitesi (emisyon, taşıma, kimyasal dönüşüm ve reaktif gazların ve parçacıkların birikmesi (Parrish ve diğ., 2011; Parrish ve diğ., 2016; Andrade ve diğ., 2017), yaya konforu (örneğin, yerel rüzgar koşulları (Stathopoulos ve diğ., 2004) veya genellikle halk sağlığı sorunları ile bağlantılı olarak termal konfora (Chatzidimitriou ve diğ., 2016) odaklanmıştır (Fallman ve Emeis, 2020).

Kentsel iklim bilgisi hızla artıyor. Hemen hemen tüm çalışmalar ve öneriler, ağaç dikme ve kentsel yeşilliklerin genişletilmesi, soğuk ve yüksek albedo yüzey malzemelerinin kullanılması, kentsel morfolojinin ve hava koridorlarının kontrol edilmesi gibi farklı azaltım stratejilerinin potansiyel faydalarını göstermiştir. Bununla birlikte, başarılı ve gerçekçi kentsel iklim haritalarının (UCM) üretilmesindeki başlıca zorluklar hala devam etmektedir. Parsaee ve diğ. (2019) çalışmalarında kentsel gelişim politikaları ve eylem planlarında (UDP/AP) pratik uygulamalara ve etkili müdahalelere yönelik kentsel ısı adası (UHI) azaltım stratejileri ve kentsel iklim haritalarının (UCM) eksikliklerine dikkat çekmektedir. Çalışma eylem planlarının üretilmesindeki temel eksiklikleri belirlemek için UHI ve UCM'lerin bilgilerini eleştirel bir şekilde gözden geçirmiştir. Bu eksiklikleri üç ana başlık altında tanımlanmıştır: (1) kentsel gelişim politikaları ve eylem planlarına (UDP / AP) aktif katılım; (2) kentsel yönetim ve hükümet eylemleri ve (3) halk taahhüdü ve katılımı. Kentsel ısı adası (UHI) çalışmalarının ve kentsel iklim harita (UCM) sistemlerinin kentsel gelişim politikaları ve eylem planları (UDP/AP) ile bağlantı kurmaya yönelik teknik zorlukları tartışılmıştır. Kentsel iklim haritaları (UCM) kentsel iklim yönetişiminin rolünü açıkça tanımlamalıdır. Kararlaştırılan eylemler sürdürülebilirlik çerçevesi içinde uygulanmalıdır. Son olarak yerel toplulukların ihtiyaçları ve paydaşların görüşlerinin sentezleme sürecine dâhil edilmesi önerilmiştir. Potansiyel bir çözüm olarak ihtiyaç temelli yaklaşımların tüm kentsel aktörlerin bakış açılarını dikkate alacak şekilde daha da geliştirilmesi önerilmiştir. Bu çalışmada, kentsel ısı adası (UHI) azaltım stratejilerinin kentsel gelişim politikalarına ve eylem planlarına (UDP/AP) ihmal edilebilir katkıları olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle azaltım stratejileri ve kentsel iklim haritaları (UCM) UDP/AP'nin karar verme süreçlerine dâhil edilmesi önerilmiştir. UCM'ler, kentsel iklim yönetişiminin, politika gündemlerinin ve öncelikli eylemlerin rolünü açıkça tanımlamalı ve halkın katılımı ve bağlılığı yüksek derece vurgulanmalı ve güçlendirilmelidir.

Kentsel ısı adası (UHI), metropol alanların çevresindeki kırsal alanlara göre daha yüksek hava ve yüzey sıcaklığı olarak bilinmektedir. UHI mekanizması (1) yapay kentsel malzemelerden kaynaklanan kısa ve uzun dalga radyasyonunun emilmesi (2) binalardan ve altyapıdan terleme (3) yerleşim yeri sakinlerinden ve cihazlardan antropojenik ısıнын salınması ve (4) binaların hava akışını engelleme etkisi ile tetiklenir (Mirzaei ve Haghighat, 2010; Magli ve diğ., 2016). Bu mekanizmanın bazı faktörleri, iklim koşulları, meteorolojik özellikleri ve coğrafi özellikleri kontrol edilememektedir (Rizwan ve diğ., 2008; Santamouris, 2014; Rajagopalan ve diğ., 2014; Kleerekoper ve diğ., 2012; Lauwaet ve diğ., 2016).

Stone ve diğ. (2012), belediye ve eyalet düzeyindeki iklim eylem planlarının, en kalabalık ABD şehirlerinde neredeyse orta vadede ısınma hızını yavaşlatmadaki olası etkililiğini değerlendirmiştir. Büyük ABD şehirlerinde 1961 ve 2010 yılları arasında küresel ölçekte yerel ölçekli iklim değişikliği mekanizmalarını ayırmak için zaman serisi sıcaklık eğilim analizleri kullanılmıştır. Bu planlara dahil edilen çeşitli emisyon kontrol ve ısı yönetimi stratejilerini belirlemek için en kalabalık 50 büyükşehir bölgesinde belediye veya eyalet düzeyinde geliştirilen tüm iklim eylem planları gözden geçirilmiştir. Değerlendirmenin sonucu, belediye ve eyalet iklim eylem planları yoluyla benimsenen iklim değişikliği yönetimi politikalarının insan sağlığını ve refahını hızla yükselen sıcaklıklardan yeterince korumada başarısız olabileceğini göstermektedir.

Belediye ve eyalet hükümetlerinin iklim eylem planlarını sera gazı emisyon kontrollerine ek olarak ısı yönetimi stratejilerini içerecek şekilde genişletmelerini önermişlerdir.

2.1.4.7. İklim Dostu Şehir Planlama

İklim dostu şehir planlama, iklim değişikliğinin azaltılmasında ve adaptasyonunda kilit bir rol oynar ve gelecek nesiller için yaşam koşullarının sürdürülebilir gelişimine izin verir. Kentsel yeşillendirme, ekili cepheler ve çatılar veya yüksek oranda yansıtma yapan yapı malzemeleri gibi önlemlerin aşırı ısıyı azaltabildiği ve enerji maliyetlerini azaltmaya yardımcı olduğu uzun zamandır anlaşılmıştır. Bilimsel ve çoğu zaman teorik bilgiyi şehir planlamasına aktarmak, mutlaka disiplinler arası bir diyalogu içerir. Kentsel iklim çalışmalarından elde edilen sonuçların gelecekteki kentsel alanların mimari tasarımıyla nasıl ilişkilendirilebileceği sorusuna cevap vermek için mevcut literatürün meteorolojik bir perspektiften gözden geçirilmesi amaçlanan çalışmada Fallman ve Emeis (2020) şehir planlamacıları ve paydaşlar için "akıllı şehir" teriminin yeniden değerlendirilmesine temel oluşturacak bir katalog sağlamıştır.

Kentsel tasarım ve karar alma süreçleriyle ilgili birkaç kontrol edilebilir faktör de vardır (Rizwan ve diğ., 2008; Rajagopalan ve diğ., 2014). Bunlar, bina geometrisi, kentsel yoğunluk, inşa oranı (Rajagopalan ve diğ., 2014; Kleerekoper ve diğ., 2012; Gago ve diğ., 2013; Razzaghmanesh ve diğ., 2016), pürüzlülük uzunluğu, kanyonların açısı ve gökyüzü görüş faktörü (Rizwan ve diğ., 2008; Lee ve Baik, 2010; Unger, 2004), bitki örtüsü veya yeşil alanlar (Razzaghmanesh ve diğ., 2016; Wang ve Akbari, 2016a), su kütleleri, serin yutaklar, kaldırımlar ve açık alanlar (otoparklar gibi) (Luo ve Asproudi, 2015; Zhou ve diğ., 2011), yüzey özellikleri ve yapı malzemeleri (Gago ve diğ., 2013; Unger, 2004; Bonamente ve diğ., 2013), binaların kullanımı veya alanlar (ticari, konut, ofis vb.) ve ulaşım (Li ve diğ., 2013; Hsieh ve Huang, 2016). Kentsel gelişme politikaları ve eylem planları (UDP/AP) tartışmasız bu kontrol edilebilir faktörleri etkilemektedir. Bu bağlamda, UHI'nin kentsel gelişimin temel bir ürünü olduğu konusunda (Levermore ve diğ., 2018), özellikle arazi örtüsü veya arazi kullanımının, kentsel yapının ve bina konfigürasyonlarının değiştirilmesiyle ilgili geniş bir fikir birliği vardır (Parsaee ve diğ., 2019; Makar ve diğ., 2006; Fan ve Sailor, 2005).

2.2. TÜRKİYE'DE ORMANLARIN VE ORMANCILIĞIN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE İLGİLİ ROLÜ

2.2.1. Türkiye’de İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum

Ormanların ve ormancılığın iklim değişikliğindeki rolü (Paris Anlaşması ve uluslararası bağlamda) hem azaltım hem de uyumu kapsamaktadır. Azaltım ve uyum kavramları havza yönetimi ve onunla ilişkili Arazi kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO) sektörü ile doğrudan ilişkilidir. Orman ekosistemlerinin azaltımdaki rolü son yıllarda müzakere ve araştırmalara yoğun biçimde konu olmuş (LULUCF, REDD+, vb.), karbon tutum ve salımı ile ilgili başta IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) olmak üzere birçok kurum tarafından metot ve katsayılar geliştirilmiştir.

Konunun uyum (adaptasyon) boyutu önceleri daha arka planda kalmışken son IPCC Değerlendirme Raporu (AR5)’nda ifade edildiği gibi, ısınmanın en iyimser tahminle 21. yüzyıl sonu itibarıyla 1.5 °C’nin üzerinde gerçekleşeceğinin anlaşılması ile iklim değişikliği müzakereleri ve bilimsel çalışmalarda “uyum” konusu ön plana çıkarılmıştır. Orman ekosistemlerinin iklim değişikliğinin etkilerine karşı direncinin artırılması ve uyum/azaltım kapasitelerinin yükseltilmesine yönelik adaptif planlama yaklaşımlarının geliştirilmesi bu anlamda altı çizilen önemli bir konudur.

Ormancılık ve orman kaynaklarının iklim değişikliğine karşı yönetimi ile ilgili öncelikler ile hedefleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2023) ve Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı (2011-2023)'dir. Ayrıca Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK) tarafından hazırlanan Ulusal Envanter Raporu (National Inventory Report (NIR)) Raporu (2020) ve BMIDCS'ne sunulan Türkiye'nin Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanı (Intended Nationally Determined Contributions (INDC)'nından bahsedilebilir.

Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2023)'nde iklim değişikliği kaynaklı muhtemel artacak orman zararlılarına, orman yangınlarına ve ormansızlaşma sebebiyle olası azalacak yutak alanların korunmasına yönelik önlemlerin alınması; çölleşme ve erozyonla mücadele çalışmalarının geliştirilmesi ve ağaçlandırma çalışmalarının artırılması ile iklim değişikliğinin ülkemiz ormanlarına etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı 2011-2023 yıllarını kapsayan stratejileri değerlendirir. Raporda, sera gazı emisyonlarının azaltımında enerji, inşaat, sanayi, ulaşım, atık, tarım, arazi kullanımı ve ormancılık sektörleri yer almaktadır. İklim değişikliğinden kaynaklanan hastalık ve böcek zararlılarıyla mücadele, orman yangınlarıyla mücadele ve sıcaklık artışı ve yağış rejimi değişiminin orman ekosistemi ve türler üzerindeki etkilerinin tespiti; iklim değişikliğinin orman köylüleri üzerine sosyo-ekonomik etkileri ve ormancılık faaliyetleri, orman ekosistemi ve türler üzerine etkilerinin tespiti; orman ekosistemlerin izlenmesi, biyoçeşitlilik, yaban hayatı, hidroloji ve karbon depolama işlevlerini dikkate alan ağaçlandırma veya ıslah çalışmaları yapılması vb. gibi konular ele alınmaktadır.

2.2.2. AKAKDO Sektöründeki Mevcut Durum

2.2.2.1. Türkiye'nin Ulusal Envanter Raporu

Türkiye'nin Ulusal Envanteri (NIR), Taraflarca ulusal bildirimlerin hazırlanmasına yönelik gözden geçirilmiş Kılavuz İlkeler uyarınca, her yıl 15 Nisan'a kadar Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne sunulur. Türkiye 2004 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)'ne taraf olmuş ve UNFCC Ek 1 kapsamında listelenirken, Türkiye'nin ölçülmüş emisyon kısıtlaması ya da azaltım taahhüdü bulunmamaktadır, ancak 2007 yılından bu yana Sera Gazı Envanteri yıllık olarak UNFCCC tarafından oluşturulan ERT Ekiplerinin incelemesine tabidir. Son incelenen envanter sunumu Nisan 2018'dir.

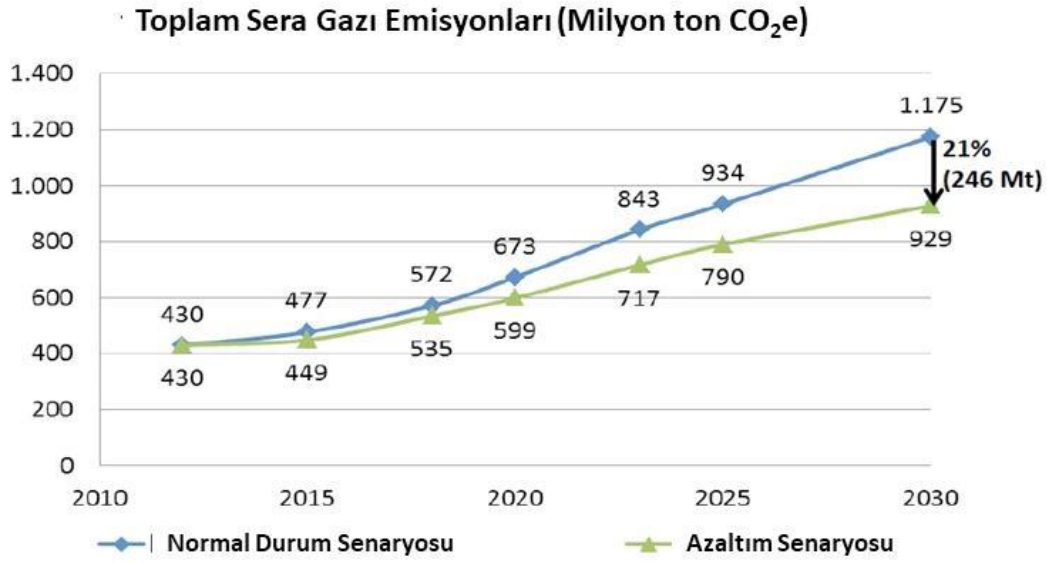
Türkiye'nin AKAKDO sektörü, aktivite verileri (AD) ve emisyon faktörleri (EF) olmak üzere iki ana bileşenden oluşan Arazi Tabanlı Raporlamaya dayalıdır. AKAKDO sektörü altı arazi kullanımına ayrılmıştır: Orman Alanları, Mera Alanları, Tarım Alanları, Sulak Alanlar, Yerleşimler ve Diğer Araziler. Her arazi kullanımı içerisinde sera gazı emisyon ve tutumlarının ve yıllık karbon değişikliğin hesaplanması için doğruluk düzeyi açısından kritik önem taşımayan emisyon faktörleri (EF) ve aktivite verileri (AD) kullanılır. Hesaplamalar üç seviyede yapılabilir. Seviye 1 hesaplama katsayıları için IPCC kılavuzunda belirtilen varsayılan değerleri ulusal aktivite verilerini temel olarak kullanılır. Seviye 2 her ülkedeki ulusal koşullara özgü özel katsayı verilerini kullanır. Seviye 3 yöntemi ise modelleme ve yüksek çözünürlüklü arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği verilerini içerir. Türkiye'de mekânsal izlenebilir yüksek çözünürlüklü arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği verileri olmadığı için arazi tabanlı emisyon hesaplamalarında Seviye 1 ve 2 yöntemlerini kullanır (LULUCF, Activity 1.2 Report, 2019).

Türkiye yıllık sera gazı (GHG) envanter raporunu 1990 referans yılı baz alınmaktadır. Ulusal Envanter Raporu (NIR) ve Ortak Raporlama Formatı (Common Reporting Format - CRF) tablolarından oluşur. NIR raporu, CRF tablolarında yer alan hesaplamaların detaylı açıklamasıdır. Türkiye'nin toplam sera gazı emisyon ve tutum oranları, sera gazı salımına neden olan aktivitenin nicel verileri, arazi kullanım sınıfları ve altlıklarının tanımlanması (örn. ormanlardan, meralardan ve tarım alanlarından yerleşimlere geçişler genellikle salım; sulak alanlardan (WL) ve diğer alanlardan (OL) yerleşimlere geçişler ise genellikle karbon tutumu anlamına gelmektedir), karbon tutum ve salımı ile ilgili metot ve katsayıların (Emisyon faktörü) nasıl hesaplandığı, hesaplamalarda değişiklik olmuşsa bunun nedenleri ve farklılıkların açıklanması, TACCC rehber prensipleri (Şeffaflık, Doğruluk, Karşılaştırılabilirlik, Tutarlılık ve Tamamlılık) doğrultusunda envanterdeki konumlanması ve planlanan iyileştirmelerdir (Serengil, 2018). Özellikle AKAKDO sektöründe antropojenik sera gazı emisyon ve tutumların raporlanması, arazi kategorilerinin belirlenmesiyle karbon stok, emisyon ve tutumlarının hesaplanmasında pek çok belirsizlik olduğu için zordur. Envanter AKAKDO aktiviteleri ile ilişkili karbon (C) stoklarının tahmini ile diğer sera gazı emisyon ve tutumlarının tahmini verileri sağlamaktadır (LULUCF, Activity 2.2 Report, 2019).

AKAKDO sektörü için yıllık envanterin oluşturulması ve değişikliğin raporlanması IPCC 2006 kılavuzu izlenmektedir. IPCC (2006) kılavuzu Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımı (AFOLU) Sektöründe (4. Cilt) yıllık sera gazı envanterlerini hazırlamak için kılavuzluk

etmektedir. Karasal karbon stoklarının farklı biçimlerinin yanı sıra antropojenik sera gazı emisyon ve tutumlarının altında yatan süreçlerin, her türlü arazide meydana gelebileceğini ve arazi kullanım değişikliklerinin her türlü araziye içerebileceğini kabul eder. Bu yaklaşımın amacı, antropojenik sera gazı emisyonları ve tutumlarının tahmin ve raporlanmasındaki uyum ve bütünlüğü iyileştirmektir. Kılavuz, iyi uygulama ile tutarlı ve belirsizliklerin mümkün olduğu kadar azaltıldığı envanterleri tanımlar (IPCC 2006). AKAKDO’da bu tanım karbon stoku değişikliklerinin, kaynakların yol açtığı emisyonlar ve yutaklardaki tutumlar tahmin edilmiş ve ulusal koşullar göz önünde bulundurulduğunda belirsizliklerin mümkün olduğunca azaltılmış olmasını sağlamalıdır. Mevcut bilimsel bilgi ve mevcut kaynaklar göz önünde bulundurulduğunda bu tür tahminler elde edilebilecek en iyi tahminlerdir (LULUCF, Activity 2.2 Report).

Türkiye, iklim değişikliği ile mücadele konusundaki ulusal koşullarına ve kabiliyetlerine uygun olarak katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Türkiye’nin Ulusal Katkı Beyanı (INDC) bildiriminde 2030 yılı için BAU (Business As Usual – Normal Gidişat)’ya göre ekonomi genelinde %21 azaltım hedefi bulunmaktadır (Şekil 2.1). Bu azaltım, Türkiye’nin uzun vadeli küresel sıcaklık artışını 2 °C’nin altına düşürme hedefi ile uyumlu düşük karbonlu kalkınma yollarına adım atmasını sağlayacaktır. INDC’ye dâhil olan sektörlerden biri olan AKAKDO sektörünün uygulanacak plan ve politikalarla yutak alanlarının artırdığını ve arazi bozulmasının önlenmesi ile Ormancılık Rehabilitasyonu ve Ulusal Ağaçlandırma Seferberliği Eylem Planı uygulanması olarak belirlenmiştir (INDC, 2015). Diğer sektörlerin aksine, AKAKDO sektörünün, net sera gazı emisyon yutağı işlevi gördüğünden, INDC’de ormancılık sektörü iklim değişikliğinin azaltılmasında ve INDC azaltım hedefinin gerçekleştirilmesinde önemli bir role sahip olduğu kabul edilmiştir. Türkiye Ormancılık Rehabilitasyonu ve Ulusal Ağaçlandırma Seferberliği Eylem Planı yanında Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı (İDEP) da dahil olmak üzere ulusal bir iklim değişikliği politikasıyla INDC’sini desteklemektedir (LULUCF Activity 3.1 Report, 2019).



Şekil 2.1: Normal durum senaryosu ve azaltım senaryosuna göre toplam sera gazı emisyonları projeksiyonu (INDC, 2015).

Türkiye'nin Ulusal Katkı Beyanı (INDC)'nda genel ifadeler kullanılmış, spesifik olarak hangi azaltım aracının kullanılacağı ifade edilmemiştir. Yani azaltım için orman yönetimine mi ağırlık verilmesi gerektiği yoksa ağaçlandırmaya mi önem verilmesi gerektiği net olarak ifade edilmemiştir. Sürdürülebilir orman yönetimi ön plana alınırsa üretim stratejilerinin ne olacağı konusunda araştırma yapılması gerekmektedir. Orman ürünlerinin üretimi yapıldıktan sonra odun ürünleri havuzunda karbon tutumuna yönelik olarak mı yoksa ormanların üretime gönderilmeyip arazide kullanılmasına yönelik net bir strateji belirlenmemiştir.

2.2.2.2. Yıllık Envanter Raporlamasına İlişkin Uluslararası Gereklilikler

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC), iklim sistemi üzerindeki tehlikeli antropojenik etkiyi önleyecek bir seviyede stabilize etmek amacıyla 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen Birleşmiş Milletler (BM) Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda imzalanmış uluslararası bir antlaşmadır. Türkiye, 24 Mayıs 2004'te Sözleşme 'ye taraf olmuş ve Kyoto Protokolü'nü 2009 yılında onaylamıştır. Takiben sera gazı salımlarını azaltmak ve sera gazı yutaklarını korumaya ve artırmaya yönelik girişimlerde bulunmuş ve bu alanda yürütülen çalışmalarda aktif katılım sağlamıştır. Ülkemiz, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi müzakerelerinde hem EK 1 ülkesi hem de EK 2 ülkesi olarak yer almıştır. 2001 yılında 7. Taraflar Konferansında Türkiye'nin isteği doğrultusunda EK 2'den çıkarılma kararı

alınmış böylelikle Türkiye BMİDÇS EK 1 kapsamındaki ülkeler listesinde yer alarak her sene Ulusal Envanter Raporu ve Ulusal Sera Gazı Envanterini BMİDÇS Sekreteryasına sunmakla yükümlü olup Kyoto Protokolü EK2 kapsamındaki ülkeler arasında yer almadığından, Türkiye'ye antropojenik sera gazı emisyon azaltım taahhüdü veya sayısal bir emisyon sınırlaması getirilmemiştir.

Ülkemiz heyeti 2010 yılında Meksika'da yapılan 16. Taraflar Konferansı'nda ülkemizin diğer EK 2 ülkelerden farklı bir konumda olması ve özel koşullara sahip olduğu kararı teyit edilmiştir. Ek olarak finansman ve teknoloji transferi bulunmadığı kabul edilmiştir. 2011 yılında Güney Afrika'nın Duban kentinde düzenlenen 17. Taraflar Konferansı'nda ülkemizin emisyon azaltımı, uyum, teknoloji transferi, kapasite geliştirme ve finansa erişimi geliştirme alanlarındaki imkanlardan ya da sağlanacak desteklerden nasıl yararlanacağını sonraki toplantılarda ele alınması kararlaştırılmıştır. 2014 yılında Peru'nun Lima kentinde gerçekleştirilen Taraflar Konferansı'nda özel şartları kabul edilen EK 1'e dâhil Tarafların bu imkânları onaylayarak en azından 2020'ye kadar tam olarak kullanmasını teşvik eder. Ayrıca 2020 sonrası iklim rejimini belirleyecek anlaşmanın taslağının hazırlanmıştır. Türkiye, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamı dışında da iklim değişikliği ile ilgili özellikle Avrupa Ormanları (Forest Europe) ve BMOF (Birleşmiş Milletler Ormancılık Forumu) uluslararası sözleşme ve süreçlere destek vermektedir (Serengil, 2018).

AB çevre müktesebatının bir parçası olan Kyoto Protokolü, 11 Aralık 1997 tarihinde Japonya'nın Kyoto kentinde kabul edilmiştir. Böylece iklim değişikliğine karşı önemli kurumsal ve yapısal değişiklikler gerçekleştirebilecektir. Sera gazı salım seviyesi yüksek olan taraf ülkelere bağlayıcılığı olan azaltım hedefleri getirmektir. Türkiye, Kyoto Protokolü'nde yer alan zorunlu karbon piyasalarında işlem gören mekanizmaları (Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mechanism veya CDM), Ortak Uygulama (Joint Implementation veya JI), Uluslararası Emisyon Ticareti (Int. Emission Trading veya ET) 2012 yılına kadar kullanamamıştır.

COP21'de Sözleşme Tarafları Paris İklim Değişikliği Anlaşması'nı Kyoto Protokolü'nün 2020 yılında sona erecek olması nedeniyle 12 Aralık 2015'te Paris'te kabul etmiştir ve 2016 yılında yürürlüğe girmiştir (BMİDÇS, 2015; Karar 1/CP.21). Paris İklim Değişikliği Anlaşması, iklim değişikliğiyle mücadele etmek ve sürdürülebilir düşük karbonlu bir gelecek için gereken eylemleri ve yatırımları hızlandırmak amacıyla yürürlüğe konulan küresel bir anlaşmadır. Paris Anlaşmasıyla 21. yüzyılın sonuna kadar sıcaklık artışını 2°C'nin altında tutma hedefine

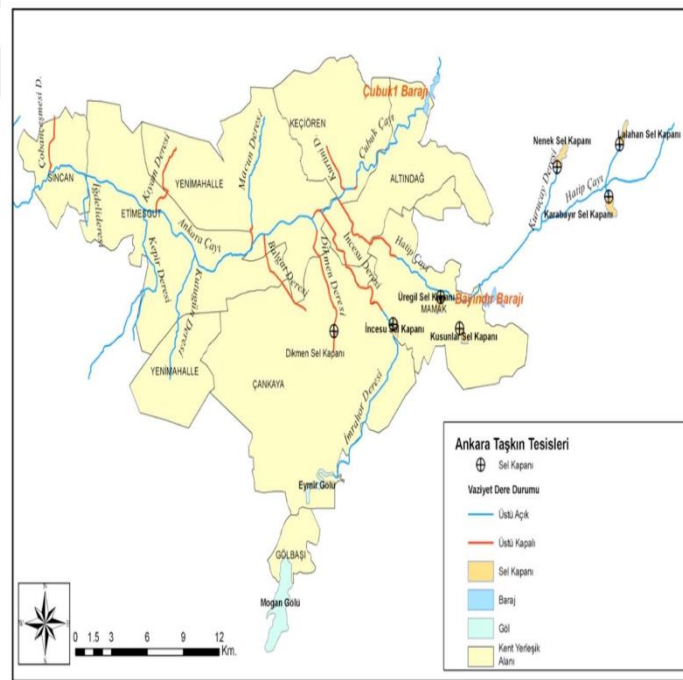
ulaşmak için 2021-2100 döneminde uygulama aracı olarak Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkılar (NDC) belirlenmiştir. Türkiye, küresel iklim değişikliği ile mücadele çabalarında rol almak ve katkı sağlamak için Paris Anlaşması'nı 22 Nisan 2016 tarihinde imzalamıştır. Fakat TBMM onayı henüz olmadığı için Türkiye'nin sunduğu taahhüt gönüllü katkı seviyesinde kalmıştır (Serengil, 2018). Sonuç olarak Türkiye'nin raporlama yükümlülükleri BM İklım Değişikliği ereve Sözleşmesi kapsamındaki taahhütler ile sınırlıdır.



3. YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMA ALANI

Ankara şehri 39°55'38" kuzey, 32°51'52" doğu coğrafi koordinatları arasında yer alır. Kent nüfus sayımına göre Türkiye'nin ikinci büyük şehri olan Ankara, 850 m rakımlı Anadolu'nun merkezinde üç tarafı dağlarla çevrili ve batıya doğru bir ova şeklinde açılan çanak biçimli topografik yapının içinde konumlanmıştır. Sakarya, Kızılırmak ve çok az kısmı Konya kapalı havzaları içerisinde yer almaktadır. Ankara'nın toplam nüfusu TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre 2020 yılında 5.663.332 kişidir. Ankara çayı, kuzeydoğusundan gelen Çubuk Çayı, doğusundan gelen Hatip Çayı ve güneydoğusundan gelen İncesu Deresi'nin bir araya geldiği yerde kurulmuştur (Yılmaz ve Ercoşkun 2020; Kaynar, 2017).



Şekil 3.1: Ankara Çayı ve Çevresi Taşkın Tesisleri (Yılmaz ve Ercoşkun 2020; Pekin, 2007).

Ankara'nın tarihi merkezi, Ankara Çayı'nın sol yakasındaki ovanın 150 m yukarısında yükselen dik ve kayalık bir tepe üzerinde yer almaktadır. Ankara'da kışlar soğuk, yazlar sıcak ve kurak geçer. Yüksek rakımı ve kuru yazları nedeniyle yaz aylarında gece sıcaklıkları düşüktür. En yüksek sıcaklıklar Temmuz ve Ağustos ayları, en düşük sıcaklıklar ise Ocak ve Şubat aylarıdır.

Ankara’da yıllık ortalama sıcaklık 11.9 °C, yıllık ortalama en düşük sıcaklık 6.3 °C ve ortalama aylık toplam yağış miktarı ise 391.9 mm’dir.

Havza ölçeğinde yapılan çalışmada Ankara ili ve çevre istasyonlarına ait meteorolojik veriler kullanılmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne ait Haymana (4092), Polatlı D.U.C (9005), Bala D.U.C (9014), Çubuk (9643), Ankara (17130), Kızılcahamam (17664), Nallıhan (17679), Beypazarı (17680) ve Polatlı (17728) istasyonları değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde Ankara ilinin büyük bir bölümünü içine alan Sakarya ve Kızılırmak havzalarına yer verilmiştir. Sakarya Havzası’nın tamamına yakınına kapsayan iller (Eskişehir, Sakarya ve Bilecik) ile Kızılırmak Havzası’nın tamamına yakınına kapsayan iller (Kırşehir ve Kırıkkale illerinin tamamını içerdiği ve Sivas, Kayseri, Yozgat, Nevşehir, Kastamonu, Çankırı illerinin il merkezleri) kapsayan literatür çalışması ile iklim değişikliği ile ilişkili atmosferik riskler değerlendirilmiştir.

3.2. ÜLKE, KENT VE ULUSAL BAZDA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANLARI ANALİZİ

Çalışma kapsamında ülkeler ve kentsel alanlar için hazırlanmış ulusal ve uluslararası iklim değişikliği ile mücadele eylem ve uyum/strateji planları arazi kullanımı, ormancılık, uyum ve azaltım yönlerinden incelenmiş ve analiz edilmiştir. Bu kapsamda verilerin değerlendirilmesi için aşağıdaki bilgilerden yararlanılmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Ülke ve kent bazında uluslararası eylem ve uyum/strateji planlarındaki bilgiler.

Bölgeler	Ülkelerin ve kentlerin iklim değişikliği ile mücadele eylem ve stratejileri hakkında araştırılan bilgiler
	Bölge gelişmişlik düzeyi nedir?
	İklim Değişikliği Eylem Planı var mı?
	Uyum Eylem Planı ve/veya Uyum/Strateji belgesi var mı?
	Ulusal katkı beyanları (NDC /INDC) var mı?
	İklim Değişikliği Eylem Planı/NDC/INDC azaltımı kapsıyor mu?
	İklim Değişikliği Eylem Planı Uyum'u kapsıyor mu?
	İklim Değişikliği Eylem Planı ile Uyum Planının belgede ayrı mı değerlendirilmiş yoksa beraber mi?
Avrupa	
Güney Amerika	2020 sonrası için Eylem Planı hazırlanmış mı?
Afrika	NDC de ormancılık sektörü yer alıyor mu?
Asya	2030 yılına kadar azaltım hedefi var mı?
Körfez	2050 yılı sera gazı azaltım hedefi var mı?
Kuzey Amerika	2050 yılına kadar azaltım hedefi nedir?

- Okyanusya 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi var mı?
Ormancılık azaltım seçenekleri (Ağaçlandırma, Orman Yönetimi ve Ormansızlaşma) var mı?
Eylem Planında Havza Kavramı (watershed, basin, catchment) geçiyor mu?
Uyum konusunda kaç eylem var?
Uyum eylemlerin kaç ormancılıkla ilgilidir?
Orman sektörü ile ilgili Uyum eylemlerin kaç Doğa Temelli Çözümler (NBS) ile ilgilidir?

Bu çalışmadan elde edilen sayısal verilerin değerlendirme sonuçlarının analizi için meta-analiz yöntemi uygulanmıştır. Bu bağlamda ülke ve kent bazında planların içerikleri ve etkinlik seviyeleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışma, küresel ölçekte ülke ve şehirlerin iklim değişikliğine uyum ve azaltım planlamasını kapsamaktadır. İklim Değişikliği Eylem/Strateji Planları 40 ülkedeki 60 şehirden ve yedi kıtadaki 60 ülkeden oluşan temsili bir örneklemde belirlenmiştir. Ayrıca Türkiye'nin 16 şehri iklim değişikliği eylem ve uyum/strateji planları kapsamında incelenmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Analiz edilen bölgeler ve seçilen ülke ve kentlerin sayısı.

Bölgeler	Ülke sayısı	Kent sayısı	Ülkeler	Kentler
Avrupa	23	31	Türkiye, Fransa, İspanya, İtalya, İrlanda, İsviçre, İsveç, Norveç, Danimarka, Estonya, Rusya, Letonya, Litvanya, Bulgaristan, Yunanistan, Romanya, Polonya, Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Slovenya, Avusturya, İngiltere ve Almanya	İstanbul, Paris, Barselona, A Coruña, Murcia, Roma, Londra, Birmingham, Dublin, Amsterdam, Rotterdam, Atina, Berlin, Frankfurt, Kopenhag, Stockholm, Uppsala, Oslo, Tallinn, Lizbon, Porto, Varşova, Prag, Ljubljana, Gent, Brüksel, Tirana, Viyana, Helsinki, Oulu, Zagreb
Güney Amerika	8	3	Şili, Kolombiya, Venezuela, Peru, Brezilya, Arjantin, Paraguay ve Uruguay	Rio de Janeiro, Buenos Aires ve Medellín
Afrika	8	5	Kenya, Uganda, Gana, Tanzanya, Etiyopya, Namibya, Kongo Cumhuriyeti ve Zimbabve	Cape Town, Johannesburg, Rabat, Accra ve Addis Ababa

Asya	9	13	Tayland, Japonya, Vietnam, Hindistan, Çin, Filipinler, Endonezya, Güney Kore ve Singapur	Pekin, Shangay, Jilin City, Wuhan, Tokyo, Osaka, Bangkok, Ho Chi Minh, Ahmedabad, Bhopal, Putrajaya, Mingeçevir, Batum
Körfez	6	1	Suudi Arabistan Krallığı, Katar, Umman, Ürdün, Irak ve İran	Riyad
Kuzey ve Orta Amerika	4	5	Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Meksika ve Honduras	Portland, Seattle, Atlanta, Ontario, Londra (Kanada)
Okyanusya	2	2	Avustralya ve Yeni Zelanda	Sidney ve Melbourne

Türkiye’de ise toplamda 16 şehrin (Denizli, Gaziantep, İstanbul, Kocaeli, Antalya, İzmir, Muğla, Bursa, Kahraman Maraş, Manisa, Trabzon, Kayseri, Sakarya, Mersin, Hatay ve Erzurum) iklim değişikliği eylem ve uyum/strateji planı değerlendirilmiştir (Tablo 3.3)

Tablo 3.3: Türkiye’de analiz edilen kentlerin sayısı.

Ülke	Kentler	Sayı
Türkiye	Denizli	16
	Gaziantep	
	İstanbul	
	Kocaeli	
	Antalya	
	İzmir	
	Muğla	
	Bursa	
	K. Maraş	
	Manisa	
	Trabzon	
	Kayseri	
	Sakarya	
	Mersin	
	Hatay	
	Erzurum	
Toplam		16

3.3. İKLİM PARAMETRELERİNİN ANALİZİ

3.3.1. İklim Parametrelerinin Trend Analizi

İklim değişikliğinin bölgesel ve yöresel ölçekte yağış rejimi üzerinde etkileri olabileceği birçok araştırma ile ortaya konulmuştur. Yağış serilerindeki uzun dönemli yönelimler ve döngüler yöredeki ekosistemlerin sağlığı ve geleceği açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada Ankara iline ait farklı meteoroloji istasyonlarının uzun dönemli mevsimlik verileri araştırılmıştır. İklim analizi ve trend analizinde kullanılan klimatolojik veriler, Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den alınan veri setlerini temsil etmektedir.

Çalışmadaki amaç, ileriye dönük tahminlerdeki belirsizlikleri belli oranda ortadan kaldıracabilecek geçmişe dönük veriler yardımıyla istatistiksel analizleri gerçekleştirmektir. İstasyon seçiminde Ankara ilinin kırsal ve kentsel bölgelerindeki farklı iklim koşulları etkili olmuştur.

Araştırma alanındaki zaman serisi verilerindeki eğilimleri belirlemek için yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan bir test olan Mann-Kendall Testi (Mann, 1945; Kendall, 1975) ortalama yıllık sıcaklık ve yağış verilerindeki uzun vadeli eğilimleri değerlendirmek için kullanılmıştır. Mann-Kendall Trend Testi, önceki ve sonraki veri noktaları arasındaki eğilimlerdeki farklılıkları analiz eder. Yani bir eğilim varsa, değerler sürekli olarak artma veya sürekli olarak düşme yöneliminde olduğunu gösterir. Veri değerleri, sıralı bir zaman serisi olarak değerlendirilir. Her veri değeri, sonraki tüm veri değerleriyle karşılaştırılır. Mann-Kendall istatistiğinin başlangıç değeri olan S'nin 0 olduğu (yani bir eğilim olmadığı) varsayılır. Daha sonraki bir döneme ait bir veri değeri, daha önceki bir döneme ait veri değerinden yüksekse, S, 1'lik artışlarla artırılır. Yani $S > 0$ ise, zaman serisindeki daha sonraki gözlemlerin daha önce görüldenden daha büyük olma eğiliminde olduğunu gösterir. Öte yandan, daha sonraki bir döneme ait veri değeri, daha önce örneklenen bir veri değerinden daha düşükse, S, 1'lik artışlarla azaltılır ($S < 0$ ise). Tüm bu artış ve düşüşlerin net sonucu, S'nin nihai değerini verir.

$x_1, x_2, \dots, x_n$ n veri noktasını temsil etsin, burada x_j j zamanındaki veri noktasını temsil eder. Sonra Mann-Kendall istatistiği (S) verilir

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k)$$

$$\text{sign}(x_j - x_k) = 1 \text{ eğer } x_j - x_k > 0$$

$$= 0 \text{ eğer } x_j - x_k = 0$$

$$= -1 \text{ eğer } x_j - x_k < 0$$

Hesaplanan S değeri yüksek pozitif değeri, artan bir eğilimin göstergesi, düşük negatif değeri ise azalan bir trendin varlığını gösterir. Bununla birlikte, eğilimin önemini istatistiksel olarak nicelleştirmek için S ve örnek alanı n ile ilişkili olasılığı hesaplamak gerekir. Bu metot eksik verilerin varlığına müsaade ettiği ve verilerin belirli bir dağılıma uyma zorunluluğunu aramadığı için kullanışlıdır (Yu ve diğ., 1993).

Özetle, parametrik olmayan Mann-Kendall testi, sıcaklık ve yağış gibi iklim verileri (Duhan ve Pandey, 2013; Gocic ve Trajkovic, 2013) ile akım ve sediment ölçüm verilerinin (Hamed, 2008) eğilim analizleri için kullanılan istatistiksel bir testtir. Mann-Kendall testi ile Ankara ili için yıllık ortalama ve mevsimsel sıcaklık ve yağış verilerine yönelik trend analizi uygulanmıştır. İklim parametrelerinden sıcaklık ve yağış değişiminin incelenmesi için zaman serisinde % 95 güven aralığında Mann-Kendall testi ile 1930 yılından günümüze kadar olan uzun yıllar ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerleri ele alınmıştır.

3.3.2. IPCC Senaryoları için İklim Değişikliği Model Projeksiyonlarının Değerlendirilmesi

Dünya Bankası İklim Değişikliği Bilgi Portalında (IPCC çerçevesine göre) Ankara Bölgesi'nin gelecekteki iklime yönelik tahminler, yakın gelecek (2020-2039), orta gelecek (2040-2059) ve uzak gelecek (2060-2079) için 20 yıllık üç zaman diliminde anormallikler açısından değerlendirilmiştir.

Temsili Konsantrasyon Yönelimi (Representative Concentration Pathways (RCP)) potansiyel iklimi tahmin etmek için kullanılan birçok iklim değişikliği modelinden kaynaklanan dört sera gazı emisyon senaryosu düzeyini temsil eder. Bu senaryolar, iklimin bu yüzyılda nasıl değişebileceğini öngörmektedir. Sayılar “ışınım salıncığı” (radiative forcings) yani küresel enerji dengesizliğini ifade eder, birim ise 2100 yılında metrekareye watt'tır. İklim Değişikliği senaryoları: (1) RCP 8.5 en kötü senaryodur, CO₂ eşdeğeri 1370 ppm ve sıcaklık artışı 4.9 °C'dir; (2) RCP 6.0 (biraz azaltım) orta dereceli senaryodur. Konsantrasyonlarının dengelenmesi daha uzun sürer ve CO₂ eşdeğeri 850 ppm ve sıcaklık artışı 3.0 °C; (3) RCP 4.5 (güçlü azaltım) CO₂ emisyonu 2070 yılına kadar mevcut seviyelerin altına düşer ve atmosferik konsantrasyon stabilize olur. CO₂ eşdeğeri 650 ppm ve sıcaklık artışı 2.4 °C; ve (4) RCP 2.5

(en iyi azaltım senaryosu) Emisyonlar yaklaşık on yılda azalmaya başlar ve 60 yıl içinde yaklaşık 0'a ulaşır. CO₂ eşdeğeri 490 ppm ve sıcaklık artışı 1.5 °C. Bu çalışmada küresel iklim senaryolarından RCP 2.5 (en iyi azaltım senaryosu); RCP 4.5 (emisyonların 21. yüzyılın ilk yarısına kadar arttığı ve sonra düşüşe geçtiği); ve RCP 8.5 (emisyonların yüzyıl sonuna kadar artış gösterdiği) küresel iklim senaryoları değerlendirmeye alınmıştır.

Çalışmayı potansiyel olarak etkileyebilecek önemli iklim parametrelerinin maksimum yüksek sıcaklık ve yağış değerleri olduğu düşünüldüğünde, IPCC senaryolarının model tahminleri aşağıdaki parametrelere göre değerlendirilmiştir:

- 10 yılda maksimum beklenen günlük yağışların ortalaması (P_{max-10}) - (mm)
- Çok yüksek (tehlikeli) sıcaklık içeren gün sayısı (Heat Index > 35°C) - (Gün)
- Aylık yağış ortalaması (P_{ave}) - (mm)
- Aylık sıcaklık ortalaması (T_{ave}) - (°C)
- Yağışlı gün sayısı > 50mm (D-50) - (Gün)
- Çok sıcak gün sayısı ($T_{max} > 40$ ° C) - (Gün)

İklim bilimi topluluğu, gelecekteki iklim hakkında karar vericilere bilgi vermek için bir dizi model oluşturmuşlardır. En yaygın kullanılan modeller Küresel İklim Modelleri veya Dünya Sistem Modelleridir. Bu modeller temel süreçler ve içerikler bakımından iklim sistemindeki değişiklikleri temsil etmek için Dünya'nın doğrusal olmayan karmaşıklığını yakalar. İklim tahminleri Dünya Bankası (World Bank (WB) İklim Değişikliği Bilgi Portalı veri setlerini temsil etmektedir. Bu veriler ile Ankara ve yer aldığı havzaların iklim parametrelerinin analizi, olası değişim (sıcaklık artışı yağış azalması vb.) ve riskleri (kuraklık, taşkın vb.) ortaya konulmuştur. Araştırma alanındaki riskleri tanımlamak için aşırı yağış koşulları, kuraklık ve ısı dalgaları ile ilgili parametreler seçilmiştir. Projeksiyonların Ankara Bölgesi ve yer aldığı havzalar üzerindeki ana etkileri özetlenmiştir (EK1; Tablo 1.1,1.2,1.3).

3.3.3. İklim Uyumu Kırılabilirlik ve Risk Değerlendirmesi

Jaspers Kılavuz Notuna (2017) göre, "İklim Uyumu Kırılabilirlik ve Risk Değerlendirmesi", bir araştırmanın gelişimi boyunca iklim adaptasyonu ile ilgili hususları yönetme sürecidir. Yani bir

araştırma geliştirilirken hangi iklim tehlikelerine karşı savunmasız olduğunu belirlemeyi, risk düzeyini değerlendirmeyi ve bu riski kabul edilebilir bir seviyeye düşürmek için uyum önlemlerini dikkate almayı içermektedir. İklim ve afet risklerini belirlemek bir araştırmanın tüm hedeflerini gerçekleştirme kabiliyetini etkileyebilecek riskleri anlamamıza ve iklime dirençli bir araştırma tasarımı gerçekleştirilmesine yardımcı olabilir.

İklim ve afet risklerini belirlemede süreç başlangıç aşamasından başlar ve fizibilite çalışmaları, seçenek analizi ve tasarım dahil olmak üzere araştırmanın sonraki tüm aşamalarına entegre edilir. Değerlendirmenin sonuçları, araştırma geliştikçe karar vermeyi bilgilendirmek için kullanılır.

Bu çalışmada sunulan İklim Uyumu Kırılabilirlik ve Risk Değerlendirmesi ile araştırmanın hangi iklim tehlikelerine karşı en savunmasız olduğu yani kırılabilirlik değerlendirilmiş (EK 2; Tablo 2.1), daha sonra araştırmayı etkileyen iklim risklerinin olasılığını ve şiddeti dikkate alınarak risk analizi oluşturulmuştur (EK2; Tablo 2.2). Çalışmada sunulan metodoloji, Jaspers Rehber Notuna (2017) referansla yapılandırılmıştır. İklim tehlikelerine ilişkin değerlendirmeler, bilimsel literatürü ve uzman görüşünü temsil etmektedir.

3.3.3.1. Kırılabilirlik ve Risk Değerlendirilmesi

JASPERS (2017) kılavuzuna göre, riski anlamak için, ortaya çıkan riskin "olasılığı" ve gerçekleşmişse etkinin "şiddetini" anlamak önemlidir.

Kılavuz, iklim kaynaklı afetlerin olasılığını değerlendirmede beş gösterge seviyesi tanımlar. Bunlar, en düşük olasılığa sahip "nadir" olarak tanımlanan "gerçekleşme olasılığı çok düşük" veya "% 5 ihtimal" olan bir ölçekte ve en yüksek olasılık "neredeyse kesin" olarak tanımlanan "olayın meydana gelmesi çok muhtemel" veya "% 95 olası" anlamına gelmektedir. Değerlendirme ölçeği Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.4: İklim kaynaklı olayların "olasılığının" değerlendirilmesi için gösterge seviyesi (JASPERS, 2017).

	1	2	3	4	5
	Nadir	Olasılığı Düşük	Olası	Olasılığı Yüksek	Neredeyse Kesin

Anlamı:	Gerçekleşme olasılığı çok düşük	Mevcut uygulamalar ve prosedürler göz önüne alındığında, bu olayın meydana gelmesi olası değildir	Olay benzer bir ülkede / ortamda meydana geldi	Olayın meydana gelmesi muhtemel	Olay büyük olasılıkla birkaç kez olabilir
Ya da					
Anlamı:	%5 gerçekleşme olasılığı	%20 gerçekleşme olasılığı	%50 gerçekleşme olasılığı	%80 gerçekleşme olasılığı	%95 gerçekleşme olasılığı

Meydana gelen her bir afetin, şiddeti ve olasılığı değerlendirildikten sonra, her bir potansiyel riskin önem seviyesi, iki faktörün bir kombinasyonu aracılığıyla belirlenir. Daha sonra önemli riskler, aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi, en önemli riskleri ve uyum önlemleri açısından gelecekte eyleme geçilmesi gereken riskleri belirlemek için bir risk matrisinde işaretlenir (Tablo 3.5).

Risk temelde şu şekilde ifade edilir: Risk = Olasılık x Şiddet.

Tablo 3.5: Gösterge niteliğindeki risk matrisi (JASPERS 2017).

	Olasılık	Nadir	Olasılığı Düşük	Olası	Olasılığı Yüksek	Neredeyse Kesin
Şiddetli		1	2	3	4	5
Önemsiz	1	1	2	3	4	5
Küçük	2	2	4	6	8	10
Ortalama	3	3	6	9	12	15
Büyük	4	4	8	12	16	20
Yıkıcı	5	5	10	15	20	25

	Önemsiz Tehlike
	Düşük Tehlike
	Orta Tehlike
	Yüksek Tehlike
	Aşırı Risk

Tablo 3.5 bir risk matrisi örneği sunarken, neyin kabul edilebilir bir risk seviyesi olduğuna, neyin önemli olduğuna veya olmadığına ilişkin yargı, çalışma alanının koşullarına özel olarak değerlendirilmiştir (EK2.1 ve EK2.2). Hangi kategoriler kullanılırsa kullanılsın, bunların savunulabilir olması, açıkça ve mantıklı bir şekilde tanımlanması gerekir. Örneğin, çok nadir veya olası olmasa bile, felaket niteliğindeki bir olayın, sonuçları çok şiddetli olduğu için çalışma için hala aşırı bir risk oluşturduğu düşünülebilir (JASPERS, 2017).

Çalışma için önemli olduğu tespit edilen iklim kaynaklı riskleri azaltmak için uyum önlemleri önerilmiştir. Önerilen önlemler, çalışmanın uygulanacağı bileşenler ve yerel koşullar dikkate alınarak bir literatür taramasına dayalıdır.

3.3.3.2. Yeşil Ekonomiye Geçiş (GET) Göstergeleri

Yeşil ekonomiye geçiş göstergeleri (GET, 2018) çalışma faaliyetlerinin faydalarının bir tahminini içermektedir. Bunu sağlamak için, çalışma faaliyetleri GET (2018)'de sunulan bir dizi göstergeye göre değerlendirilmiştir. Yeşil ekonomi geçiş indikatörlerinin Ankara ve yer aldığı ana havzalarla karşılaştırması yapılmıştır (EK2.1 ve 2.2).

3.4. KARBON STOK HESAPLAMASI

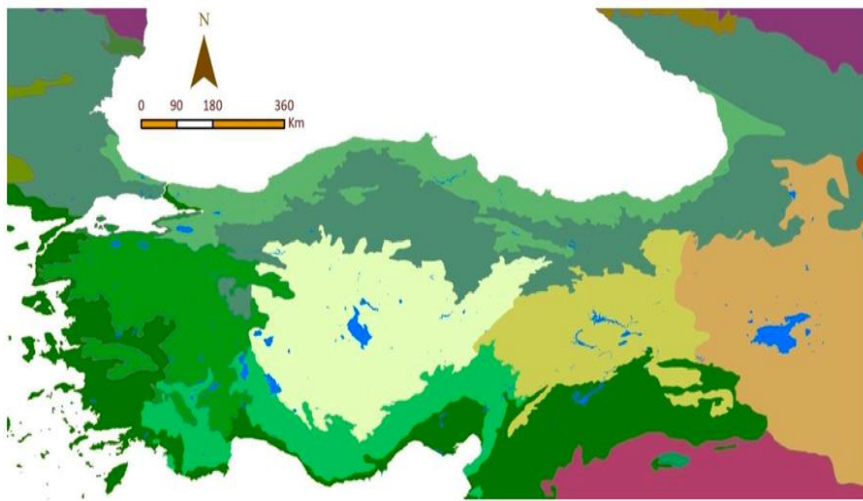
Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO) sektörü iklim değişikliği ile mücadelede hem azaltım hem de uyum bakımından önemlidir. Ankara örneğinde karbon stoklarının arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliğinin zamansal değişimi ortaya konulmuştur. Ankara alanı ve Ankara il sınırında arazi kullanımı ve arazi kullanımından kaynaklanan salım ve tutum potansiyeli değerlendirilmiştir.

Ekosistemlerde gerçekleşen CO₂ gazı salım ve tutumlarını hesaplamada arazi kullanımından kaynaklanan karbon stoklarında zaman içinde meydana gelen net değişimlerin dikkate alındığı Karbon Stok Değişimi (CSC) yaklaşımı kullanılmıştır. Karbon stok değişimi IPCC metodlarını içerir ve BMİDÇS raporlama standartlarının da dikkate aldığı bir yaklaşımdır. IPCC

kılavuzlarında karbon stok değişimini tahmin etmede izlenen metodolojide ekosistem tiplerini içeren bir iklim tipi sınıflaması Seviye 1 hesaplamalarında kullanılmaktadır. Fakat ekosistem tiplerini içeren iklim sınıflamasında tropikal ve yarı-tropikal iklim kuşaklarında yükseklik kriteri sadece tanımsal olarak dikkate alınmıştır. 2006 IPCC iklim sınıflandırması Türkiye koşulları dikkate alındığında yetersiz kaldığından bu sınıflamanın fitocoğrafik bölgelerle, yükselti ve boylam ile ilişkilendirilerek bir sınıflandırılma gerekliliği ortaya çıkmıştır. Zira Türkiye, boyut ve yükseltiden dolayı iklim bakımından büyük değişkenlikler gösterir (Serengil, 2018).

Bu sebeple ekolojik bölge bazlı sınıflandırma (2017 Ecoregions sınıflaması) kullanılmıştır. Bu sınıflama sistemi küresel olması nedeniyle karşılaştırılabilirlik sağlamak ve sera gazı envanterinde daha etkin hizmet edecek bir iklim tipi ile ilişkili bir sınıflama düzeyi sunmaktadır. Bu sınıflamada Türkiye, 4 ana biyom ve 12 ekolojik bölgeye ayrılmaktadır (Serengil, 2018; Tablo 3.6).

Türkiye arazi kullanım tanımı yeni arazi izleme sistemi ile güncellenmiş ve Ecoregion 2017 küresel sınıflaması Türkiye coğrafyasına adapte edilerek ekozon sınıflaması elde edilmiştir. Bu sınıflandırma sistemi ile ülke sekiz homojen ekolojik zona ayrılmış ve bu sayede sera gazı hesaplamalarında spesifik emisyon faktörlerin (EF) ve katsayıların kullanılmasını sağlamıştır (NIR Türkiye 2020; Serengil 2018; Şekil 3.2; Tablo 3.6).



Şekil 3.2: Sera gazı envanteri ve karbon projelerinde yararlanılması amacıyla önerilen ekozonlar (Serengil 2018).

Tablo 3.6: İklim sınıflaması ve diğer sınıflamalarla ilişkisi (Serengil 2018).

Ekozon	Biyom	İklim Tipi	IPCC İklim Tipi
Euxine-Colchic Yapraklı Orman	Ilıman Yapraklı ve Karışık Orman	Karadeniz Kıyı Kuşağı	Sıcak ılıman nemli
Kuzey Anadolu Yapraklı, İbrelî ve Karışık Orman	Ilıman Yapraklı, İbrelî ve Karışık Orman	Karadeniz kıyı ardı ılıman iklim kuşağı	Sıcak ılıman kuru
Akdeniz Kıyı Kuşağı Yapraklı ve İbrelî Orman	Akdeniz Ormanları ve Çalıları	Akdeniz kıyı kuşağı	Sıcak ılıman nemli-kuru
Akdeniz Dağ Kuşağı	Akdeniz Ormanları ve Çalıları	Akdeniz kıyı ardı ılıman iklim kuşağı	Sıcak ılıman kuru
İç Ege Yapraklı ve İbrelî Orman	Akdeniz Ormanları ve Çalıları	Akdeniz kıyı ardı ılıman iklim kuşağı	Sıcak ılıman kuru
İç Anadolu Step	Ilıman Yapraklı ve Karışık Orman	Yarı kurak step iklimi	Sıcak-serin ılıman kuru
Doğu Anadolu Yapraklı Orman Kuşağı	Ilıman Yapraklı ve Karışık Orman	Ilıman karasal iklim	Sıcak ılıman kuru
Doğu Anadolu Step	Ilıman, Mera, Çalı ve Step	Dağlık karasal iklim	Soğuk ılıman kuru-nemli

3.4.1. Arazi Kullanımı Kategorilerinin Tanımı

3.4.1.1. Orman arazisi

BMİDÇS kapsamındaki ulusal raporlamalarda (NIR, BR, NC) ülke tarafından belirlenmiş ulusal tanım kullanılır (Serengil, 2018). 6831 Sayılı Orman Kanununa göre orman tanımı “tabii olarak yetişen veya emekle yetiştirilen ağaç ve ağaççık toplulukları yerleriyle birlikte orman” sayılmaktadır. AB ile uyumlu orman tanımı bakımından tüm alt kategorilerde % 10 orman tepe çatısı oranı, 1 ha çözünürlük ve 5 m ağaç yüksekliği uygulanmaktadır.

Ormanlar, Ulusal Sera Gazı Envanterlerinde anahtar kategorilerdir, aynı zamanda ülkelerin (INDCs) ulusal katkı niyet hedeflerinin (örneğin; ağaçlandırma) bir parçasıdır.

3.4.1.2. Tarım Arazisi

Tarım alanları orman tanımına girmeyen (çeltik tarlaları, tarımsal ormancılık, meyve bahçeleri, tek yıllık tarım ürünlerinin yetiştirildiği araziler gibi) arazileri kapsar. Sözleşme kapsamında yapılan raporlamalarda ülke tanımı geçerlidir. Ülkemizde tek yıllık ve çok yıllık tarım ürünleri ile kavaklıklar tarım arazisi kapsamında raporlanmaktadır (Serengil, 2018).

Tarım arazisi geçişleri ve tarım arazisi yönetimi uygulamaları Ulusal Sera Gazı Envanterinde bir anahtar kategori olup, ulusal katkı niyetlerinin bir parçasıdır.

3.4.1.3. Meralar

Tarım alanı kapsamı dışındaki (mera, çayır, çim gibi) bitki örtüsü ile kaplı araziler mera alanına girmektedir (Serengil, 2018).

Mera geçişleri ve mera yönetimi uygulamaları Ulusal Sera Gazı Envanterinde bir anahtar kategori olup, ulusal katkı niyetlerinin bir parçasıdır.

Otsu mera: Türkiye’de baskın tipte meraları oluşturur. Yılın en azından bazı dönemleri için doğal otsu bitki örtüsü şeklide tanımlanmış ve üzerinde kayda değer odunsu bir bitki örtüsü bulunmamaktadır. Meralar özellikle kurak yıllarda geçici olarak yok olabilir, ancak bu durum meradan diğer araziye geçiş şeklinde sonuçlanmaz.

3.4.1.4. Sulak alanlar

Sulak alanlar kategorisinde arazinin orman, tarım, mera veya yerleşim kategorilerine girmiyor olması gerekir. Sulak alan kılavuzuna (2013) göre barajlar ve turbalıklarda sera gazı salım ve tutumu hesaplanmaktadır (Serengil, 2018).

Sulak alan geçişleri, Sera Gazı Envanteri altında bir anahtar kategori olarak tanımlanmaktadır. Sulak alan yönetimi 2026 yılından itibaren zorunlu olacağından Türkiye’de sulak alanların daha net tanımlanması gerekmektedir. Yönetilen sulak alanlar, bir barajın (rezervuarlar) inşasından kaynaklanan su kütlelerini göz önünde bulundurmaktadır. Nehirler, okyanuslar ve doğal göller gibi doğal su kütleleri bu kategorinin bir parçası değildir, ancak yönetilmeyen sulak alanlar olarak rapor edilmektedir.

3.4.1.5. Yerleşim Yerleri

Yerleşim alanları, sanayi ve merkezler yerleşimlerin arazi kategorisine girmektedir (Serengil, 2018). Yerleşim yerleri arasında yollar, demiryolları, limanlar ve havaalanları gibi altyapılar ve şehirler, köyler dâhil olmak üzere tüm yüzeyler ve meskûn mahaller bulunmaktadır. Yerleşim yerleri diğer kategoriler için kriterleri karşılayan kentsel alanlardaki yeşil alanları içermez.

3.4.1.6. Diğer araziler

Diğer araziler, diğer beş kategoriden herhangi biri için kriterlere uymayan tüm yüzeyleri içerir. Türkiye’de bunlar ağırlıklı olarak çıplak toprak, kum, kayalar, taş ocakları, tuz düzlükleri ve muhtemelen kalıcı kar ve buzdur (LULUCF, 2019).

3.4.2. Arazi kullanım kategorileri için kullanılan havuzlar ve tanımlamaları

BMİDÇS standardında her karbon havuzu ayrı ayrı raporlanır ve böylece tüm ekosistemin sera gazı salımı hesaplanır. Buna göre her bir karbon havuzu ve insan etkisiyle ortaya çıkan değişimleri tahmin edilir.

Bir ekosistemde IPCC kılavuzlarına göre beş ana karbon havuzu olabilir. Bunlar; Toprak Üstü Biyokütle (AGB), Toprak Altı Biyokütle (BGB), Ölü Odun (DW), Ölü Örtü (L) ve Toprak (S). IPCC (2006) kılavuzunda İşlenmiş Odun Ürünleri (HWP) havuzu da eklenmiştir:

$$\Delta C_{LU} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO} + \Delta C_{HWP}$$

AB = Toprak üstü biyokütle (above-ground biomass)

BB = Toprak altı biyokütle (below-ground biomass)

DW = Ölü odun (deadwood)

LI = Ölü örtü (litter)

SO = Toprak (soils)

HWP = Odun ürünleri(harvested wood products)

Denklemden yer alan HWP havuzu tez kapsamında dikkate alınmamıştır. Üretimin çok olduğu ve yangın gibi afetlerin olduğu bölgelerde bu tip salımlar dikkate alınabilir.

3.4.2.1. Biyokütle

Toprak üstü biyokütle: Toprağın üstünde, hem odunsu hem de otsu bitki örtüsünün (saplar, kütükler, dallar, kabuk, tohumlar ve yapraklar da dahil) tüm biyoküteleridir.

Toprak altı biyokütle: Canlı köklerin tüm biyoküteleridir (2 mm çapın altında ince kökler çoğunlukla hesaplamada hariç tutulur, çünkü bunlar genellikle deneysel olarak toprak organik maddeden veya ölü örtüden ayırt edilemezler).

3.4.2.2. Ölü organik madde

Ölü odun: Ölü örtü içermeyen, dikili, yatay ya da toprak içindeki tüm cansız odunsu biyokütleyi içermektedir (ölü kökler ve kütüklerin çapı 10 cm'ye eşit veya daha büyük (veya ülkenin belirlediği çapta) çapta olmalıdır).

Ölü örtü: Toprak organik maddesi sınırından (önerilen 2 mm) daha büyük olan ve ölü odun için belirlenen minimum çaptan (örneğin 10 cm) daha küçük olan cansız biyokütle.

3.4.2.3. Toprak

Toprak organik maddesi: Mineral topraklarda, belirli bir derinlik kademesindeki organik karbon ülke tarafından belirlenir ve zaman serileri boyunca uygulanır. Canlı ve ölü ince kökler ile toprak içindeki DOM (ölü organik madde-dead organic matter) önerilen minimum çap

sınırından (önerilen 2 mm) daha küçük ve deneysel olarak toprak organik maddesinden ayırt edilemiyorsa topraktaki organik maddelere dâhil edilir (belirlenen genel değer 30 cm'dir).

3.4.3. Arazi Kullanımı Kategorileri ve Alt Kategoriler

Net bir şekilde tanımlanmış arazi kullanımı kategorileri ve alt kategoriler şeffaf raporlama ve doğru AKAKDO izleme sistemi için gereklidir. Tablo 3.10'da yukarıda açıklanan Arazi Kullanım kategorilerinin Aktivite Verilerini izleme sistemi için AKAKDO kategorileri ve alt kategorileri verilmiştir. Tüm kategorilere ve alt kategorilere 1 ha'lık çözünürlük (yani ortak bir Minimum Haritalama Birimi (MMU)) uygulanmıştır (LULUCF, 2019, Tablo 3.7).

Tablo 3.7: Türkiye Aktivite Verisi izleme sistemi için arazi kullanımı kategorileri ve alt kategoriler.

BMİDÇ Kategorisi	Arazi Kullanımı Alt Kategorisi	Tanımlama
<i>Orman arazisi</i>	Bozuk orman	Kapalılık oranı %10'nun altında olan ağaçlarla kaplı alanlar
	Yapraklı orman	Yaprak döken ağaçların baskın olduğu ormanlar
	İğne yapraklı orman	İğne yapraklı ağaçların baskın olduğu ormanlar
	Karma orman	Yaprağını döken ve iğne yapraklı ağaçların karma şekilde yer aldığı heterojen yapıdaki ormanlar
<i>Tarım arazisi</i>	Tek yıllık bitkiler	Tek yıllık bitkilerin yetiştiği tüm araziler
	Çok yıllık bitkiler	Çok yıllık bitkilerin yetiştiği tüm araziler
<i>Meralar</i>	Otsu	Otsu bitki örtüsü bulunmayan otsu yapıdaki bütün alanlar
<i>Sulak araziler</i>	Rezervuarlar	Baraj inşaatları sonucunda oluşan su kütleleri.
<i>Yerleşim Yerleri</i>	Yerleşim yerleri	Şehirler ve köyler, sanayi, kara ve demiryolları, limanlar ve havaalanları dâhil tüm yapay alanlar
<i>Diğer Araziler</i>	Diğer araziler	Kayaçlarla kaplı araziler, kumullar, çıplak topraklar vb. gibi önceki tanımlara uymayan tüm araziler

3.4.4. Uydu Tabanlı Arazi Örtüsü İzleme Sistemi

Arazi kullanım tespiti, uydu görüntülerinden ve yardımcı verilerden gelen verilerin uzman bilgisiyle değerlendirilmesiyle yapılır. AKAKDO kategorilerinin ve alt kategorilerinin haritalaması hem uydu gözlemleri hem de mevcut yardımcı veriler kullanılarak sağlanmıştır. AKAKDO sektörü aktivite verilerini (AV) ve 1990'dan 2015'e kadar olan dönemdeki değişikliklerin analizinde Türkiye'nin arazi kullanımları için uydu tabanlı Dünya Gözlem Aktivite Verileri izleme sistemi kullanılmıştır. İzleme sistemi, duvardan duvara (wall-to-wall) mekânsal haritalamalara dayanmaktadır (LULUCF, 2019).

Sistem, yıllık olarak arazi kullanımı ve arazi kullanımı değişikliği matrislerini ortaya koymaktadır. Orman arazisi, tarım arazisi, meralar, sulak alanlar, yerleşimler ve diğer alanlar (Matrisler, arazi kullanımı ve BMİDÇS arazi kullanım kategorisi) ile ilgili alt yani yaprak döken orman, iğne yapraklı orman, karisik orman, bozuk orman, tek ve çok yıllık bitkiler, meralar, rezervuarlar, yerleşim yerleri ve diğer araziler arasındaki arazi kullanım değişikliğini raporlamaktadır. Böylelikle yüksek mekânsal çözünürlükte (30 m, 1 hektar çözünürlükte (MMU)) tutarlı bir mekânsal veri izleme ve değerlendirmesine imkân sağlamaktadır (LULUCF, 2019).

Tutarlılığı sağlamak için zaman serileri arasında 1990, 2000 ve 2015 olmak üzere üç referans yılı belirlenmiştir, 2000 yılı ara bir zaman dilimi olarak seçilerek sınırlar tanımlanmıştır. 1990 yılı için Landsat 5, 2015 yılı için Landsat ve Sentinel-2 kullanılmıştır. GeoVille, Copernicus Arazi İzleme çerçevesinde Türkiye için duvardan duvara (wall-to-wall) haritalamalar da dahil olmak üzere çok sayıda büyük ölçekli haritalama çalışmasında uygulanan arazi izleme yeryüzü platformu altında bir haritalama sistemi hazırlamıştır (LULUCF, 2019).

1990 referans yılı, AKAKDO raporlaması için baz yıl olup haritalama noktasında Landsat 5 görüntülerine dayanmaktadır. Landsat uydu programı, 30 m mekânsal çözünürlükte, 8 uyduyu kapsayan ve 1972'den bugüne kadar kırk yılı aşkın bir süredir çalışan bir Dünya Gözlem programıdır. Landsat uydu programı 1972'de başlamış ancak 1980'lere kadar uydu verileri Türkiye için nadiren kullanılabildiğinden 1990 baz haritaları için birincil girdinin ulusal orman istatistikleri olduğu görülmüştür.

Türk ulusal orman envanteri 1972 için mevcuttur, ancak mekânsal olarak izlenebilir değildir ve orman için uyumsuz bir tanım kullanır, bu da 1970-1990 döneminin değerlendirilmesinde çok sınırlı bir kullanım olduğu anlamına gelir. Söz konusu yüksek derecedeki belirsizliklerin

üstesinden gelmek için, 1990 yılı olduğu gibi rapor edilir ve o tarihten itibaren her türlü arazi kullanım değişikliği ortaya konulmaktadır (LULUCF, 2019).

3.4.5. Biyokütle, Ölü Odun, Ölü Örtü ve Toprak Hesaplamaları

3.4.5.1. Orman, Tarım ve Mera Alanları Biyokütle Hesaplamaları

Orman Alanları

1990 ile 2015 yılı orman alanlarının yıllık ortalama biyokütle artışını bulmak için Ankara bölgesindeki yapraklı, iğne yapraklı, karışık ve bozuk ormanların hektardaki ortalama dikili hacimleri, 1990 ve 2015 yılı hektardaki alanları, ulusal BCEF_S katsayıları ve IPCC 2006 kılavuzunda varsayılan kök/sak oranları ile CF katsayıları ile çarpılmıştır (ΔC_G). Kök/sak oranları (R) ortalama değer olarak 0.3 alınmıştır. Böylece orman karbon stokları birim alanda hesaplanmıştır (Tablo 3.8).

Tablo 3.8: Hesaplamalarda kullanılan BCEF katsayıları (Tolunay, 2013) ile Kök/Gövde (R) oranları (IPCC, 2006).

Vejetasyon tipi	BCEFI t m ⁻³	BCEFS t m ⁻³	BCEFR t m ⁻³	R
İbrelili	0,541	0,563	0,626	0,4
				0,29
				0,2
Yapraklı	0,709	0,717	0,797	0,46
				0,23
				0,24

^a BCEFS'nin 0,9'a bölünmesi ile hesaplanmıştır (IPCC, 2006)

BCEFS: Artan stoka uygulanan biyokütle dönüşüm ve genişleme faktörü, artan stokun ticari hacmini, toprak üstü biyokütleyle dönüştürür.

BCEFI: Net yıllık artıma uygulanan biyokütle dönüşüm ve genişleme faktörü, net yıllık artışın ticari hacmini, toprak üstü biyokütle artışına dönüştürür.

BCEFR: Odun kesimlerine uygulanan biyokütle dönüşüm ve genişleme faktörleri, ticari biyokütleyi (kabuk dâhil) toplam biyokütleyle dönüştürür.

Tarım Alanları

1990 ile 2015 yılı tarım alanlarının yıllık ortalama biyokütle artışını hesaplamak için Ankara bölgesindeki tek yıllık ve çok yıllık tarım alanlarının IPCC 2006 kılavuzunda varsayılan 5 tC/ha (tek yıllık bitkiler için) ve 15 tC/ha (çok yıllık bitkiler için) katsayıları ile çarpılarak tarım alanlarındaki karbon stokları birim alanda hesaplanmıştır.

Mera Alanları

1990 ile 2015 yılı mera alanlarının yıllık ortalama biyokütle artışını hesaplamak için Ankara bölgesindeki mera alanlarının IPCC 2006 kılavuzunda varsayılan mera alanı biyokütle katsayısı 1.86 tC/ha ile çarpılarak mera alanlarındaki karbon stokları birim alanda hesaplanmıştır (Tablo 3.9)

Tablo 3.9: Ekolojik bölgelere göre mera alanlarının biyokütle stok değerleri (NIR Türkiye, 2020).

Ecozone	SOC ref (tC/ha)	C stok Sulak Alan (tC/ha)
Akdeniz Dağ Kuşağı	46,96	1,86
Akdeniz Kıyı Kuşağı Yapraklı ve İbrelî Orman	37,77	1,86
Doğu Anadolu Step	47,99	1,86
Doğu Anadolu Yapraklı Orman Kuşağı	41,3	1,86
Euxine-Colchic Yapraklı Orman	49,66	1,86
İç Anadolu Step	40,41	1,86
İç Ege Yapraklı ve İbrelî Orman	42,53	1,86
Kuzey Anadolu Yapraklı, İbrelî ve Karışık Orman	54,57	1,86

Yönetilen ve yönetilmeyen sulak alanlar (rezervuarlar), yerleşim alanları ve diğer alanların biyokütle karbon stokları Seviye 1 hesaplamalarında sıfır olarak kabul edilmektedir (IPCC 2006).

3.4.5.2. Ölü Odun (Dead Wood) Hesaplama Yöntemi

Ölü odun karbon stokunun, canlı biyokütle stokun yüzde 1'i olduğu varsayıldığından tüm alanların karbon biyokütlelerinin yüzde 1'i alınarak ölü odun karbon stoku hesaplanmıştır.

3.4.5.3. Ölü Örtü (Litter) Hesaplama Yöntemi

Ölü örtü karbon stok değeri 1990 ve 2015 yılı tüm alanları ile ölü organik madde değerlerini çarpılarak hesaplanmıştır (Tablo 3.10).

Tablo 3.10: Türkiye’de tüm orman alanlarındaki Ölü Organik Madde (DOM) Karbon Stok Değerleri (NIR Turkey 2020).

DOM (t/ha)		
İbrelî	7,51	± 6.61 (n=601)
Yapraklı	3,09	± 1.58 (n=368)

3.4.5.4. Toprak Organik Karbonu (SOC) Hesaplama Yöntemi

Toprak Organik karbon (SOC) stok değeri, iğne yapraklı, yapraklı, karışık ve bozuk ormanların 1990 ve 2015 yılı alanları ile Ankara ilinin bulunduğu ekozon olan İç Anadolu Step’in karbon stok değeri olan 49.92 tC/ha ile çarpılarak hektardaki toprak organik karbon stok değeri hesaplanmıştır (Tablo 3.11).

Tablo 3.11: Ekolojik bölgelere göre orman alanlarının Toprak Organik Karbon (SOC) stok değerleri (NIR Turkey 2020).

Ecozone	Orman Alanı (tC/ha)	SOC ref (tC/ha)
	Karbon (C) stok	
Akdeniz Dağ Kuşağı	51,53	46,96
Akdeniz Kıyı Kuşağı Yapraklı ve İbrelî Orman	46,08	37,77
Doğu Anadolu Step	48,41	47,99
Doğu Anadolu Yapraklı Orman Kuşağı	4514	41,3
Euxine-Colchic Yapraklı Orman	51,9	49,66
İç Anadolu Step	49,92	40,41
İç Ege Yapraklı ve İbrelî Orman	49,92	42,53
Kuzey Anadolu Yapraklı, İbrelî ve Karışık Orman	55,05	54,57

Tek yıllık ve çok yıllık bitkilerin toprak organik karbon (SOC) stok değeri, tek yıllık ve çok yıllık bitkilerin 1990 ve 2015 yılı alanları ile Ankara ilinin bulunduğu ekozon olan İç Anadolu Step’in tek yıllık bitkiler için karbon stok değeri olan 32.14 ve çok yıllık bitkilerin karbon stok değeri olan 40.41 tC/ha çarpılarak hektardaki toprak organik karbon stok değeri hesaplanmıştır (Tablo 3.12).

Tablo 3.12: Ekolojik bölgelere göre tek/çok yıllık bitkilerin alanlarının Toprak Organik Karbon (SOC) stok değerleri (NIR Turkey 2020).

Ekozon	SOC ref (tC/ha)	CStekyillik (tC/ha)	CŞokyillik (tC/ha)
Akdeniz Dağ Kuşağı	46,96	40,22	46,96
Akdeniz Kıyı Kuşağı Yapraklı ve İbrelî Orman	37,77	29,62	37,77
Doğu Anadolu Step	47,99	38,9	47,99
Doğu Anadolu Yapraklı Orman Kuşağı	41,3	30,44	41,3
Euxine-Colchic Yapraklı Orman	49,66	38,68	49,66
İç Anadolu Step	40,41	32,14	40,41
İç Ege Yapraklı ve İbrelî Orman	42,53	30,99	42,53
Kuzey Anadolu Yapraklı, İbrelî ve Karışık Orman	54,57	34,29	54,57

Meraların toprak organik karbon (SOC) stok değeri, meraların 1990 ve 2015 yılı alanları ile Ankara ilinin bulunduğu ekozon olan İç Anadolu Step'in meralar için karbon stok değeri olan 36.37 tC/ha ile çarpılarak hektardaki toprak organik karbon stok değeri hesaplanmıştır (Tablo 3.13).

Tablo 3.13: Ekolojik bölgelere göre mera alanların Toprak Organik Karbon (SOC) stok değerleri (NIR Turkey 2020).

Ecozone	SOC ref (tC/ha)	C stok Mera (tC/ha)
Akdeniz Dağ Kuşağı	46,96	42,26
Akdeniz Kıyı Kuşağı Yapraklı ve İbrelî Orman	37,77	33,99
Doğu Anadolu Step	47,99	43,19
Doğu Anadolu Yapraklı Orman Kuşağı	41,3	37,17
Euxine-Colchic Yapraklı Orman	49,66	44,69
İç Anadolu Step	40,41	36,37
İç Ege Yapraklı ve İbrelî Orman	42,53	38,28
Kuzey Anadolu Yapraklı, İbrelî ve Karışık Orman	54,57	49,11

Yönetilen sulak alanların toprak organik karbon (SOC) stok değeri, 1990 ve 2015 yılı yönetilen sulak alanları ile Ankara ilinin bulunduğu ekozon olan İç Anadolu Step'in sulak alan için karbon stok değeri olan 36.37 tC/ha ile çarpılarak hektardaki toprak organik karbon stok değeri hesaplanmıştır (Tablo 3.13).

Doğal Sulak alanların toprak organik karbon (SOC) stok değeri, 1990 ve 2015 yılı doğal sulak alanları ile Ankara ilinin bulunduğu ekozon olan İç Anadolu Step'in sulak alan için karbon stok değeri olan 36.37 tC/ha ile çarpılarak hektardaki toprak organik karbon stok değeri hesaplanmıştır (Tablo 3.14).

Tablo 3.14: Ekolojik bölgelere göre yönetilen/doğal sulak alanların Toprak Organik Karbon (SOC) stok değerleri (NIR Turkey 2020).

Ekozon	SOC ref (tC/ha)	C stok Sulak Alan (tC/ha)
Akdeniz Dağ Kuşağı	46,96	42,26
Akdeniz Kıyı Kuşağı Yapraklı ve İbrelili Orman	37,77	33,99
Doğu Anadolu Step	47,99	43,19
Doğu Anadolu Yapraklı Orman Kuşağı	41,3	37,17
Euxine-Colchic Yapraklı Orman	49,66	44,69
İç Anadolu Step	40,41	36,37
İç Ege Yapraklı ve İbrelili Orman	42,53	38,28
Kuzey Anadolu Yapraklı, İbrelili ve Karışık Orman	54,57	49,11

Yerleşim alanlarının toprak organik karbon (SOC) stok değeri hesaplanırken 1990 ve 2015 yılı yerleşim alanı ile organik karbon stok değeri olan 5.03 Mg C/ha ile çarpılarak hektardaki toprak organik karbon stok değeri hesaplanmıştır.

Diğer alanlarının toprak organik karbon (SOC) stok değeri hesaplanırken 1990 ve 2015 yılı diğer alanlar ile karbon stok değeri olan 12.78 tC/ha ile çarpılarak hektardaki toprak organik karbon stok değeri bulunmuştur (Tablo 3.15).

Tablo 3.15: Diğer alanların Biyokütle, Ölü Organik Madde ve Toprak Organik Karbon (SOC) stok değerleri (NIR Turkey 2020).

EF	Biyokütle	DOM	SOM
Diğer Alanlar	0	0	12,78

Tarım alanları, mera alanları, sulak alanlar, yerleşimler ve diğer alanlarda ölü odun, ölü örtü ve ölü organik madde karbon stokunun sıfır olduğu kabul edilmektedir (IPCC, 2006).

3.5. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ORMANCILIK ANKET DEĞERLENDİRMESİ

Orman ekosistemlerinin yönetimi iklim değişikliği uyum ve azaltım için kritik bir öneme sahiptir (Keenan, 2015; Williamson ve diğ., 2019). Strateji ve eylem planları ekosistem hizmetlerinin sağlanmasını önemli ölçüde etkileyebilir (Duncker ve diğ., 2012). Genel olarak, iklim değişikliği politikaları ulusal bir kapsamda belirlenir, sektörel ormancılık belgelerine dahil edilir ve ulusal ormancılık kurumlarının merkezi birimleri tarafından formüle edilip orman yönetim planlarına indirgenir. Bu nedenle, Orman Servisi Merkezi Birimlerinin iklim değişikliği politika ve eylemleri konusunda bilgili olması beklenmektedir.

Öte yandan, orman yönetim planlarının ömrü genellikle on yıldır ve güncel iklim değişikliği stratejileriyle eşleşmeyebilir. Ayrıca, birçok ülkede orman yönetim planları geleneksel yaklaşımlarla hazırlanmaktadır ve iklim değişikliği politikalarıyla güçlü bir şekilde bağlantılı değildir. Yakın zamanda tanıtılan ekosistem tabanlı planlama yaklaşımı, bir dereceye kadar iklim adaptasyonu faydaları sağlamıştır (Soucy ve diğ., 2020). Sonuç olarak, iklim değişikliği politikaları, il veya ilçedeki Orman İşletme Müdürlerinin iyi bir yorumu ve uygulaması olmadan geleneksel orman yönetim yaklaşımı yoluyla tam ve etkili bir şekilde uygulanamaz. Diğer bir deyişle, bölgelerdeki orman yöneticilerinin farkındalığı ve algısı genellikle eylemleri ve bunların etkinliğini şekillendirir.

Kentlerde iklim değişikliği ile mücadelede ormancılığın önemli bir rolü vardır. Ormancılığın rolünü anlamak, kent ormancılığına ne kadar katkı verildiğini değerlendirmek ve bu konudaki boşlukları saptamak için kent merkezlerindeki Orman İşletme Müdürlükleri'ne yönelik bir anket çalışması yapılmıştır. Bu, kent ormancılığının mevcut durumunu ortaya çıkarmak, Orman Teşkilatı'nın bu konudaki farkındalığını anlamak ve yeni stratejiler geliştirmek için de gerekli bir adımdır.

Orman Genel Müdürlüğü bünyesindeki Bölge Müdürlüklerinde bulunan İşletme Müdürlüklerince işletme müdürleri veya İşletme Müdür Yardımcılarından biri tarafından "İklim Değişikliği ve Ormancılık" online anket formunu doldurulması sağlanmıştır. Bu amaçla doldurulan ankette ormancılığın iklim değişikliği ile ilgili algısı ve farkındalığı araştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı orman teşkilatı personelinin ormanların iklim değişikliğindeki rolü ve iklim değişikliği çabalarının farkındalığını değerlendirmektir.

Google form aracılığıyla Ekim-Kasım 2019 tarihleri arasında, Bölge Müdürlükleri bünyesinde bulunan İşletme Müdürlükleri katılımında çevrimiçi anket gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında 16 Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki 69 Orman İşletme Müdürlüğü “İklim Değişikliği ve Ormancılık” konulu anket formuna katılım sağlamıştır. Bölgelere göre dağılımı Tablo 3.16’da gösterilmiştir:

Tablo 3.16: Anket çalışmasına katılım sağlayan İşletme Müdürlükleri ve Bölgelere Dağılımı.

Orman Bölge Müdürlükleri	Orman İşletme Müdürlükleri
Amasya Orman Bölge Müdürlüğü	Amasya Orman İşletme Müdürlüğü Çorum Orman İşletme Müdürlüğü Erbaa Orman İşletme Müdürlüğü İskilip Orman İşletme Müdürlüğü
Ankara Orman Bölge Müdürlüğü	Beypazarı Orman İşletme Müdürlüğü Nallıhan Orman İşletme Müdürlüğü
Antalya Orman Bölge Müdürlüğü	Alanya Orman İşletme Müdürlüğü Akseki Orman İşletme Müdürlüğü Elmalı Orman İşletme Müdürlüğü Finike Orman İşletme Müdürlüğü Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü Kaş Orman İşletme Müdürlüğü
Bolu Orman Bölge Müdürlüğü	Bolu Orman İşletme Müdürlüğü Düzce Orman İşletme Müdürlüğü Mengen Orman İşletme Müdürlüğü
Bursa Orman Bölge Müdürlüğü	Osmangazi Orman İşletme Müdürlüğü
Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü	Çan Orman İşletme Müdürlüğü
Isparta Orman Bölge Müdürlüğü	Burdur Orman İşletme Müdürlüğü Isparta Orman İşletme Müdürlüğü
İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü	Sile Orman İşletme Müdürlüğü
K.Maraş Orman Bölge Müdürlüğü	Gaziantep Orman İşletme Müdürlüğü Göksun Orman İşletme Müdürlüğü Kilis Orman İşletme Müdürlüğü Onikişubat Orman İşletme Müdürlüğü
Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü	Araç Orman İşletme Müdürlüğü Azdavay Orman İşletme Müdürlüğü

	Boyabat Orman İşletme Müdürlüğü
	Bozkurt Orman İşletme Müdürlüğü
	Cide Orman İşletme Müdürlüğü
	Çatalzeytin Orman İşletme Müdürlüğü
	Daday Orman İşletme Müdürlüğü
	Durağan Orman İşletme Müdürlüğü
	Gerze Orman İşletme Müdürlüğü
	Hanönü Orman İşletme Müdürlüğü
	İhsangazi Orman İşletme Müdürlüğü
	İnebolu Orman İşletme Müdürlüğü
	Karadere Orman İşletme Müdürlüğü
	Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü
	Küre Orman İşletme Müdürlüğü
	Pınarbaşı Orman İşletme Müdürlüğü
	Sinop Orman İşletme Müdürlüğü
	Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü
	Tosya Orman İşletme Müdürlüğü
	Türkeli Orman İşletme Müdürlüğü
Kayseri Orman Bölge Müdürlüğü	Çayıralan Orman İşletme Müdürlüğü
	Niğde Orman İşletme Müdürlüğü
	Sivas Orman İşletme Müdürlüğü
Konya Orman Bölge Müdürlüğü	Ermenek Orman İşletme Müdürlüğü
	Konya Orman İşletme Müdürlüğü
Kütahya Orman Bölge Müdürlüğü	Domaniç Orman İşletme Müdürlüğü
Mersin Orman Bölge Müdürlüğü	Anamur Orman İşletme Müdürlüğü
	Bozyazı Orman İşletme Müdürlüğü
	Erdemli Orman İşletme Müdürlüğü
	Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü
	Mersin Orman İşletme Müdürlüğü
	Mut Orman İşletme Müdürlüğü
	Silifke Orman İşletme Müdürlüğü
	Tarsus Orman İşletme Müdürlüğü
Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü	Adapazarı Orman İşletme Müdürlüğü
	Akyazı Orman İşletme Müdürlüğü
	Gebze Orman İşletme Müdürlüğü
	Geyve Orman İşletme Müdürlüğü
	Gölcük Orman İşletme Müdürlüğü
	Hendek Orman İşletme Müdürlüğü
	İzmit Orman İşletme Müdürlüğü
	Karasu Orman İşletme Müdürlüğü
Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü	Rize Orman İşletme Müdürlüğü

Çalışma kapsamında anket formu iklim değişikliği ve ormancılık ana başlığı altında yer alan 15 sorudan oluşmaktadır. Sorular bilimsel yayın ve raporlarda öne çıkan konular ve güncel gelişmelere yönelik belirlenmiştir. Ayrıca anket formunda katılımcılar tarafından tek veya çok seçenekli olarak işaretlenecek ya da sıralama yapılacak soru tipleri de bulunmaktadır. İlgili gruplarına uygulanmak üzere oluşturulan söz konusu anket formu tez çalışmasının sonunda verilmiştir (EK4 Anket Formu).

Sorular iki ana amaç altında yapılandırılmıştır:

1.Farkındalık: Ormancılıkta karar vericilerin yönettikleri bölge hakkındaki farkındalıklarını değerlendirmek

- i. Çalıştıkları bölgedeki ormanların yüzdesi
- ii. Ormanları içeren arazi kullanım değişiklikleri
- iii. Ormansızlaşma ve nedenleri
- iv. Ormanları etkileyen rahatsızlıklar
- v. Yönettikleri ormanların başlıca ekosistem hizmetleri
- vi. Bölgelerindeki yeşil alanlar ve sağladıkları hizmetler
- vii. Bölgelerindeki nehir kıyısı ekosistemlerinin durumu

2. Algı: İklim değişikliği konusundaki vizyon ve bilgilerini değerlendirmek.

- i. İklim değişikliği konusundaki bilgi düzeyleri
- ii. İklimle ilgili karşılaştıkları sorunların sıklığı
- iii. İllerindeki iklim değişikliği eylem planı hakkında bilgileri
- iv. İklimle uyum anlayışları
- v. Yaşadıkları ilin kentleşme profiline ilişkin değerlendirmeleri
- vi. İklim değişikliğindeki en önemli sektör hakkındaki fikirleri

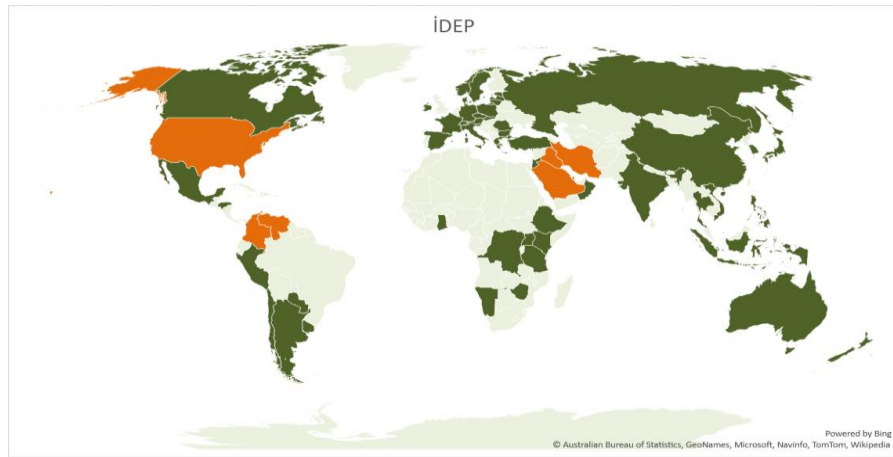
4. BULGULAR

4.1 ÜLKE, KENT VE ULUSAL BAZDA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANI ANALİZ BULGULARI

4.1.1. Ülke bazında iklim değişikliği eylem planı ve/veya strateji belgeleri

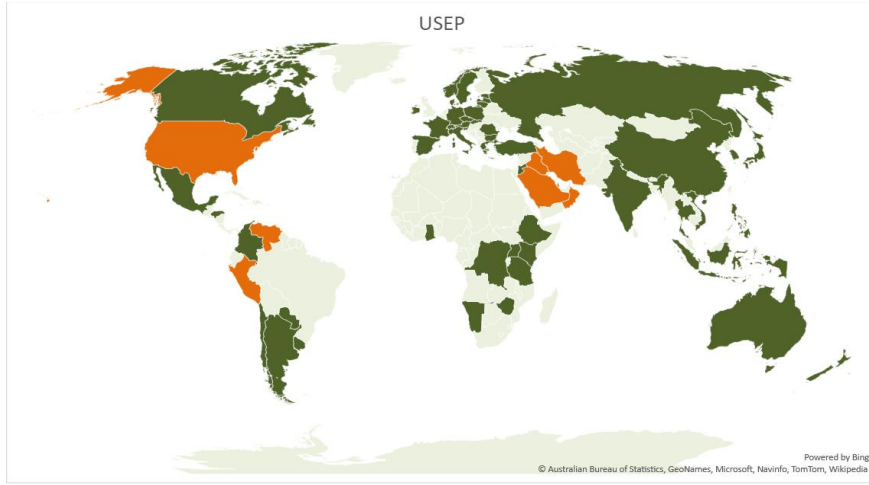
Avrupa, Güney Amerika, Asya, Körfez, Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerinin tamamı gelişmiş ülke konumundadır. Yani ilk Kyoto Protokolü döneminde EK1 kategorisinde yer alan ve sera gazı azaltım taahhüdü bulunan gelişmiş ülke kategorisindedir. Afrika bölgesinde seçilen ülkelerin % 37.5'i gelişmiş ülke konumunda iken % 62.5'i en az gelişmiş ülke kategorisinde yer almıştır.

Avrupa, Afrika, Asya ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerinin tamamında; Güney Amerika ve Kuzey Amerika Bölgelerinde seçilen ülkelerin % 75'inde ve Körfez Bölgesinde seçilen ülkelerin % 40'ında İklim Değişikliği Eylem Planı (İDEP) mevcuttur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Ulusal ölçekte iklim değişikliği eylem planı olan ve olmayan ülkeler (koyu yeşil- İDEP olan ülkeler, turuncu- İDEP olmayan).

İklim Değişikliği Uyum Eylem/Strateji Planı (USEP), Avrupa, Asya ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerinin tamamında; Güney Amerika ve Kuzey Amerika bölgelerinde seçilen ülkelerin % 75'i, Afrika Bölgesindeki seçilen ülkelerin % 87.5'inde ve Körfez bölgelerinde seçilen ülkelerinin % 16.66'sında mevcuttur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Ulusal ölçekte iklim değişikliği uyum eylem/strateji planı olan ve olmayan ülkeler (koyu yeşil- USEP olan ülkeler, turuncu- USEP olmayan).

Güney Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerin İklim Değişikliği Eylem Planlarında sadece azaltım eylemleri yer almış, “uyum” konusuna yer verilmemiştir. Avrupa bölgesinde seçilen ülkelerin ise %8.7, Afrika bölgesinde seçilen ülkelerin %12.5, Asya bölgesinde seçilen ülkelerin %11.1, Körfez bölgesinde seçilen ülkelerin %16.7 ve Kuzey Amerika bölgesinde seçilen ülkelerin %25’inde İklim Değişikliği Eylem Planlarında “uyum” konusu yer almıştır.

Avrupa, Güney Amerika, Afrika, Asya, Körfez, Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerinin tamamında Ulusal Katkı Beyanı (NDC) veya Gönüllü Ulusal Katkı Beyanı (INDC) bildirimi mevcuttur. Avrupa bölgesinde seçilen ülkelerin % 4.54’ü, Afrika bölgesinde seçilen ülkelerin % 12.5’i ve Asya bölgesinde seçilen ülkelerin % 22.22’si INDC beyanı bulunmaktadır.

Avrupa, Güney Amerika, Afrika, Asya, Körfez, Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerin İklim Değişikliği Eylem Planları (IDEP) ve Ulusal Katkı Beyanlarında (NDC/INDC) “azaltım” konusunu kapsamaktadır.

İklim Değişikliği Eylem Planı (IDEP) ve İklim Değişikliği Uyum Planı (USEP) sadece Okyanusya bölgesinde seçilen ülkelerinin tamamında aynı dokümanda değerlendirilmiştir. Avrupa bölgesinde seçilen ülkelerin % 91.3’ü, Güney Amerika bölgesinde seçilen ülkelerin % 75’i, Afrika bölgesinde seçilen ülkelerin % 87.5’i, Asya bölgesinde seçilen ülkelerin % 88.88’i,

Körfez bölgesinde seçilen ülkelerin % 33.33'u ve Kuzey Amerika bölgesinde seçilen ülkelerin % 50'sinde IDEP ve USEP ayrı olarak değerlendirilmiştir.

Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerin tamamında 2020 sonrası için İklim Değişikliği Eylem Planı (IDEP) hazırlanmıştır. Avrupa bölgesinde seçilen ülkelerin % 95.65'i, Güney Amerika ve Afrika bölgelerinde seçilen ülkelerin % 62.5'i ve Asya bölgesinde seçilen ülkelerin % 55.55'inde 2020 sonrası için İklim Değişikliği Eylem Planı hazırlanmıştır. Fakat Körfez bölgesinde seçilen ülkelere 2020 sonrası için İklim Değişikliği Eylem Planı tespit edilmemiştir.

Avrupa, Güney Amerika, Asya, Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerin tamamında ve Körfez ülkelerinin % 83'ünde 2030 yılı Sera Gazı azaltım hedefi Ulusal Katkı Beyanlarında (NDC/INDC) belirtilmiştir.

Avrupa, Güney Amerika, Asya, Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerin tamamında ve Körfez ülkelerinin % 66.66'sında Ulusal Katkı Beyanlarında (NDC/INDC) ormancılık sektörü yer almaktadır.

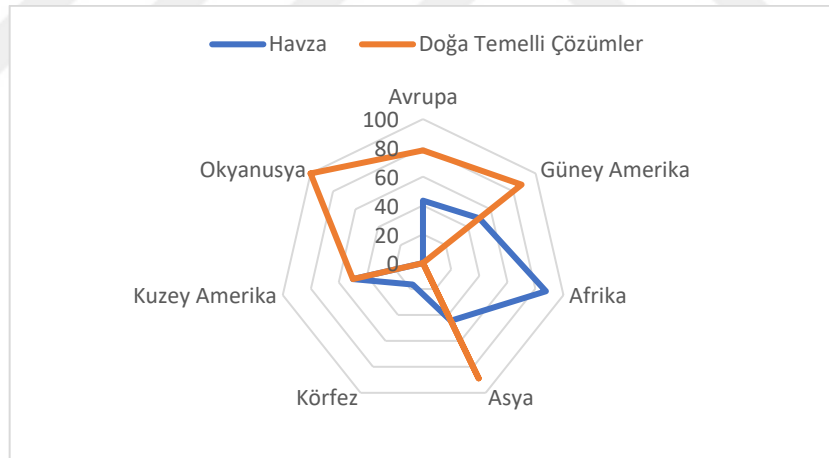
2030 yılına kadar mutlak azaltım hedefi sadece Okyanusya bölgesinde seçilen ülkelerinin tamamında mevcuttur. Avrupa bölgesinde seçilen ülkelerin % 95.65'i, Güney Amerika ve Kuzey Amerika bölgelerinde seçilen ülkelerin % 50'si, Afrika bölgesinde seçilen ülkelerin % 12.5'i ve Asya bölgesinde seçilen ülkelerin % 33.33'ü 2030 yılına kadar mutlak azaltım hedefi vardır. Ancak Körfez bölgesinde seçilen ülkelere 2030 yılına kadar mutlak azaltım hedefi bulunmamaktadır.

2050 yılı sera gazı azaltım hedefi sadece Okyanusya bölgesinde seçilen ülkelerinin tamamında mevcuttur. Avrupa bölgesinde seçilen ülkelerin % 86.95'i, Güney Amerika ve Kuzey Amerika bölgelerinde seçilen ülkelerin % 50'si, Afrika bölgesinde seçilen ülkelerin % 25'i ve Asya bölgesinde seçilen ülkelerin % 33.33'ünde 2050 yılı sera gazı azaltım hedefi mevcuttur. Ancak Körfez bölgesinde seçilen ülkelere 2050 yılı sera gazı azaltım hedefi bulunmamaktadır.

Okyanusya bölgesinde seçilen ülkelerinin tamamında 2050 yılına kadar azaltım hedefi Net Sıfır Emisyondur. Avrupa bölgesinde seçilen ülkelerin % 91.3'ü, Afrika bölgesinde seçilen ülkelerin % 25'i, Asya bölgesinde seçilen ülkelerin % 22.22'si ve Kuzey Amerika bölgesinde seçilen ülkelerin % 50'sinde 2050 yılına kadar azaltım hedefi Net Sıfır Emisyondur. Ancak Güney Amerika ve Körfez bölgelerinde seçilen ülkelere 2050 yılına kadar "Net Sıfır Emisyon" azaltım hedefi bulunmamaktadır.

İDEP'ler incelendiğinde 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi Okyanusya bölgesinde seçilen ülkelerinin tamamında yer aldığı görülmekte olup, Avrupa bölgesinde seçilen ülkelerin %82.6'i, Güney Amerika ve Kuzey Amerika bölgelerinde seçilen ülkelerin %50'si, Afrika bölgesinde seçilen ülkelerin %37.5'i ve Asya bölgesinde seçilen ülkelerin %33.3'ünde 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi bulunmaktadır. Körfez bölgesinde seçilen ülkelere ise 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi bulunmamaktadır.

İklim Değişikliği Eylem Planlarında "havza" kavramı Afrika kıtası ülkeleri hariç geniş biçimde yer almamaktadır (Şekil 4.3). Afrika bölgesinde incelenen ülkelerin % 87.5'inde havza kavramı bir şekilde yer alırken Avrupa bölgesinde seçilen ülkelerin % 43.4'sinde, Güney Amerika bölgesinde seçilen ülkelerin % 50'sinde, Asya bölgesinde seçilen ülkelerin % 44.4'ünde, Körfez bölgesinde seçilen ülkelerin % 16.6'sında, Kuzey Amerika bölgesinde seçilen ülkelerin % 50'sinde "havza" kavramı yer bulmuştur. Okyanusya bölgesinde ise seçilen ülkelerin IDEP'lerinde "havza" kavramı yer almamaktadır. Havza kavramından genellikle hidrolojik afetler ve sonuçları ile ilgili eylemlerin içeriğinde bahsedilmektedir. Örneğin havza bazında planlamanın önemi ve su kaynaklarının korunması ile ilgili eylemler önerilmektedir.



Şekil 4.3: Havza ve Doğa Temelli Çözümler kavramlarının dâhil edildiği eylem planlarına sahip ülkelerin yüzdeleri.

Doğa temelli çözümler (DTÇ) ise yaygın olarak Okyanusya ülkelerinin tümünde, Avrupa bölgesinde (% 78.3), Güney Amerika bölgesinde (% 87.5) ve Asya bölgesindeki (% 88.9) ülkelerin planlarında yer alırken, Kuzey Amerika bölgesinde seçilen ülkelerin % 50'sinde yer bulmuştur (Şekil 4.3).

Avrupa bölgesinde seçilen ülkelerin % 69.57'sinde, Güney Amerika bölgesinde seçilen ülkelerin % 37.5'inde, Afrika bölgesinde seçilen ülkelerin % 62.50'sinde, Asya bölgesinde seçilen ülkelerin % 11.12'sinde, Kuzey Amerika bölgesinde seçilen ülkelerin % 75'inde ve

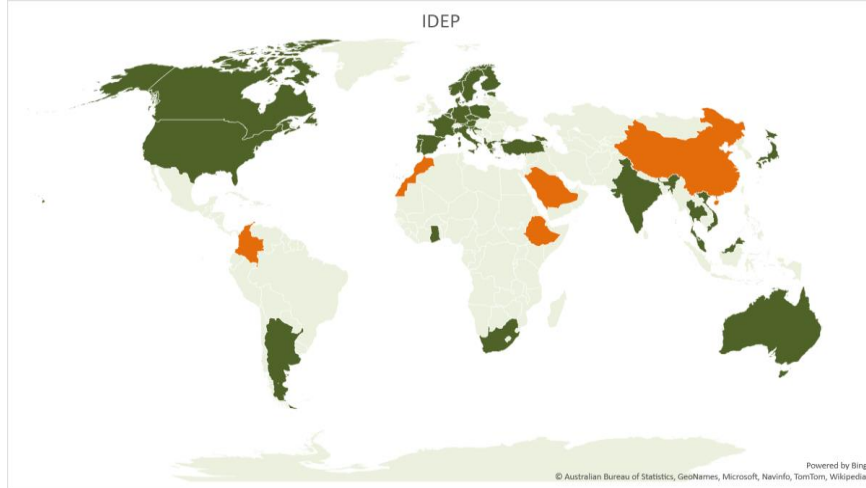
Okyanusya bölgesinde seçilen ülkelerin % 50'sinde iklim değişikliği uyum konusunda eylemleri mevcuttur. Fakat Körfez bölgesinde seçilen ülkelerde iklim değişikliği uyum eylemleri tespit edilmemiştir.

Avrupa bölgesinde seçilen ülkelerin % 60.87'si, Güney Amerika ve Afrika bölgelerinde seçilen ülkelerin % 25'inde, Asya bölgesinde seçilen ülkelerin % 11.12'si ve Kuzey Amerika bölgesinde seçilen ülkelerin % 75'inde İklim Değişikliği Uyum eylemleri ormancılıkla ilgilidir. Fakat Körfez ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerin hiçbirinde İklim Değişikliği Uyum eylemleri ormancılıkla ilgili değildir.

4.1.2. Kent bazında iklim değişikliği eylem planı ve/veya strateji belgeleri

Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 3.22'sinin nüfusu on milyondan büyük, % 51.61'inin nüfusu bir ile on milyon arası ve % 45.16'si bir milyondan küçüktür. Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin tamamı bir milyon ile on milyon arası nüfusa sahiptir. Afrika bölgesinde seçilen şehirlerin % 40'ının nüfusu bir milyon ile on milyon arası ve % 60'ı bir milyondan küçüktür. Asya bölgesinde seçilen ülkelerin % 30.76'sının nüfusu on milyondan büyük, % 46.15'i bir ile on milyon arası ve % 23.07'si bir milyondan küçüktür. Körfez bölgesinde seçilen şehirlerin hepsi bir milyon ile on milyon arası nüfusa sahiptir. Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 20'sinin nüfusu on milyondan büyük, % 60'ı bir ile on milyon arası ve % 20'si bir milyondan küçüktür. Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin tamamı bir milyon ile on milyon arası nüfusa sahiptir.

İklim Değişikliği Eylem Planı (IDEP) Avrupa, Körfez, Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen şehirlerin tamamında mevcuttur. Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 66.66'sı, Afrika Bölgesinde seçilen ülkelerin % 60'ı ve Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 76.92'sinde (IDEP) mevcuttur (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Seçili kentlerdeki iklim değişikliği eylem/strateji planı (koyu yeşil- IDEP olan, turuncu- IDEP olmayan kentler).

İklim Değişikliği Uyum Eylem/Strateji Planı (USEP) ise Okyanusya bölgelerinde seçilen şehirlerin tamamında, Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 20'sinde, Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 30.76'sında, Afrika Bölgesindeki seçilen şehirlerin % 40'ında, Güney Amerika'da seçilen şehirlerin % 33.33'ünde ve Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 80.64'ünde mevcuttur. Fakat Körfez bölgelerinde seçilen şehirlerin hiçbirinde İklim Değişikliği Uyum Eylem/Strateji Planı (USEP) bulunmamaktadır.

Avrupa, Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen şehirlerin IDEP'lerinin tamamı “azaltım” konusunu kapsamaktadır. Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 66.66'si, Afrika bölgesinde seçilen şehirlerin % 60'i ve Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 76.92'sinin IDEP'lerinde “azaltım” konusunu kapsamaktadır. Fakat Körfez bölgesinde seçilen şehirlerin İklim Değişikliği Eylem Planında “azaltım” konusu yer almamaktadır.

Avrupa bölgesinde seçilen şehirlere ait IDEP'lerin % 22.58'i, Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 7.69'u ve Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 80'inde İklim Değişikliğine “uyum” konusunu kapsamaktadır. Ancak Güney Amerika, Afrika, Körfez ve Okyanusya bölgelerinde seçilen şehirlerin hiçbirinde İklim Değişikliği Eylem Planlarında Uyum konusu yer almamaktadır.

İklim Değişikliği Eylem Planı (IDEP) ile İklim Değişikliği Uyum Planları (USEP) Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 16.14'ünde, Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 0.01'inde, Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 7.71'inde ve Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 80'inde aynı dokümanda değerlendirilmiştir. Avrupa bölgesinde seçilen

şehirlerin % 80.64'u, Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 33.33'ünde, Afrika bölgesinde seçilen şehirlerin % 40'ı, Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 30.76'sı, Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 20'sinde ve Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin tamamında IDEP ile USEP ayrı belgeler halinde hazırlanmıştır.

Okyanusya bölgelerinde seçilen şehirlerin tamamında, Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 87.09'u, Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 33.33'ü, Afrika bölgesinde seçilen şehirlerin % 60'ı ve Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 76.92'si ve Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 80'inde 2020 sonrası için İklim Değişikliği Eylem Planı (IDEP) hazırlanmıştır. Fakat Körfez bölgesinde seçilen şehirlerin 2020 sonrası için IDEP hazırlamamıştır.

2030 yılı ormancılık azaltım hedefi Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin tamamında mevcuttur. Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 87.09'u, Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 66.66'sı, Afrika bölgesinde seçilen şehirlerin % 40'ı ve Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 69.23'ünde 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi mevcuttur. Fakat Körfez bölgesinde seçilen şehirlerde 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi yoktur.

Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 9.67'sinde 2030 yılına kadar azaltım hedefi Net Sıfır Emisyondur ve % 77.41'inde 2030 yılına kadar mutlak azaltım hedefi mevcuttur. 2030 yılına kadar mutlak azaltım hedefi Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 33.33'ünde, Afrika bölgesinde seçilen şehirlerin % 20'sinde ve Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 38.46'sında mevcuttur. Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin 2030 yılına kadar mutlak azaltım hedefi tamamında mevcuttur. Ancak Körfez bölgelerinde seçilen şehirlerin 2030 yılına kadar azaltım hedefi yoktur.

Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin tamamında, Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 54.83'ünde, Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 33.33'ünde, Afrika bölgesinde seçilen şehirlerin % 20'sinde ve Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 15.38'inde 2050 yılı sera gazı azaltım hedefi mevcuttur. Ancak Körfez bölgesinde seçilen şehirlerin 2050 yılı sera gazı azaltım hedefi bulunmamaktadır.

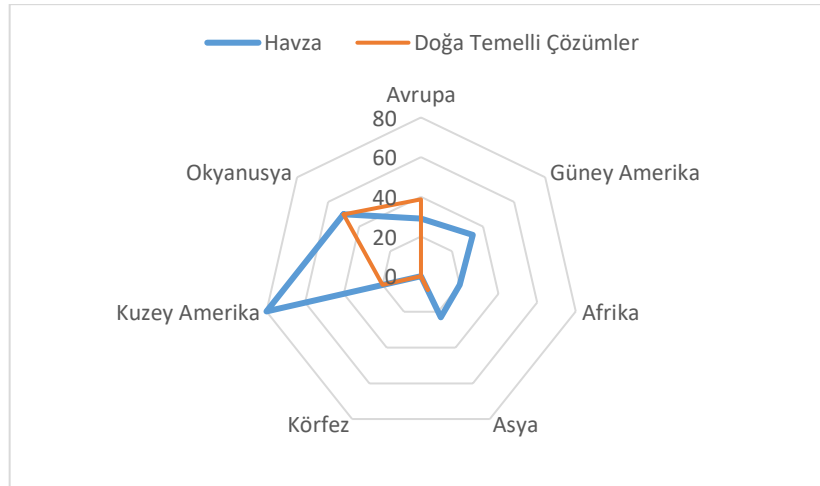
Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin tamamında, Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 41,93'ü, Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 33.33'ünde, Afrika bölgesinde seçilen şehirlerin % 20'sinde ve Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 15.38'inde 2050 yılına kadar

azaltım hedefi “Net Sıfır Emisyon”dur. Ancak Kuzey Amerika ve Körfez bölgelerinde seçilen ülkelerde 2050 yılına kadar “Net Sıfır Emisyon” azaltım hedefi yoktur.

Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 51.62’sinde, Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 33.34’ünde, Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 38.47’sinde ve Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin tamamında ormancılık sektörü İklim Değişikliği eylem veya strateji planlarında yer almaktadır. Afrika, Körfez ve Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin ormancılık sektörü İklim Değişikliği eylem/strateji planlarında yer almamaktadır.

İDEP’ler incelendiğinde 2030 yılı ormancılık azaltım hedefinin Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 19.35’i, Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 20’sinde ve Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin % 50’sinde yer aldığı görülmekte fakat Güney Amerika, Afrika, Asya ve Körfez bölgesinde seçilen şehirlerin 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi bulunmamaktadır.

İklim Değişikliği Eylem Planı (İDEP)’nda “havza” kavramı araştırılmış ve Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 29’unda, Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 33,3’ünde, Afrika bölgesinde seçilen şehirlerin % 20’sinde, Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 23.1’inde, Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 80’ninde ve Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin % 50’sinde “havza” kavramı geçmektedir. Fakat Körfez bölgesinde seçilen şehirlerin İDEP’lerinde “havza” kavramı geçmemektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Havza ve Doğa Temelli Çözümler kavramlarının dâhil edildiği eylem planlarına sahip kentlerin yüzdeleri.

Doğa Temelli Çözümler (DTÇ) ise Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 38,7’si, Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 7.7’si, Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 20’si ve

Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin % 50'sinde yer almaktadır. Fakat Güney Amerika, Afrika ve Körfez bölgesinde seçilen şehirlerin İklim Değişikliği Uyum eylemleri DTÇ ile ilgili değildir (Şekil 4.5).

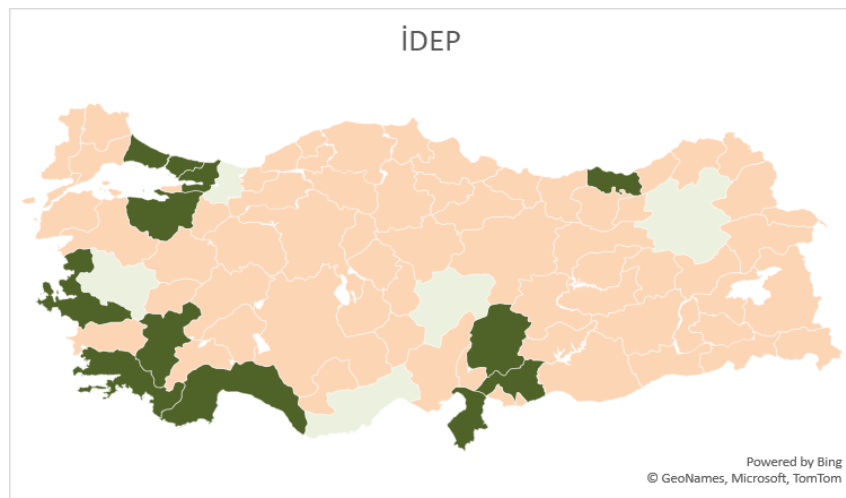
Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 45.17'sinde, Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 33.34'ünde, Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 7.7'sinde, Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 60'ında ve Okyanusya bölgelerinde seçilen şehirlerin % 50'sinde İklim Değişikliği uyum konusunda eylem planları vardır. Fakat Afrika ve Körfez bölgelerinde seçilen şehirlerde İklim Değişikliği Uyum eylemleri bulunmamaktadır.

Avrupa bölgesinde seçilen şehirlerin % 41.94'ünde, Güney Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 33.34'ünde, Asya bölgesinde seçilen şehirlerin % 7.7'sinde ve Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin % 40'ında ve Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin % 50'sinde İklim Değişikliği uyum eylemleri ormancılıkla ilgilidir. Fakat Afrika ve Körfez bölgelerinde seçilen şehirlerin hiçbirinde İklim Değişikliği Uyum eylemleri ormancılıkla ilgili değildir.

4.1.3. Ulusal bazda kentlerin iklim değişikliği eylem planı ve/veya strateji belgeleri

Türkiye'de seçilen şehirlerin % 6.25'inin nüfusu on milyondan büyük, % 68.75'inin nüfusu bir ile on milyon arası ve % 25'i bir milyondan küçüktür.

Türkiye'de İklim Değişikliği eylem planı hazırlamış olan büyükşehirlerin oranı %13.6'dır. İklim değişikliği eylem planı olan iller ile hazırlık aşamasında olanlar değerlendirme kapsamına alınmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Türkiye'deki kentlerde iklim değişikliği eylem planlarının durumu (koyu yeşil- IDEP olanlar, açık yeşil- hazırlık aşamasındaki kentler).

İklim Değişikliği Uyum Eylem/Strateji Planı (USEP) ise Türkiye’de seçilen şehirlerin %12.5’inde mevcut, % 31.5’inde ise hazırlık aşamasındadır.

İklim Değişikliği Eylem Planı Türkiye’de seçilen şehirlerde % 67.75’inde İklim Değişikliği Eylem Planı “azaltım” konusunu kapsamakta, % 31.25’i ise hazırlık aşamasındadır.

İklim Değişikliği Eylem Planında Türkiye’de seçilen şehirlerin % 37.5’i İklim Değişikliği “uyum” konusunu kapsamaktadır. Ancak bunların % 31.3’i hazırlık aşamasındadır.

İklim Değişikliği Eylem Planı ile İklim Değişikliği Uyum Planları Türkiye’de seçilen şehirlerin % 56.25’inde aynı dokümanda, % 43.75’inde İklim Değişikliği Eylem Planı ile İklim Değişikliği Uyum Planları ayrı belgeler halinde değerlendirilmiştir. % 31.25’i ise hazırlık aşamasındadır.

Türkiye’de seçilen şehirlerin % 50’si 2020 sonrası için İklim Değişikliği Eylem Planı hazırlamış, % 31.25’i hazırlık aşamasındadır.

2030 yılı sera gazı azaltım hedefi Türkiye’de seçilen şehirlerin % 43.75’inde mevcut, % 31.25’i hazırlık aşamasındadır. Türkiye’de seçilen şehirlerin % 25’inde 2030 yılı sera gazı azaltım hedefi yoktur.

Türkiye’de seçilen şehirlerin % 37.25’inde 2030 yılına kadar mutlak azaltım hedefi mevcut, %31.25’i hazırlık aşamasındadır.

Türkiye’de seçilen şehirlerin 2050 yılı sera gazı azaltım hedefi bulunmamaktadır. Ancak bunların % 31.3’i hazırlık aşamasındadır.

Türkiye’de seçilen şehirlerin % 43.75’inde ormancılık sektörü İklim Değişikliği Eylem/Strateji Planlarında yer almakta, % 31.25’i hazırlık aşamasındadır.

İDEP’ler incelendiğinde 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi Türkiye’de seçilen şehirlerin % 18.75’inde yer almaktadır, % 31.25’i ise hazırlık aşamasındadır.

Öte yandan Türkiye’de seçilen şehirlerin İDEP’lerinin % 31.25’inde “havza” kavramı geçtiği görülmüştür. Doğa Temelli Çözümler (DTÇ) ise seçilen şehirlerin % 12.5’inde yer almaktadır.

Türkiye’de seçilen şehirlerin % 12.5’i İklim Değişikliği uyum konusunda eylem planları yer almakta, %31.25’i ise hazırlık aşamasındadır.

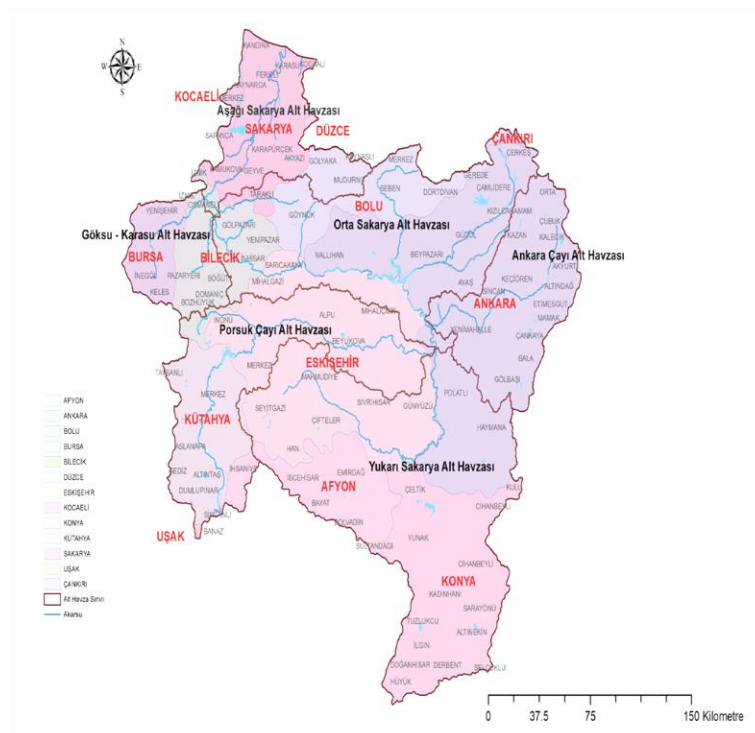
Türkiye’de seçilen şehirlerin % 6.25’inde İklim Değişikliği uyum eylemleri ormancılıkla ilgili, %31.25’i ise hazırlık aşamasındadır.

4.2. İKLİM PARAMETRELERİNİN ANALİZ BULGULARI

4.2.1. Afet Sayısı, Afettede Sayısı ve Risk Düzeyi

Ankara ilinin büyük bir kısmı Sakarya Havzası (% 70) ile Kızılırmak Havzası ve Konya Kapalı Havzası kesişiminde yer alır. İklim değişikliği ile mücadelede uyum kapasitesi değerlendirilirken ilgili yerleşim alanının hangi havzada yer aldığı, havzadaki sorunlar ve havzanın gelişme potansiyeli önemli yer tutmaktadır. Bu nedenle Ankara ilini kapsayan havzalar çıkarılmış, bu havzalardaki sorunlar meta analizle ortaya konulmuştur. Konya Kapalı Havzası Ankara ilinin çok küçük bir bölümünü kapladığı için bu havza değerlendirilmeye alınmamıştır.

Sakarya Havzası Eskişehir, Sakarya ve Bilecik illerinin tamamına yakınına kapsadığından literatür taraması söz konusu illerde gerçekleşmiş ve atmosferik hava olayları değerlendirilmiştir. Sakarya Havzası İç Anadolu, Karadeniz ve Ege bölgelerine özgü iklim özelliklerini yansıtır (Sakarya Havzası Eylem Proje Raporu, 2013; Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Sakarya Havzası Haritası (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2016).

Kızılırmak Havzası Kırşehir ve Kırıkkale illerinin tamamını ve Sivas, Kayseri, Yozgat, Nevşehir, Kastamonu, Çankırı illerinin il merkezleri ve büyük bir kısmını kaplamasından dolayı kaynak taraması söz konusu illerde gerçekleşmiş ve atmosferik hava olayları değerlendirilmiştir. Kızılırmak Havzası İç Anadolu ve Karadeniz bölgelerine özgü iklim özelliklerini yansıtır (Kızılırmak Havzası Eylem Proje Raporu, 2013; Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Kızılırmak Havzası Haritası (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2019).

Ankara'nın 2020-2024 Stratejik Planı (Stratejik Plan, 2019)'nda İklim Değişikliği Eylem Planı hazırlanmamıştır. Stratejik Planda yer alan bilgiler iklim değişikliğini bir tehdit olarak kabul ederek uyum çabalarına ihtiyaç duymuştur, ancak herhangi bir değerlendirme veya önlem içermemektedir.

Türkiye Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından yapılan değerlendirmeler ve bilimsel çalışmalar aşağıda sunulmaktadır. Temel bulgular, Ankara'da iklim değişikliğinin neden olduğu riskler olduğunu ortaya koyar, ancak bu risklerin düzeyinin düşük olduğu düşünülmektedir. Bu değerlendirmeler genellikle göreceli değerlendirmeler olduğu için şehirde heyelan, su baskını veya sıcak dalgalarının meydana gelmediği anlamına gelmemektedir.

4.2.1.1. Ankara İli Afet Sayısı, Afettede Sayısı ve Risk Düzeyi

Ankara ili sel/su baskını ve heyelan riski orta seviyedeyken kaya düşmesi riski düşüktür (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Ankara ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	100-200	500-1000	Orta
Kaya Düşmesi	50-100	500-1000	Düşük
Heyelanlar	10-500	2000-3000	Orta

4.2.1.2. Sakarya Havzası İlleri Afet Sayısı, Afetzede Sayısı ve Risk Düzeyi

Eskişehir ili sel/su baskını, kaya düşmesi riski ve heyelan riski düşüktür (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Eskişehir ili için bazı afetlerin sayısı, afet zede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	10-100	100-500	Düşük
Kaya Düşmesi	1-50	1-100	Düşük
Heyelanlar	10-100	250-1000	Düşük

Sakarya ili sel/su baskını ve kaya düşmesi riski düşük seviyedeysen heyelan riski orta seviyededir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Sakarya ili için bazı afetlerin sayısı, afet zede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	10-100	100-500	Düşük
Kaya Düşmesi	1-50	1-100	Düşük
Heyelanlar	100-500	1-250	Orta

Bilecik ili sel/su baskını, kaya düşmesi riski ve heyelan riski düşüktür (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Bilecik ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	10-100	1-100	Düşük
Kaya Düşmesi	1-50	<1-100	Düşük
Heyelanlar	10-100	1-250	Düşük

4.2.1.3. Kızılırmak Havzası İlleri Afet Sayısı, Afetzede Sayısı ve Risk Düzeyi

Kırşehir ili sel/su baskını, kaya düşmesi riski ve heyelan riski düşüktür (Tablo 4.5).

Tablo 4.5: Kırşehir ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	10-100	1-100	Düşük
Kaya Düşmesi	1-50	1-100	Düşük
Heyelanlar	10-100	1-250	Düşük

Kırıkkale ili sel/su baskını, kaya düşmesi riski ve heyelan riski düşüktür (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: Kırıkkale ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	10-100	100-500	Düşük
Kaya Düşmesi	1-50	1-100	Düşük
Heyelanlar	10-100	1-250	Düşük

Sivas ili sel/su baskını riski yüksek, kaya düşmesi ve heyelan riski orta derecededir. (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Sivas ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	200-300	1000-1500	Yüksek
Kaya Düşmesi	100-150	100-500	Orta
Heyelanlar	100-500	1000-2000	Orta

Kayseri ili kaya düşmesi riski yüksek, sel/su baskını ve heyelan riski orta derecededir. (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: Kayseri ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	100-200	500-1000	Orta
Kaya Düşmesi	200-279	2000-2940	Yüksek
Heyelanlar	100-500	250-1000	Orta

Yozgat ili sel/su baskını riski orta, kaya düşmesi ve heyelan riski düşük derecededir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9: Yozgat ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	100-200	500-1000	Orta
Kaya Düşmesi	1-50	1-100	Düşük
Heyelanlar	10-100	250-1000	Düşük

Nevşehir ili kaya düşmesi riski orta, sel/su baskını ve heyelan riski düşük derecededir (Tablo 4.10).

Tablo 4.10: Nevşehir ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	10-100	100-500	Düşük
Kaya Düşmesi	150-200	2000-2940	Orta
Heyelanlar	10-100	1-250	Düşük

Kastamonu ili heyelan riski yüksek, sel/su baskını ve kaya düşmesi riski düşük derecededir (Tablo 4.11).

Tablo 4.11: Kastamonu ili için bazı afetlerin sayısı, afet zede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	10-100	100-500	Düşük
Kaya Düşmesi	1-50	1-100	Düşük
Heyelanlar	500-1000	1000-2000	Yüksek

Çankırı ili heyelan riski orta, sel/su baskını ve kaya düşmesi riski düşük derecededir (Tablo 4.12).

Tablo 4.12: Çankırı ili için bazı afetlerin sayısı, afetzede sayısı ve risk düzeyi (AFAD, 2008).

Afetler	Dağılımı	Afetzede sayısı dağılımı	Risk seviyesi
Sel/Su Baskını	10-100	1-100	Düşük
Kaya Düşmesi	1-50	100-500	Düşük
Heyelanlar	100-500	250-1000	Orta

1950'den 2019'a kadar Türkiye’de meydana gelen heyelan/kaya düşmesi olaylarının il bazında sayılarını göstermektedir (Şekil 4.9).

**Şekil 4.9:** 1950 – 2019 Türkiye’de meydana gelen heyelan/kaya düşmesi olaylarının il bazında sayıları (AFAD, 2019).

Heyelan, kayaç, moloz ve toprak veya karışımının aşağı yönde hareketidir (Kaynak). 1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde Ankara ilinde toplamda 498 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. Heyelan olayları yükseltinin az olduğu bölgelerde (örneğin Trakya ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi gibi) daha az meydana gelirken yükseltinin fazla olduğu bölgelerde (örneğin Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgesi gibi) daha fazla sayıda görülür. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde ise Türkiye’de toplamda 245 heyelan/kaya düşmesi olayı meydana gelmiştir. Ankara ilinde ise 2019 yılı içerisinde 1 heyelan/kaya düşmesi olayı Ankara’da kaydedilmiştir.

Sakarya havzası Eskişehir ve Sakarya illerinin tamamını ve Bilecik ilinin tamamına yakını kapsadığı için heyelan/kaya düşmesi olayları bu illerde değerlendirilmiştir.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde Eskişehir ilinde toplamda 62 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Eskişehir ilinde hiçbir heyelan/kaya düşmesi olayı kaydedilmemiştir. Eskişehir ili heyelanlara oldukça seyrek olarak maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde, Sakarya ilinde toplamda 139 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Sakarya ilinde 3 heyelan/kaya düşmesi olayı kaydedilmiştir. Sakarya ili heyelanlara oldukça seyrek olarak maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde, Bilecik ilinde toplamda 56 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Bilecik ilinde 2 heyelan/kaya düşmesi olayı kaydedilmiştir. Bilecik ili heyelanlara oldukça seyrek olarak maruz kalmıştır.

Kızılırmak Havzası Kırşehir ve Kırıkkale illerinin bütünü; Sivas, Kayseri, Yozgat, Nevşehir, Kastamonu, Çankırı illerinin il merkezleri ve büyük bir kısmını içinde barındırdığı dolayı bu iller için heyelan/kaya düşmesi olayları değerlendirilmiştir.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde, Kırşehir ilinde toplamda 26 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Kırşehir ilinde hiçbir heyelan/kaya düşmesi olayı kaydedilmemiştir. Kırşehir ili heyelanlara oldukça seyrek olarak maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde, Kırıkkale ilinde toplamda 76 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Kırıkkale ilinde hiçbir heyelan/kaya düşmesi olayı kaydedilmemiştir. Kırıkkale ili heyelanlara oldukça seyrek olarak maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde, Sivas ilinde toplamda 668 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre 2019 yılı içerisinde Sivas ilinde 2 heyelan/kaya düşmesi olayı kaydedilmiştir. Sivas ili heyelanlara oldukça fazla sayıda maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde, Kayseri ilinde toplamda 556 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre 2019 yılı içerisinde Kayseri ilinde 2 heyelan/kaya düşmesi olayı kaydedilmiştir. Kayseri ili heyelanlara oldukça fazla sayıda maruz kalmıştır.

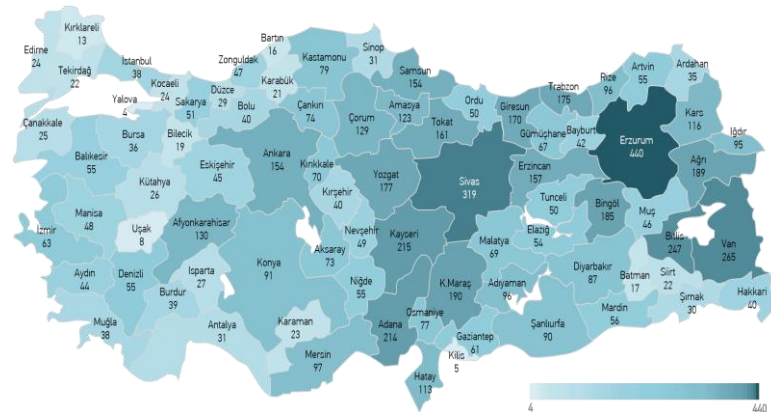
1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde, Yozgat ilinde toplamda 142 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Yozgat ilinde heyelan/kaya düşmesi olayı kaydedilmemiştir. Yozgat ili heyelanlara oldukça seyrek olarak maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde, Nevşehir ilinde toplamda 201 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Nevşehir ilinde heyelan/kaya düşmesi olayı kaydedilmemiştir. Nitekim Nevşehir ili heyelanlara fazla sayıda maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde, Kastamonu ilinde toplamda 768 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Kastamonu ilinde heyelan/kaya düşmesi olayı kaydedilmemiştir. Nitekim Kastamonu ili en fazla sayıda heyelanlara maruz kalan ilimizdir.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki veriler incelendiğinde, Çankırı ilinde toplamda 295 heyelan/kaya düşmesi meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Çankırı ilinde heyelan/kaya düşmesi olayı kaydedilmemiştir. Nitekim Çankırı ili heyelanlara fazla sayıda maruz kalmıştır.

1950'den 2019'a kadar Türkiye’de meydana gelen sel/su baskını olaylarının il bazında sayılarını göstermektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10: 1950-2019 Türkiye’de meydana gelen sel/su baskını olaylarının il bazında sayıları (AFAD, 2019).

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Ankara ilinde toplamda 154 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre 2019 yılı içerisinde ise Türkiye’de toplamda 499 sel/su baskını meydana gelmiş, bu olayların 6’si Ankara’da gerçekleşmiştir. Haritaya göre sel/su baskını olaylarının batıdan doğuya ve güneyden kuzeye gidildikçe artış gösterdiği söylenebilir.

Sakarya Havzası Eskişehir, Sakarya ve Bilecik illerinin tamamına yakınına kapsadığından bu illerin sel/su baskını riskleri değerlendirilmiştir.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Eskişehir ilinde toplamda 45 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre 2019 yılı içerisinde Eskişehir ilinde 19 sel/su baskını olayı gerçekleşmiştir. Eskişehir ili sel veya su baskını olaylarına seyrek olarak maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Sakarya ilinde toplamda 51 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Sakarya ilinde 6 sel/su baskını olayı gerçekleşmiştir. Sakarya ili sel veya su baskını olaylarına seyrek olarak maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Bilecik ilinde toplamda 19 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Bilecik ilinde 4 sel/su baskını olayı gerçekleşmiştir. Bilecik ili sel veya su baskını olaylarına oldukça seyrek olarak maruz kalmıştır.

Kızılırmak Havzası Kırşehir ve Kırıkkale illerinin bütünü; Sivas, Kayseri, Yozgat, Nevşehir, Kastamonu, Çankırı illerinin il merkezleri ve büyük bir kısmını kapsadığından bu illerin sel/su baskını riskleri değerlendirilmiştir.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Kırşehir ilinde toplamda 40 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Kırşehir ilinde 5 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. Kırşehir ili sel veya su baskını olaylarına oldukça seyrek olarak maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Kırıkkale ilinde toplamda 70 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Kırıkkale ilinde 6 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. Kırşehir ili sel veya su baskını olaylarına seyrek olarak maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Sivas ilinde toplamda 319 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Sivas ilinde 4 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. Sivas ili sel veya su baskını olaylarına en fazla sayıda maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Kayseri ilinde toplamda 215 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Kayseri ilinde 4 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. Kayseri ili sel veya su baskını olaylarına fazla sayıda maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Yozgat ilinde toplamda 177 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Yozgat ilinde 7 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. Yozgat ili sel veya su baskını olaylarına fazla sayıda maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Nevşehir ilinde toplamda 49 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Nevşehir ilinde 7 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. Nevşehir ili sel veya su baskını olaylarına seyrek olarak maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Kastamonu ilinde toplamda 79 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Kastamonu ilinde 2 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. Kastamonu ili sel veya su baskını olaylarına seyrek olarak maruz kalmıştır.

1950 – 2019 arasındaki 70 yıllık süreçteki sel/su baskını verileri incelendiğinde, Çankırı ilinde toplamda 74 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. AFAD (2020) verilerine göre, 2019 yılı içerisinde Çankırı ilinde 3 sel/su baskını olayı meydana gelmiştir. Çankırı ili sel veya su baskını olaylarına seyrek olarak maruz kalmıştır.

4.2.2. İklim Kırılabilirlik ve Risk Değerlendirmesi Bulgular

İklim kaynaklı tehlikeler ve bunların uygulaması üzerindeki potansiyel etkileri Dünya Bankası İklim Değişikliği Bilgi Veri Portalında bulunan veriler, AFAD (2020) verileri ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri kullanılarak iklim kırılabilirlik ve risk değerlendirilmesi dayalı olarak aşağıda özetlenmiştir.

Bu kapsamda çalışma alanının iklim kırılabilirliği, aşağıda tanımlanan ortalama yağış artışı, ortalama yağış düşüşü, aşırı yağış olayları, su kıtlığı, aşırı sıcaklık oluşumları, kuraklık, sel, toprak erozyonu ve orman yangınları gibi çeşitli göstergeler aracılığıyla değerlendirilmektedir. Veriler doğrultusunda iklim değişikliği kırılabilirlik ve risk değerlendirmesi EK 2.1 ve 2.2’de tanımlanmıştır.

4.2.2.1. Ortalama yağış artışı

- Ana değişkenlik: Aylık ortalama yağış.
- Ana referans belgesi: MGM, WB İklim Portalları ve AFAD verileri
- Ana sonuçlar: Ortalama yağış verilerindeki varyasyonların analizi aşağıda özetlenmiştir.

Ankara ili için aylık ortalama yağış artışı, daha uzun süreler için toprak neminin artmasına neden olabilir ve bu sızmayı azaltabilir veya yüzey akışını artırabilir. Bu da sel, erozyon ve toprak kayması riskinin artmasına neden olabilir. Bu nedenle bu durum, iklime bağlı risklere orta düzeyde duyarlılığa neden olabilir. Tarihsel yağış serilerine Mann-Kendall testi uygulandığında, Ankara Bölgesi’nin minimum ve maksimum değerleri sırasıyla 208.80 mm ve 612.60 mm’dir. Ankara Bölgesi’nin ortalama yıllık yağış miktarı (MAP) 82.368 mm standart sapma ile 391.9’dur. Değerlendirme dönemi için (1939-2020 dönemi) yıllık toplam yağış değerlerinin yüzde 16.48’i ortalama $\pm$ STD aralığında kalmıştır. Anomalilerin yüzde 37.36’si ortalama + STD’nin üzerinde, kalan yüzde 62,64 ise ortalama STD’den daha azdır. Yıllık yağış değerlerinin sadece 2 katı ortalama + 2STD’den daha yüksektir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.44$, $p = 0.05$), yıllık yağış zaman serilerinde bir artış olduğunu ve istatistiksel olarak da anlamlı pozitif bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur.

Ankara Bölgesi’nin ortalama yıllık yağış miktarı (MAP) 82.368 mm standart sapma ile 391.9’dur. Mann Kendall testi sonucuna göre Ankara ili, yıllık yağış zaman serilerinde bir artış olduğunu ve istatistiksel olarak da anlamlı pozitif bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur ancak ortalama maksimum yağışta istatistiksel olarak anlamlı bir artış olmadığı görülmektedir. Fakat 1960’li yıllara kadar yağış değerleri ortalamanın altında seyretmekte olup, bu dönemdeki

yağış ölçümlerinin ne kadar sağlıklı olduğu tartışma konusu olabileceği için bu yükselişe biraz kuşkuyla yaklaşmakta fayda vardır.

Aylık yağış ortalaması (Pave) 1986 – 2005 periyoduna için RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda düşüş eğilimi göstermiştir. Tüm modellerin birleşiminde, RCP 4.5 senaryosu 2020-2039 döneminde -1.22 mm’lik çok hafif bir ortalama yağış değeri azalışına işaret ederken, aynı model çıktısı 2040-2059 periyodunda -1.75 mm’lik hafif bir ortalama bir yağış değeri azalışına işaret etmektedir. 2060-2079 periyodunda aynı senaryo ve modelde iki katı bir ortalama yağış azalışı öngörülmüştür. Sonuç olarak, Ankara ili için ortalama bir yağış azalış riski vardır (EK 1.1).

Sakarya Havzası’nda 1986-2005 periyodunda RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre iklim parametrelerinin öngörülen sapma (anomali) değerlerine göre aylık yağış ortalaması (Pave) önümüzdeki yıllarda düşüş eğilimindedir (EK 1.2). Sakarya Havzası için ortalama bir yağış azalış riski vardır.

Kızılırmak Havzası’nda 1986 – 2005 periyodunda RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre aylık yağış ortalaması (Pave) önümüzdeki yıllarda düşüş eğilimindedir (EK 1.3). Kızılırmak Havzası için ortalama bir yağış azalış riski vardır.

4.2.2.2. Ortalama yağış düşüşü

- Ana değişkenlik: Yıllık ortalama yağış.

- Ana referans belgesi: MGM ve WB İklim Portalları.

- Ana sonuçlar: Ortalama yağış verilerindeki varyasyonların analizi aşağıda özetlenmiştir.

Ankara ili için 10 yıl içinde beklenen günlük maksimum yağışların ortalaması (Pmax-10), 1986 – 2005 periyodu için, RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda yükseliş eğilimi göstermiştir. 10 yıl içinde beklenen günlük maksimum yağıştaki anomaliler (Pmax-10) 1986 – 2005 periyoduna göre 2040-2059 20 yıllık dönem için RCP 4.5 senaryosu için sırasıyla 1.51 mm, 2.49 mm ve 3.20 mm yükseliş eğilimi göstermektedir. Bununla birlikte, RCP 4.5 senaryosu için tüm model birleşimlerinin çıktıları, önümüzdeki on yıllar (2020-2079) için hafif yağış düşüşünü ortaya koymaktadır. Diğer senaryolar (RCP 2.6 ve RCP 8.5), mevcut duruma kıyasla anormallikler olmadığını veya çok hafif olduğunu göstermiştir (EK 1.1).

Sakarya Havzası’nda 10 yıl içinde beklenen günlük maksimum yağışların ortalaması (Pmax-10), 1986 – 2005 periyoduna göre RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre

önümüzdeki yıllarda yükseliş eğilimi göstermektedir. 10 yıl içinde beklenen günlük maksimum yağıştaki anomaliler (Pmax-10) 1986 – 2005 periyoduna göre 2040-2059 20 yıllık dönem için RCP 4.5 senaryosu için sırasıyla 1.51 mm, 2.49 mm ve 3.20 mm yükseliş eğilimi göstermektedir (EK 1.2).

Kızılırmak Havzası'nda 10 yıl içinde beklenen günlük maksimum yağışların ortalaması (Pmax-10), 1986 – 2005 periyoduna göre RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda yükseliş eğilimi göstermiştir. 10 yıl içinde beklenen günlük maksimum yağıştaki anomaliler (Pmax-10) 1986 – 2005 periyoduna göre 2060-2079 20 yıllık dönem için RCP 8.5 senaryosu için sırasıyla -0.82 mm, 0.38 mm ve 4.63 mm yükseliş eğilimi göstermektedir (EK 1.3).

4.2.2.3. Aşırı yağış olayları

- Ana değişkenlik: Maksimum günlük yağış miktarı, 50 mm'den fazla yağışlı gün sayısı
- Ana referans belgesi: MGM ve WB İklim Portalları.
- Ana sonuçlar: Maksimum günlük yağıştaki değişimlerin analizi aşağıda özetlenmiştir.

Ankara ili için RCP 2.5 senaryosunun tüm model bileşimlerinin çıktıları, 2079 yılına kadar on yıl içinde beklenen günlük maksimum yağışların ortalaması 1.47 ile 1.63 mm arasında düşük değerlerde bir yükseliş olduğunu ortaya koymaktadır. RCP 8.5 senaryosunun tüm model bileşimlerinin çıktıları ise 2079 yılına kadar on yıl içinde beklenen günlük maksimum yağışların ortalaması 1.63 mm ile 4.46 mm arasında medyan değerlerde bir yükseliş gerçekleşmektedir. 50 mm'den fazla yağışlı gün sayısı (D-50) ise 1986 – 2005 periyoduna göre RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda yükseliş eğilimi göstermiştir. Öte yandan RCP 8.5 senaryosuna göre günlük yüksek yağışa dayalı parametrelerin 35 °C 'den fazla yani yüksek sıcaklık gün sayısı ile 35 °C den yüksek ve çok sıcak gün sayısı ($T_{max} > 40^{\circ}C$) ile birlikte artacağı tahmin edilmektedir (EK 1.1).

Sakarya Havzası 50 mm'den fazla yağışlı gün sayısı (D-50) ise 1986 – 2005 periyoduna göre RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda bir değişim göstermemiştir (EK 1.2).

Kızılırmak Havzası 50 mm'den fazla yağışlı gün sayısı (D-50) ise 1986 – 2005 periyoduna göre RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda bir değişim göstermemiştir (EK 1.3).

4.2.2.4. Su kıtlığı

- Ana değişkenlik: Su kaynakları verileri.

- Ana referans belgesi: ASKİ verileri (aski.gov.tr), Sakarya ve Kızılırmak Havza Proje Raporları

- Ana çıktılar: Şehirdeki su kıtlığı sorunlarını analizi aşağıda özetlenmiştir.

Ankara'nın su kaynakları 11 adet baraj ile karşılanmaktadır: Çubuk II Barajı, Kurtboğazi Barajı, Çamlıdere Barajı, Akyar Barajı, Kavşakkaya Barajı, Eğrekkaya Barajı, Kesikköprü Barajı, Elmadağ-Kargalı Yeraltı Barajı, Peçenek Barajı, Kalecik (Uludere) Barajı ve Türkşerefli Barajıdır. Bu barajların toplam su tutma kapasitesi yaklaşık olarak 1.763.709.000 m³ civarındadır. 2019 yılına göre Ankara şehrine verilen su miktarı 482.725.518 m³'tür (ASKİ, 2020). Artan nüfus için yeni kaynak geliştirme ihtiyacından ASKİ raporlarında bahsedilmiştir ancak mevcut kaynaklar yeterli görünmemektedir.

Sakarya Havzası Eskişehir ve Sakarya illerinin tüm alanı, Bilecik ilinin tamamına yakınına içine aldığı için bu illerin su kıtlığı sorunları analiz edilmiştir. Sakarya Havzasında toplam su potansiyeli (5.02 x 10⁹ m³/yıl yüzeysel ve ~2.192 x 10⁹ m³/yıl yeraltı suyu) yaklaşık 7.21 x 10⁹ m³/yıl olarak hesaplanır. Havzanın kullanılabilir su potansiyeli ise yaklaşık 4,03 x 10⁹ m³/yıl olarak bulunur. Sakarya Havzası toplam su potansiyeli 2020 yılında 7.121 milyon m³ olmakla birlikte Sakarya şehri, 16 km uzunluğundaki ve 6 km genişliğindeki Sapanca Gölü'nden beslendiği için su sıkıntısı yaşanmamaktadır (Sakarya Havzası Eylem Proje Raporu, 2013).

Kızılırmak Havzasında toplamda otuz üç adet baraj bulunmaktadır. Havzadaki toplam su potansiyeli (5.18 x 10⁹ m³/yıl yüzeysel ve ~ 1364.4 x 10⁶ m³/yıl yeraltı suyu) yaklaşık 6.54 x 10⁹ m³/yıl olarak hesaplanır. Havzanın kullanılabilir su potansiyeli de 2.59 x 10⁹ m³/yıl olarak bulunur. Havzadaki kullanılabilir su miktarının %70-75'i sulamada kullanılırken kalan kısmı ise kentsel ve endüstriyel olarak kullanılmaktadır (Kızılırmak Havzası Eylem Proje Raporu, 2013).

4.2.2.5. Aşırı sıcaklık oluşumları (Sıcak hava dalgaları dâhil) ve kuraklık

- Ana değişkenlik: Yıllık şiddetli kuraklık olasılığı

- Ana referans belge: WB İklim Veri Portalı ve MGM Portalı.

- Ana sonuçlar: Kuraklık olasılığındaki değişikliklerin analizi aşağıda özetlenmiştir.

Ankara ili için yüksek, Sakarya ve Kızılırmak Havzası için orta düzey bir risktir, ancak çalışma bu tehlikeye karşı herhangi bir hassasiyete sahip değildir. Çalışma, yeniden tasarlanarak sulak alan bölgesinde mikro iklimi düzenleyerek aşırı sıcaklık koşullarını hafifletebilir. Yıllık şiddetli kuraklık olasılığında öngörülen değişiklik, 21. yüzyılın tamamı için RCP 2.6 senaryosu için artan bir olasılık olduğunu göstermektedir.

Ankara ili 35 °C ‘den fazla yani yüksek sıcaklık gün sayısı ortalaması (Heat Index > 35 °C) 1986 – 2005 periyoduna göre RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryosuna göre önümüzdeki yıllarda yükseliş eğilimi göstermiştir. Yüksek sıcaklık gün sayısı ortalaması (Heat Index > 35°C) anomalileri 1986 – 2005 periyoduna göre 2040-2059 20 yıllık dönem için RCP 4.5 senaryosu için sırasıyla 4.37, 6.13 ve 4.78 yükseliş eğilimi göstermektedir. Aynı zamanda aylık sıcaklık ortalaması (Tave), 1986 – 2005 periyoduna göre RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda yükseliş eğilimi göstermiştir (EK 1.1).

Sakarya Havzası 35 °C ‘den fazla yani yüksek sıcaklık gün sayısı ortalaması (Heat Index > 35 °C) 1986 – 2005 periyoduna göre RCP 2.6 ve RCP 4.5 senaryolarına göre aynı kalmış ancak RCP 8.5 senaryosuna göre önümüzdeki yıllarda yükseliş eğilimi göstermiştir. Yüksek sıcaklık gün sayısı ortalaması (Heat Index > 35 °C) anomalileri 1986 – 2005 periyoduna göre 2060-2079 20 yıllık dönem için RCP 8.5 senaryosu için sırasıyla 0, 0 ve 0,04 yükseliş eğilimi göstermektedir. Aynı zamanda Aylık sıcaklık ortalaması (Tave), 1986 – 2005 periyoduna göre RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda yükseliş eğilimi göstermiştir (EK 1.2).

Kızılırmak Havzası 35 °C’den fazla yani yüksek sıcaklık gün sayısı ortalaması (Heat Index > 35 °C) 1986 – 2005 periyoduna göre RCP 2.6 ve RCP 4.5 senaryolarına göre aynı kalmış ancak RCP 8.5 senaryosuna göre önümüzdeki yıllarda yükseliş eğilimi göstermiştir. Yüksek sıcaklık gün sayısı ortalaması (Heat Index > 35 °C) anomalileri 1986 – 2005 periyoduna göre 2060-2079 20 yıllık dönem için RCP 8.5 senaryosu için sırasıyla 0, 0 ve 0,02 yükseliş eğilimi göstermektedir. Aynı zamanda aylık sıcaklık ortalaması (Tave), 1986 – 2005 periyoduna göre RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda yükseliş eğilimi göstermiştir (EK 1.3).

4.2.2.6. Sel/Su baskını

- Ana değişkenlik: Sel oluşumu.

- Ana referans belge: MGM Portalı ve AFAD verileri.

- Ana sonuçlar: Sel olayları hakkında değerlendirme aşağıda özetlenmiştir.

Yukarıda bahsedilen aşırı yağış olaylarına benzer şekilde, sel/su baskını, çalışmada yüksek bir hassasiyete sahiptir. Ulusal veri ve literatüre göre Ankara ilinde sel riski, ülkenin yağışlı şehir ve bölgelerine göre düşüktür. Bununla birlikte, tüm kentsel alanlar gibi, şiddetli yağış durumunda her zaman bir sel riski vardır.

Sakarya Havzası Eskişehir, Sakarya ve Bilecik illerinin tamamına yakınına kapsadığından bu illerin sel/su baskını riskleri değerlendirilmiş ve AFAD (2020) verilerine göre 1950-2019 yılları arasında bu üç ilde toplamda 115 sel/su baskını meydana gelmiştir. 2019 yılı içinde Türkiye’de toplamda 499 sel/su baskını meydana gelmiş, bu olayların toplamda 29’u Sakarya Havzasında gerçekleşmiştir.

Kızılırmak Havzası Kırşehir ve Kırıkkale illerinin bütünü; Sivas, Kayseri, Yozgat, Nevşehir, Kastamonu, Çankırı illerinin il merkezleri ve büyük bir kısmını kapsadığından bu illerin sel/su baskını riskleri değerlendirilmiş ve AFAD (2020) verilerine göre 1950-2019 yılları arasında bu illerde toplamda 1.023 sel/su baskını meydana gelmiştir. 2019 yılı içinde Türkiye’de toplamda 499 sel/su baskını meydana gelmiş, bu olayların toplamda 38’i Kızılırmak Havzası’nda gerçekleşmiştir.

4.2.2.7. Toprak erozyonu

- Ana değişkenlik: Toprak, arazi kullanımı ve eğim koşulları.

- Ana referans belge: Sakarya ve Kızılırmak Havzası Erozyon Durum Raporu.

- Ana sonuçlar: Toprak erozyonu hakkında değerlendirme aşağıda özetlenmiştir.

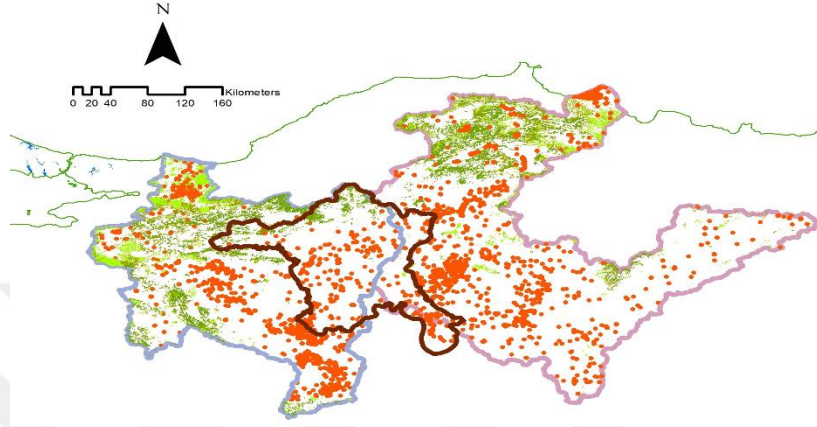
Erozyon, Ankara ili için orta düzeyde bir risk oluşturmaktadır. Hidrolik yapılar, mevcut erozyon ve taşınan sediment seviyesi için planlanır ve kurulur. Drenaj alanında erozyon seviyesi artarsa, Ankara çayının çeşitli bölümlerinde fazla miktarda sediment birikebilir. Bu, Ankara çayının kanal kapasitesini düşürebilir ve taşkın riskini artırabilir.

Sakarya Havzası için Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Erozyonla Mücadele Eylem Planı’nda (2013-2017) Sakarya Havzası’nın Erozyon Durum Haritası ortaya konmuş ve erozyon durumunun hafif olduğu ifade edilmiştir.

Kızılırmak Havzası için Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Erozyonla Mücadele Eylem Planı’nda (2013-2017) Kızılırmak Havzası’nın Erozyon Durum Haritası ortaya konmuş ve erozyon durumunun orta derecede olduğu ifade edilmiştir.

4.2.2.8. Orman yangını

- Ana değişkenlik: Yangın oluşumları.
- Ana referans belgesi: OGM verileri.
- Ana sonuçlar: Orman yangını olayları analizi aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 4.11: Ankara ili ve yer aldığı havzalardaki yangın olayları.

Orman yangınları Ankara ilinde meydana gelebilir, ancak Ankara şehir merkezindeki bitki örtüsü orman yangını için yeterli olmadığından çalışma alanını etkilediği düşünülmemektedir. Ankara ilinde MODIS uydusunun son üç yıldaki (2019-2021) verilerine göre 947 adet yangın çıktığı belirlenmiştir. Yani 100 km² de 4 yangın çıkmıştır.

Sakarya Havzasının kapsadığı illere bakıldığında (Eskişehir ve Sakarya illerinin tüm alanı, Bilecik ilinin tamamına yakını) ormanlık sahasının asli orman ağaç türleri olarak yapraklılardan Kayın, Meşe, Gürgen Dişbudak, Kestane İhlamur, Kavak, ibrelilerden Gökmar, Karaçam Kızılçam ve Sahil çamı türleri genellikle bulunmaktadır. Bu illerdeki bitki örtüsü orman yangını için orta seviye bir risk taşımaktadır. Sakarya Havzası'nda MODIS uydusunun son üç yıldaki (2019-2021) verilerine göre 2399 adet yangın çıktığı belirlenmiştir. Yani 100 km² de 4 yangın çıkmıştır.

Kızılırmak Havzasının kapsadığı illere bakıldığında (Kırşehir ve Kırıkkale illerinin tamamını içinde barındırdığı ve Sivas, Kayseri, Yozgat, Nevşehir, Kastamonu, Çankırı illerinin il merkezleri ve büyük bir kısmı) ormanlarımızın asli ağaç türleri Karaçam, Sarıçam ve Gökmar'dır ve diğer ağaç türlerinden (Fıstıkçamı, Kızılçam, Kayın, Meşe) oluşmaktadır. Bu illerdeki bitki örtüsü orman yangını için orta seviye bir risk taşımaktadır. Kızılırmak Havzasında MODIS

uydusunun son üç yıldaki (2019-2021) verilerine göre 2006 adet yangın çıktığı belirlenmiştir. Yani 100 km² de 3 yangın çıkmıştır.

4.2.3. İklim Parametrelerinin Trend Analizine İlişkin Bulgular

Bu bölümdeki ana değişkenlik yağış ve sıcaklık ile temsil edilmektedir. Ana referans kaynağı Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü veri kaynağıdır. Ana sonuçlar, Mann Kendall istatistiklerinin sonuçları aracılığıyla sunulmaktadır.

Ankara iklimi, Aydeniz iklim sınıflaması “kuraklık katsayısı” (KKS) 1.18 ve iklim tipi “kurak”; Erinç iklim sınıflandırmasına göre “yağış etkinlik indisi” (YEI) 22.54 ve iklim tipi “yarı kurak”; DeMartonne iklim sınıflandırmasına göre “kuraklık indisi” (KI) 11.39 ve iklim tipi “yarı kurak – nemli arası”; Trewartha'ya göre (evrensel sıcaklık ölçeğine göre) kış mevsimi iklim tipinde kışları serin (0.56) ve yaz mevsimi iklim tipinde yazları sıcak (23.48) ve Thorntwaite'e göre iklim sınıfı C1,B'2,s,b'3. Yani Ankara iklimi yarı kurak – az nemli, 2. derece Mezotermal, su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan ve yaz buharlaşma oranı: % 55.2 olarak tanımlanabilir.

Tablo 4.13: Ankara ili iklim verilerinin özeti (1927-2019) (MGM 2020).

ANKARA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	0,1	1,6	5,7	11,2	16	19,9	23,3	23,3	18,8	13,1	7,2	2,4	11,9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4,1	6,4	11,4	17,3	22,3	26,6	30,2	30,4	25,9	19,9	13	6,4	17,8
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-3,2	-2,3	0,6	5,3	9,6	12,9	15,8	15,9	11,7	7	2,5	-0,8	6,3
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2,6	3,8	5,1	6,6	8,5	10	11,3	10,7	9,2	6,7	4,5	2,5	81,5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12,3	11,2	10,7	11,2	12,3	8,7	3,6	2,7	4	6,9	8,2	11,7	103,5
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	40,2	35,1	39,1	42,5	51,5	34,4	14,3	12,7	18	27,7	31,5	44,9	391,9
En Yüksek Sıcaklık (°C)	16,6	21,3	27,8	31,6	34,4	37	41	40,4	37,7	33,3	24,7	20,4	41
En Düşük Sıcaklık (°C)	-24,9	-24,2	-19,2	-7,2	-1,6	3,8	4,5	5,5	-1,5	-9,8	-17,5	-24,2	-24,9

Tablo 4.13'de görüldüğü gibi, şehirdeki en sıcak aylar yağışsız veya çok az yağışlı Temmuz ve Ağustos'tur. Ankara'da yıllık ortalama sıcaklık miktarı 11.9°C, yıllık ortalama en yüksek sıcaklık 17.9°C, yıllık ortalama en düşük sıcaklık 6.3°C, yıllık ortalama güneşlenme süresi 81.5 saat, yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 103.5, yıllık ortalama aylık toplam yağış miktarı 391.9 mm'dir. Ankara'da yıllık en yüksek sıcaklık 41°C ve en düşük sıcaklık -24.9°C'dir.

Tablo 4.14: HAYMANA (4092) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Yıllık Toplam Yağış (mm)			x
Ortalama Max. Yağış (mm)			x
Max. Yağış (mm)			x
Ortalama Kar Yağış Miktarı			x
Karla Örtülü Günler			
Karlı Günler			
Max. Kar Kalınlığı (cm)			
Ortalama Sıcaklık (°C)			x
Ortalama Max. Sıcaklık(°C)			x
Max. Sıcaklık (°C)			x
Ortalama Min. Sıcaklık (°C)			x
Min. Sıcaklık			x

Haymana istasyonu minimum ve maksimum “yıllık toplam yağış” değerleri sırasıyla 9.70 mm ve 602.50 mm’dir. Haymana’nın ortalama “yıllık toplam yağış” miktarı 134.30 mm standart sapma ile 374.35 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.48$, $p = 0.05$), yıllık toplam yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.14).

Haymana istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum yağış” değerleri sırasıyla 8.59 mm ve 19.03 mm’dir. Haymana’nın ortalama “ortalama maksimum yağış” miktarı 3.36 mm standart sapma ile 12.99 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.18$, $p = 0.05$), ortalama maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.14).

Haymana istasyonu minimum ve maksimum “maksimum yağış” değerleri sırasıyla 9.70 mm ve 58.40 mm’dir. Haymana’nın ortalama “maksimum yağış” miktarı 11.72 mm standart sapma ile 30.16 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.54$, $p = 0.05$), maksimum yağış zaman

serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.14).

Haymana istasyonu minimum ve maksimum “ortalama kar yağış” miktarı sırasıyla 2 ve 42’dir. Haymana’nın ortalama “ortalama kar yağış” miktarı 11.22 standart sapma ile 20.65’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.69$, $p = 0.05$), ortalama kar yağış miktarı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.14).

Haymana istasyonu “ortalama karla örtülü günler” sayısı, “karlı günler” sayısı ve “maksimum kar kalınlığı” veri eksikliğinden dolayı hesaplanamamıştır (Tablo 4.14).

Haymana istasyonu minimum ve maksimum “ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 0.80 °C ve 14.33 °C’dir. Haymana’nın ortalama “ortalama sıcaklık” değeri 3.32 °C standart sapma ile 9.23 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.10$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.14).

Haymana istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 2 °C ve 24.89 °C’dir. Haymana’nın ortalama “ortalama maksimum sıcaklık” değeri 5.59 °C standart sapma ile 21.37 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.25$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.14).

Haymana istasyonu minimum ve maksimum “maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 2 °C ve 36.10 °C’dir. Haymana’nın ortalama “maksimum sıcaklık” değeri 8.87°C standart sapma ile 31.49 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.72$, $p = 0.05$), maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.14).

Haymana istasyonu minimum ve maksimum “ortalama minimum sıcaklıklar” sırasıyla 0.07 °C ve 2.93 °C’dir. Haymana’nın ortalama “ortalama minimum sıcaklık” değeri 0.87 °C standart sapma ile 1.70 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -2.17$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.14).

Haymana istasyonu minimum ve maksimum “minimum sıcaklıklar” sırasıyla 1.40 °C ve 17.90 °C’dir. Haymana’nın ortalama “minimum sıcaklık” değeri 4.12 °C standart sapma ile 13.02 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.66$, $p = 0.05$), minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.14).

Tablo 4.15: POLATLI D.U.C (9005) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Yıllık Toplam Yağış (mm)			x
Ortalama Max. Yağış (mm)			x
Max. Yağış (mm)			x
Ortalama Kar Yağış Miktarı			x
Karla Örtülü Günler			x
Karlı Günler			x
Max. Kar Kalınlığı (cm)			x
Ortalama Sıcaklık (°C)			x
Ortalama Max. Sıcaklık(°C)			x
Max. Sıcaklık (°C)			x
Ortalama Min. Sıcaklık (°C)			x
Min. Sıcaklık			x

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “yıllık toplam yağış” değerleri sırasıyla 169.90 mm ve 491.30 mm’dir. Polatlı’nın ortalama “yıllık toplam yağış” miktarı 73.23 mm standart sapma ile 360.56 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -2.09$, $p = 0.05$), yıllık toplam yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum yağış” değerleri sırasıyla 7.27 mm ve 18.34 mm’dir. Polatlı’nın ortalama “ortalama maksimum yağış” miktarı 18.95 mm standart sapma ile 12.01 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.18$, $p = 0.05$),

ortalama maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “maksimum yağış değerleri” sırasıyla 14.70 mm ve 105.00 mm’dir. Polatlı’nın ortalama “maksimum yağış” miktarı 29.43 mm standart sapma ile 29.43 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.03$, $p = 0.05$), maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama kar yağış” miktarı sırasıyla 0.23 ve 17.90’dir. Polatlı’nın ortalama “ortalama kar yağış” miktarı 4.32 standart sapma ile 6.61’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.99$, $p = 0.05$), ortalama kar yağış miktarı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “karla örtülü gün” sayısı sırasıyla 1 ve 56’dir. Polatlı’nın ortalama “karla örtülü gün” sayısı 13.39 standart sapma ile 18.59. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.65$, $p = 0.05$), karla örtülü günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “karlı gün sayısı” sırasıyla 0 ve 37’dir. Polatlı’nın ortalama “karlı gün” sayısı 9.93 standart sapma ile 12.83’tur. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -3.25$, $p = 0.05$), karlı günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “maksimum kar kalınlığı” sırasıyla 3 cm ve 55 cm’dir. Polatlı’nın ortalama “maksimum kar kalınlığı” 12.23 cm standart sapma ile 18.23 cm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -2.06$, $p = 0.05$), maksimum kar kalınlığı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 4 °C ve 13.42 °C’dir. Polatlı’nın ortalama “ortalama sıcaklık” değeri 2.24 °C standart sapma ile 11.06 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.79$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde

istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 8.10 °C ve 26.91 °C’dir. Polatlı’nın ortalama “ortalama maksimum sıcaklık” değeri 4.10 °C standart sapma ile 24 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -2.57$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 8.10 °C ve 38.60 °C’dir. Polatlı’nın ortalama “maksimum sıcaklık” değeri 7.20 °C standart sapma ile 34.52 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.75$, $p = 0.05$), maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama minimum sıcaklıklar” sırasıyla 0.38 °C ve 3.25 °C’dir. Polatlı’nın ortalama “ortalama minimum sıcaklık” değeri 0.96 °C standart sapma ile 1.66 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.70$, $p = 0.05$), ortalama minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “minimum sıcaklıklar” sırasıyla 0.90 °C ve 21.50 °C’dir. Polatlı’nın ortalama “minimum sıcaklık” değeri 0.90 °C standart sapma ile 14.25 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.21$, $p = 0.05$), minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.15).

Tablo 4.16: BALA D.U.C (9014) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Yıllık Toplam Yağış (mm)			x

Ortalama Max. Yağış (mm)		x
Max. Yağış (mm)		x
Ortalama Kar Yağış Miktarı		x
Karla Örtülü Günler		x
Karlı Günler		x
Max. Kar Kalınlığı (cm)	x	
Ortalama Sıcaklık (°C)		x
Ortalama Max. Sıcaklık(°C)		x
Max. Sıcaklık (°C)		x
Ortalama Min. Sıcaklık (°C)		x
Min. Sıcaklık		x

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “yıllık toplam yağış” değerleri sırasıyla 89 mm ve 484.20 mm’dir. Bala’nın ortalama “yıllık toplam yağış” miktarı 9.67 mm standart sapma ile 300.79 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.02$, $p = 0.05$), yıllık toplam yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum yağış” değerleri sırasıyla 6.68 mm ve 16.28 mm’dir. Bala’nın ortalama “ortalama maksimum yağış” miktarı 2.32 mm standart sapma ile 11.04 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.40$, $p = 0.05$), ortalama maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “maksimum yağış değerleri” sırasıyla 6.20 mm ve 49.80 mm’dir. Bala’nın ortalama “maksimum yağış” miktarı 9.02 mm standart sapma ile 26.72 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.94$, $p = 0.05$), maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “ortalama kar yağış” miktarı sırasıyla 0.10 ve 12.80’dir. Polatlı’nın ortalama “ortalama kar yağış” miktarı 4.22 standart sapma ile 5.10’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.82$, $p = 0.05$), ortalama kar yağış miktarı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “karla örtülü gün sayısı” sırasıyla 1 ve 75’dir. Polatlı’nın ortalama “karla örtülü gün” sayısı 19.22 standart sapma ile 20.39. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.20$, $p = 0.05$), karla örtülü günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “karlı gün sayısı” sırasıyla 0 ve 22’dir. Bala’nın ortalama “karlı gün” sayısı 6.70 standart sapma ile 9.49’tur. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.78$, $p = 0.05$), karlı günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “maksimum kar kalınlığı” sırasıyla 1 cm ve 40 cm’dir. Bala’nın ortalama “maksimum kar kalınlığı” 12.98 cm standart sapma ile 20.22 cm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.64$, $p = 0.05$), maksimum kar kalınlığı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 0.2 °C ve 15.1 °C’dir. Bala’nın ortalama “ortalama sıcaklık” değeri 4.95 °C standart sapma ile 7.9 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -5.93$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 0.19 °C ve 27.52 °C’dir. Bala’nın ortalama “ortalama maksimum sıcaklık” değeri 10.93 °C standart sapma ile 27.52 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -6.26$, $p = 0.05$), ortalama maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 4 °C ve 40 °C’dir. Bala’nın ortalama “maksimum sıcaklık” değeri 8.55 °C standart sapma ile 33.65 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.11$, $p = 0.05$), maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “ortalama minimum sıcaklıklar” sırasıyla 0.06 °C ve 13.30 °C’dir. Bala’nın ortalama “ortalama minimum sıcaklık” değeri 2.14 °C standart sapma ile 1.43 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.19$, $p = 0.05$), ortalama minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Bala D.U.C istasyonu minimum ve maksimum “minimum sıcaklıklar” sırasıyla 0.10 °C ve 22.50 °C’dir. Bala’nın ortalama “minimum sıcaklık” değeri 4.63 °C standart sapma ile 12.04 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.59$, $p = 0.05$), minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.16).

Tablo 4.17: Çubuk (9643) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Yıllık Toplam Yağış (mm)			x
Ortalama Max. Yağış (mm)			x
Max. Yağış (mm)			x
Ortalama Kar Yağış Miktarı			x
Karla Örtülü Günler			x
Karlı Günler			x
Max. Kar Kalınlığı (cm)			x
Ortalama Sıcaklık (°C)	x		
Ortalama Max. Sıcaklık(°C)			x
Max. Sıcaklık (°C)			x
Ortalama Min. Sıcaklık (°C)			x
Min. Sıcaklık			x

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “yıllık toplam yağış” değerleri sırasıyla 3.40 mm ve 611.80 mm’dir. Çubuk’un ortalama “yıllık toplam yağış” miktarı 106.07 mm standart sapma ile 435.23 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.25$ $p = 0.05$), yıllık toplam yağış

zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.17).

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum yağış” değerleri sırasıyla 3.40 mm ve 19.20 mm’dir. Çubuk’un ortalama “ortalama maksimum yağış” miktarı 3.19 mm standart sapma ile 12.64 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.31$, $p = 0.05$), ortalama maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.17).

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “maksimum yağış değerleri” sırasıyla 3.4 mm ve 66 mm’dir. Çubuk’un ortalama “maksimum yağış” miktarı 10.35 mm standart sapma ile 29.21 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.71$, $p = 0.05$), maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.17).

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “ortalama kar yağış” miktarı sırasıyla 0.10 ve 10.43’dir. Çubuk’un ortalama “ortalama kar yağış” miktarı 2.61 standart sapma ile 3.01’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.16$, $p = 0.05$), ortalama kar yağış miktarı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.17).

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “karla örtülü gün sayısı” sırasıyla 9 ve 80’dir. Çubuk’un ortalama “karla örtülü gün” sayısı 18.62 standart sapma ile 34.24. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.24$, $p = 0.05$), karla örtülü günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.17).

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “karlı gün sayısı” sırasıyla 5 ve 36’dir. Çubuk’un ortalama “karlı gün” sayısı 7,92 standart sapma ile 15,84’tur. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -4,12$, $p = 0.05$), karlı günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.17).

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “maksimum kar kalınlığı” sırasıyla 5 cm ve 38.10 cm’dir. Çubuk’un ortalama “maksimum kar kalınlığı” 11.23 cm standart sapma ile 23.64 cm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -3.56$, $p = 0.05$), maksimum kar kalınlığı zaman

serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.17).

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “ortalama sıcaklıklar” sırasıyla -9.90°C ve 24.77°C ’dir. Çubuk’un ortalama “ortalama sıcaklık” değeri 7.43°C standart sapma ile 12.33°C ’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 4.33$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (EK1 Şekil 3 ve 4; (Tablo 4.17).

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 4.60°C ve 26.81°C ’dir. Çubuk’un ortalama “ortalama maksimum sıcaklık” değeri 5.12°C standart sapma ile 21.95°C ’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.12$, $p = 0.05$), ortalama maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.17).

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 4.60°C ve 38.10°C ’dir. Çubuk’un ortalama “maksimum sıcaklık” değeri 8.20°C standart sapma ile 31.88°C ’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.49$, $p = 0.05$), maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.17).

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “ortalama minimum sıcaklıklar” sırasıyla 1.46°C ve 13.40°C ’dir. Çubuk’un ortalama “ortalama minimum sıcaklık” değeri 2.23°C standart sapma ile 3.62°C ’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.15$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.17).

Çubuk istasyonu minimum ve maksimum “minimum sıcaklıklar” sırasıyla 7.8°C ve 27.3°C ’dir. Çubuk’un ortalama “minimum sıcaklık” değeri 4.81°C standart sapma ile 17.78°C ’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.61$, $p = 0.05$), minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.17).

Tablo 4.18: Ankara (17130) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Yıllık Toplam Yağış (mm)	x		
Ortalama Max. Yağış (mm)			x
Max. Yağış (mm)			x
Ortalama Kar Yağış Miktarı			x
Karla Örtülü Günler			x
Karlı Günler			x
Max. Kar Kalınlığı (cm)			x
Ortalama Sıcaklık (°C)	x		
Ortalama Max. Sıcaklık(°C)	x		
Max. Sıcaklık (°C)	x		
Ortalama Min. Sıcaklık (°C)			x
Min. Sıcaklık			x

Ankara Bölgesi'nin minimum ve maksimum değerleri sırasıyla 208.80 mm ve 612.60 mm'dir. Ankara Bölgesi'nin ortalama “yıllık yağış” miktarı (MAP) 82.368 mm standart sapma ile 391.9'dur. Değerlendirme dönemi için (1939-2020 dönemi) yıllık toplam yağış değerlerinin yüzde 16.48'i ortalama $\pm$ STD aralığında kalmıştır. Anomalilerin yüzde 37.36'si ortalama + STD'nin üzerinde, kalan yüzde 62.64 ise ortalama STD'den daha azdır. Yıllık yağış değerlerinin sadece 2 katı ortalama + 2STD'den daha yüksektir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.44$, $p = 0.05$), yıllık yağış zaman serilerinde bir artış olduğunu ve istatistiksel olarak da anlamlı pozitif bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum ortalama maksimum yağış değerleri sırasıyla 6.48 mm ve 19 mm'dir. Ankara Bölgesi'nin ortalama “ortalama maksimum yağış” miktarı 2.44 mm standart sapma ile 11.69 mm'dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.18$, $p = 0.05$), ortalama maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “maksimum yağış değerleri” sırasıyla 14.80 mm ve 88.90 mm’dir. Ankara Bölgesi’nin ortalama maksimum yağış miktarı 12.16 mm standart sapma ile 29.54 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.13$, $p = 0.05$), maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “ortalama kar yağış” miktarı sırasıyla 0 ve 7.30’dir. Ankara Bölgesi’nin ortalama “ortalama kar yağış” miktarı 1.66 standart sapma ile 2.19’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.17$, $p = 0.05$), ortalama kar yağış miktarı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “karla örtülü gün sayısı” sırasıyla 0 ve 74’dir. Ankara Bölgesi’nin ortalama “karla örtülü gün” sayısı 16.62 standart sapma ile 22.01. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.80$, $p = 0.05$), karla örtülü günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “karlı gün sayısı” sırasıyla 3 ve 71’dir. Ankara Bölgesi ortalama “karlı gün sayısı” 12.04 standart sapma ile 28.71’tur. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.68$, $p = 0.05$), karlı günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “kar kalınlığı” sırasıyla 0 cm ve 97 cm’dir. Ankara Bölgesi ortalama “kar kalınlığı” 11.53 cm standart sapma ile 13.62 cm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.35$, $p = 0.05$), kar kalınlığı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 8.70 °C ve 14.54 °C’dir. Ankara Bölgesi ortalama “ortalama sıcaklıklar” değeri 0.97°C standart sapma ile 11.91 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.60$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 21.17 °C ve 27.13 °C’dir. Ankara Bölgesi ortalama “ortalama maksimum sıcaklık” değeri 1.08

°C standart sapma ile 25.02 °C'dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.66$, $p = 0.05$), ortalama maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 32.90 °C ve 41 °C'dir. Ankara Bölgesi ortalama “maksimum sıcaklık” değeri 1.58 °C standart sapma ile 36.79 °C'dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.71$, $p = 0.05$), maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “ortalama minimum sıcaklıklar” sırasıyla 0.02 °C ve 4.10 °C'dir. Ankara Bölgesi ortalama “ortalama minimum sıcaklık” değeri 0.91 °C standart sapma ile 1.29 °C'dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.31$, $p = 0.05$), ortalama minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “minimum sıcaklıklar” sırasıyla 6.30 °C ve 24,90 °C'dir. Ankara Bölgesi ortalama “minimum sıcaklık” değeri 4.32 °C standart sapma ile 14.31 °C'dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -4.25$, $p = 0.05$), minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.18).

Tablo 4.19: KIZILCAHAMAM (17664) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Yıllık Toplam Yağış (mm)			x
Ortalama Max. Yağış (mm)			x
Max. Yağış (mm)			x
Ortalama Kar Yağış Miktarı			x
Karla Örtülü Günler			x
Karlı Günler			x
Max. Kar Kalınlığı (cm)			x
Ortalama Sıcaklık (°C)	x		

Ortalama Max. Sıcaklık(°C)	x
Max. Sıcaklık (°C)	x
Ortalama Min. Sıcaklık (°C)	x
Min. Sıcaklık	x

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “yıllık toplam yağış” değerleri sırasıyla 122.2 mm ve 876.3 mm’dir. Kızılcahamam ortalama “yıllık toplam yağış” miktarı 133.26 mm standart sapma ile 571.3 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.87$, $p = 0.05$), yıllık toplam yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.19).

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum yağış” değerleri sırasıyla 11.18 mm ve 28 mm’dir. Kızılcahamam ortalama “ortalama maksimum yağış” miktarı 3.06 mm standart sapma ile 16.11 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.54$, $p = 0.05$), ortalama maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.19).

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “maksimum yağış değerleri” sırasıyla 19.80 mm ve 72.20 mm’dir. Kızılcahamam ortalama “maksimum yağış” miktarı 10.22 mm standart sapma ile 37.76 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.13$, $p = 0.05$), maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.19).

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “ortalama kar yağış” miktarı sayısı sırasıyla -0.10 ve 19.80’dir. Kızılcahamam ortalama “ortalama kar yağış” miktarı 3.34 standart sapma ile 4.11’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.71$, $p = 0.05$), ortalama kar yağış miktarı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.19).

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “karla örtülü gün sayısı” sırasıyla 13 ve 94’dir. Kızılcahamam ortalama “karla örtülü gün” sayısı 19 standart sapma ile 36.70. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -2.67$, $p = 0.05$), karla örtülü günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.19).

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “karlı gün sayısı” sırasıyla 10 ve 50’dir. Kızılcahamam ortalama “karlı gün” sayısı 9.81 standart sapma ile 24.9’tur. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.57$, $p = 0.05$), karlı günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.19).

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “maksimum kar kalınlığı” sırasıyla 7 cm ve 55 cm’dir. Kızılcahamam ortalama “maksimum kar kalınlığı” 9.79 cm standart sapma ile 20.1 cm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.14$, $p = 0.05$), maksimum kar kalınlığı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.19).

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 6.56 °C ve 11.83 °C’dir. Kızılcahamam ortalama “ortalama sıcaklık” değeri 0.91 °C standart sapma ile 9.79 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.20$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.19).

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 18.62 °C ve 26.34 °C’dir. Kızılcahamam ortalama “ortalama maksimum sıcaklık” değeri 1.22 °C standart sapma ile 23.69 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.91$, $p = 0.05$), ortalama maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.19).

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 31.50 °C ve 40 °C’dir. Kızılcahamam ortalama “maksimum sıcaklık” değeri 1.90 °C standart sapma ile 35.72 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.09$, $p = 0.05$), maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.19).

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “ortalama minimum sıcaklıklar” sırasıyla 0.19 °C ve 5.80 °C’dir. Kızılcahamam ortalama “ortalama minimum sıcaklık” 1.34 °C standart sapma ile 3.04 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -3.29$, $p = 0.05$), ortalama minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.19).

Tablo 4.20: Nallıhan (17679) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Yıllık Toplam Yağış (mm)			x
Ortalama Max. Yağış (mm)			x
Max. Yağış (mm)			x
Ortalama Kar Yağış Miktarı			x
Karla Örtülü Günler			x
Karlı Günler			x
Max. Kar Kalınlığı (cm)			x
Ortalama Sıcaklık (°C)			x
Ortalama Max. Sıcaklık(°C)	x		
Max. Sıcaklık (°C)	x		
Ortalama Min. Sıcaklık (°C)	x		
Min. Sıcaklık			x

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “yıllık toplam yağış” değerleri sırasıyla 72.2 mm ve 651.1 mm’dir. Nallıhan ortalama “yıllık toplam yağış” miktarı 128.86 mm standart sapma ile 330.31 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.40$ $p = 0.05$), yıllık toplam yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum yağış” değerleri sırasıyla 4.65 mm ve 20.74 mm’dir. Nallıhan ortalama “ortalama maksimum yağış” miktarı 3 mm standart sapma ile 11.12 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.14$, $p = 0.05$), ortalama maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “maksimum yağış değerleri” sırasıyla 8.40 mm ve 87 mm’dir. Nallıhan ortalama “maksimum yağış miktarı” 12.44 mm standart sapma ile 26.16 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.96$, $p = 0.05$), maksimum yağış zaman

serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “ortalama kar yağış” miktarı sayısı sırasıyla 0.27 ve 9.45’dir. Nallıhan ortalama “ortalama kar yağış” miktarı 2.37 standart sapma ile 3.24’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.46$, $p = 0.05$), ortalama kar yağış miktarı sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “karla örtülü gün sayısı” sırasıyla 0 ve 43’dir. Nallıhan ortalama “karla örtülü gün” sayısı 13.01 standart sapma ile 10.90. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -4.65$, $p = 0.05$), karla örtülü günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “karlı gün sayısı” sırasıyla 0 ve 28’dir. Nallıhan ortalama “karlı gün” sayısı 6.21 standart sapma ile 8.14’tur. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -3.05$, $p = 0.05$), karlı günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “maksimum kar kalınlığı” sırasıyla 4 cm ve 33 cm’dir. Nallıhan ortalama “maksimum kar kalınlığı” 7.67 cm standart sapma ile 12.62 cm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.49$, $p = 0.05$), maksimum kar kalınlığı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 7.66 °C ve 14.48 °C’dir. Nallıhan ortalama “ortalama sıcaklık” değeri 0.96 °C standart sapma ile 12.58 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.49$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 20.78 °C ve 28.37 °C’dir. Nallıhan ortalama “ortalama maksimum sıcaklık” değeri 1.18 °C standart sapma ile 25.96 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 4.00$, $p = 0.05$), ortalama

maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 34 °C ve 42.90 °C’dir. Nallıhan ortalama “maksimum sıcaklık” değeri 1.75 °C standart sapma ile 37.82 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.50$, $p = 0.05$), maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “ortalama minimum sıcaklıklar” sırasıyla 0 °C ve 3.84 °C’dir. Nallıhan ortalama “ortalama minimum sıcaklık” 0.80 °C standart sapma ile 1 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.35$, $p = 0.05$), ortalama minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “minimum sıcaklıklar” sırasıyla 6.30°C ve 18.80 °C’dir. Nallıhan ortalama “minimum sıcaklık” değeri 2.56 °C standart sapma ile 11.37 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.41$, $p = 0.05$), minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Kızılcahamam istasyonu minimum ve maksimum “minimum sıcaklıklar” sırasıyla 9.90 °C ve 22.80 °C’dir. Kızılcahamam ortalama “minimum sıcaklık” değeri 3.15 °C standart sapma ile 16.05 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -2.65$, $p = 0.05$), minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.20).

Tablo 4.21: Beypazarı (17680) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Yıllık Toplam Yağış (mm)			x
Ortalama Max. Yağış (mm)			x

Max. Yağış (mm)		x
Ortalama Kar Yağış Miktarı		x
Karla Örtülü Günler		x
Karlı Günler		x
Max. Kar Kalınlığı (cm)		x
Ortalama Sıcaklık (°C)	x	x
Ortalama Max. Sıcaklık(°C)	x	
Max. Sıcaklık (°C)	x	
Ortalama Min. Sıcaklık (°C)		x
Min. Sıcaklık		x

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “yıllık toplam yağış” değerleri sırasıyla 66.20 mm ve 564.80 mm’dir. Beypazarı ortalama “yıllık toplam yağış” miktarı 97.53 mm standart sapma ile 392.68 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.69$ $p = 0.05$), yıllık toplam yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum yağış” değerleri sırasıyla 7.61 mm ve 17.28 mm’dir. Beypazarı ortalama “ortalama maksimum yağış” miktarı 2.14 mm standart sapma ile 12.40 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.77$, $p = 0.05$), ortalama maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “maksimum yağış değerleri” sırasıyla 16.60 mm ve 68.20 mm’dir. Beypazarı ortalama “maksimum yağış” miktarı 10.87 mm standart sapma ile 29,38 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.46$, $p = 0.05$), ortalama maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama kar yağış” miktarı sayısı sırasıyla -0.77 ve 10.10’dir. Beypazarı ortalama “kar yağış” miktarı 2.11 standart sapma ile 2.63’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.41$, $p = 0.05$), ortalama kar yağış miktarı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “karla örtülü gün sayısı” sırasıyla 0 ve 52’dir. Beypazarı ortalama “karla örtülü gün” sayısı 12.35 standart sapma ile 13.64. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -3.44$, $p = 0.05$), karla örtülü günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “karlı gün sayısı” sırasıyla 0 ve 27’dir. Beypazarı ortalama “karlı gün” sayısı 6.02 standart sapma ile 15.11’tur. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.23$, $p = 0.05$), karlı günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “maksimum kar kalınlığı” sırasıyla 1 cm ve 50 cm’dir. Beypazarı ortalama “maksimum kar kalınlığı” 7.92 cm standart sapma ile 11.16 cm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.24$, $p = 0.05$), maksimum kar kalınlığı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 9.20 °C ve 14.95 °C’dir. Beypazarı ortalama “ortalama sıcaklık” değeri 1.04 °C standart sapma ile 12.91 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 3.73$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 18.95 °C ve 28.13 °C’dir. Beypazarı ortalama “ortalama maksimum sıcaklık” değeri 1.49 °C standart sapma ile 25.94 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 5.15$, $p = 0.05$), ortalama maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 24.20 °C ve 43.70 °C’dir. Beypazarı ortalama “maksimum sıcaklık” değeri 2.72 °C standart sapma ile 38.33 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 4.90$, $p = 0.05$), maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama minimum sıcaklıklar” sırasıyla 0.03 °C ve 16.50 °C’dir. Beypazarı ortalama “ortalama minimum sıcaklık” değeri 2.13 °C standart

sapma ile 1.85 °C'dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.34$, $p = 0.05$), ortalama minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Beyşehir istasyonu minimum ve maksimum “minimum sıcaklıklar” sırasıyla 2 °C ve 19.20 °C'dir. Beyşehir ortalama “minimum sıcaklık” değeri 3.21 °C standart sapma ile 10.42 °C'dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.51$, $p = 0.05$), minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.21).

Tablo 4.22: Polatlı (17728) İstasyonu İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Yıllık Toplam Yağış (mm)			x
Ortalama Max. Yağış (mm)			x
Max. Yağış (mm)			x
Ortalama Kar Yağış Miktarı	x		
Karla Örtülü Günler			x
Karlı Günler			x
Max. Kar Kalınlığı (cm)			x
Ortalama Sıcaklık (°C)	x		x
Ortalama Max. Sıcaklık(°C)	x		
Max. Sıcaklık (°C)	x		
Ortalama Min. Sıcaklık (°C)			x
Min. Sıcaklık			x

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “yıllık toplam yağış” değerleri sırasıyla 72.4 mm ve 618.7 mm'dir. Polatlı ortalama “yıllık toplam yağış” miktarı 91.66 mm standart sapma ile 350.89 mm'dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.79$ $p = 0.05$), yıllık toplam yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.22).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum yağış” değerleri sırasıyla 6.76 mm ve 20.68 mm’dir. Polatlı ortalama “ortalama maksimum yağış” miktarı 2.58 mm standart sapma ile 11.25 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.93$, $p = 0.05$), ortalama maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.22).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “maksimum yağış” değerleri sırasıyla 12 mm ve 77.40 mm’dir. Polatlı ortalama “maksimum yağış” miktarı 10.41 mm standart sapma ile 26.74 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.21$, $p = 0.05$), maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.22).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama kar yağış” miktarı sayısı sırasıyla 0 ve 7.3’dir. Polatlı ortalama “ortalama kar yağış” miktarı 2.5 standart sapma ile 1.95’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.47$, $p = 0.05$), ortalama kar yağış miktarı serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.22).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “karla örtülü gün” sayısı sırasıyla 0 ve 58’dir. Polatlı ortalama “karla örtülü gün” sayısı 15.65 standart sapma ile 20.53. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -2.92$, $p = 0.05$), karla örtülü günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.22).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “karlı gün” sayısı sırasıyla 2 ve 44’dir. Polatlı ortalama “karlı gün” sayısı 8.24 standart sapma ile 19.49’tur. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.05$, $p = 0.05$), karlı günlerin sayısı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.22).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “maksimum kar kalınlığı” sırasıyla 1 cm ve 34 cm’dir. Polatlı ortalama “maksimum kar kalınlığı” 7.18 cm standart sapma ile 12.84 cm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.10$, $p = 0.05$), maksimum kar kalınlığı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.22).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 4.20 °C ve 14.44 °C’dir. Polatlı ortalama “ortalama sıcaklık” değeri 1.47 °C standart sapma ile 11.56 °C’dir.

Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 4.19$, $p = 0.05$), ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (EK1 Şekil 29 ve 30; (Tablo 4.22).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 16.60°C ve 28.04°C ’dir. Polatlı ortalama “ortalama maksimum sıcaklık” değeri 1.71°C standart sapma ile 25.13°C ’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 5.07$, $p = 0.05$), ortalama maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.22).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “maksimum sıcaklıklar” sırasıyla 24.20°C ve 43.70°C ’dir. Polatlı ortalama “maksimum sıcaklık” değeri 3.18°C standart sapma ile 36.92°C ’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 4.16$, $p = 0.05$), maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (EK1 Şekil 33 ve 34; (Tablo 4.22).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “ortalama minimum sıcaklıklar” sırasıyla 0.03°C ve 4.16°C ’dir. Polatlı ortalama “ortalama minimum sıcaklık” değeri 0.94°C standart sapma ile 1.30°C ’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.28$, $p = 0.05$), ortalama minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.22).

Polatlı istasyonu minimum ve maksimum “minimum sıcaklıklar” sırasıyla 4.60°C ve 22.40°C ’dir. Polatlı ortalama “minimum sıcaklık” değeri 3.60°C standart sapma ile 13.72°C ’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.23$, $p = 0.05$), minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.22).

Tablo 4.23: Ankara Bölgesi İstasyonu (17130) İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
----------------	----------------------------	-----------------------------	--

Sonbahar Yağış (mm)		x
İlkbahar Yağış (mm)		x
Yaz Yağış (mm)		x
Kış Yağış (mm)		x
Sonbahar Ortalama Sıcaklık (°C)		x
İlkbahar Ortalama Sıcaklık (°C)	x	
Yaz Ortalama Sıcaklık (°C)	x	
Kış Ortalama Sıcaklık (°C)	x	

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “sonbahar mevsimi ortalama yağış” değerleri sırasıyla 0 mm ve 201 mm’dir. Ankara Bölgesi istasyonu “sonbahar mevsimi ortalama yağış” miktarı 36.70 mm standart sapma ile 76.31 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.20$, $p = 0.05$), sonbahar mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.23).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “ilkbahar mevsimi ortalama yağış” değerleri sırasıyla 60.20 mm ve 236.80 mm’dir. Ankara Bölgesi istasyonu “ilkbahar mevsimi ortalama yağış” miktarı 40.61 mm standart sapma ile 133.99 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.80$, $p = 0.05$), ilkbahar mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.23).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “yaz mevsimi ortalama yağış” değerleri sırasıyla 0 mm ve 171.70 mm’dir. Ankara Bölgesi istasyonu “yaz mevsimi ortalama yağış” miktarı 38.67 mm standart sapma ile 60.41 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.87$, $p = 0.05$), yaz mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.23).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “kış mevsimi ortalama yağış” miktarı sırasıyla 47 ve 243.40’dir. Ankara Bölgesi istasyonu “kış mevsimi ortalama yağış” miktarı 46.08 standart sapma ile 121.38’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.89$, $p = 0.05$), kış mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.23).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “sonbahar mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 10.70 °C ve 16.07 °C’dir. Ankara Bölgesi istasyonu “sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 1.18 °C standart sapma ile 13.12 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.50$, $p = 0.05$), sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.23).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 8.13 °C ve 14.43 °C’dir. Ankara Bölgesi istasyonu “ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 1.20 °C standart sapma ile 11.01 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.69$, $p = 0.05$), ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.23).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “yaz mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 19.73 °C ve 25.27 °C’dir. Ankara Bölgesi istasyonu “yaz mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 1.12 °C standart sapma ile 22.25 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.96$, $p = 0.05$), yaz mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.23).

Ankara Bölgesi istasyonu minimum ve maksimum “kış mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla -2.63 °C ve 5.20 °C’dir. Ankara Bölgesi istasyonu “kış mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 1.79 °C standart sapma ile 1.50 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.46$, $p = 0.05$), kış mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.23).

Tablo 4.24: Nallıhan İstasyonu (17679) İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Sonbahar Yağış (mm)			x
İlkbahar Yağış (mm)			x
Yaz Yağış (mm)			x
Kış Yağış (mm)			x

Sonbahar Ortalama Sıcaklık (°C)	x
İlkbahar Ortalama Sıcaklık (°C)	x
Yaz Ortalama Sıcaklık (°C)	x
Kış Ortalama Sıcaklık (°C)	x

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “sonbahar mevsimi ortalama yağış” değerleri sırasıyla 0 mm ve 243 mm’dir. Nallıhan istasyonu “sonbahar mevsimi ortalama yağış” miktarı 40.91 mm standart sapma ile 67.10 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.23$, $p = 0.05$), sonbahar mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.24).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “ilkbahar mevsimi ortalama yağış” değerleri sırasıyla 0 mm ve 229.6 mm’dir. Nallıhan istasyonu “ilkbahar mevsimi ortalama yağış” miktarı 52.19 mm standart sapma ile 102.95 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.49$, $p = 0.05$), ilkbahar mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.24).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “yaz mevsimi ortalama yağış” değerleri sırasıyla 0 mm ve 162 mm’dir. Nallıhan istasyonu “yaz mevsimi ortalama yağış” miktarı 30.94 mm standart sapma ile 39.94 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.87$, $p = 0.05$), yaz mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.24).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “kış mevsimi ortalama yağış” miktarı sırasıyla 36.6 ve 304.3’dir. Nallıhan istasyonu “kış mevsimi ortalama yağış” miktarı 63.23 standart sapma ile 122.16’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.80$, $p = 0.05$), kış mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.24).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “sonbahar mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 11.63 °C ve 16.03 °C’dir. Nallıhan istasyonu “sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 0.92 °C standart sapma ile 13.76 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.48$, $p = 0.05$),

sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.24).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 8.80 °C ve 14.80 °C’dir. Nallıhan istasyonu “ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 1.02 °C standart sapma ile 11.73 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 0.31$, $p = 0.05$), ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.24).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “yaz mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 20.63 °C ve 25.13 °C’dir. Nallıhan istasyonu “yaz mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 1.02 °C standart sapma ile 22.64 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.59$, $p = 0.05$), yaz mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.24).

Nallıhan istasyonu minimum ve maksimum “kış mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla -1.47 °C ve 5.03 °C’dir. Nallıhan istasyonu “kış mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 1.56 °C standart sapma ile 2.55 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.28$, $p = 0.05$), kış mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.24).

Tablo 4.25: Beypazarı İstasyonu (17680) İklim Verilerinin Zaman Serisi Değerlendirilmesi.

İklim Verileri	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Sonbahar Yağış (mm)	x		
İlkbahar Yağış (mm)			x
Yaz Yağış (mm)			x
Kış Yağış (mm)			x
Sonbahar Ortalama Sıcaklık (°C)			x
İlkbahar Ortalama Sıcaklık (°C)	x		
Yaz Ortalama Sıcaklık (°C)	x		

Beyşehir istasyonu minimum ve maksimum “sonbahar mevsimi ortalama yağış” değerleri sırasıyla 16.9 mm ve 214.4 mm’dir. Beyşehir istasyonu “sonbahar mevsimi ortalama yağış” miktarı 37.86 mm standart sapma ile 76.4 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 2.30$, $p = 0.05$), sonbahar mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.25).

Beyşehir istasyonu minimum ve maksimum “ilkbahar mevsimi ortalama yağış” değerleri sırasıyla 0 mm ve 233.5 mm’dir. Beyşehir istasyonu “ilkbahar mevsimi ortalama yağış” miktarı 44.27 mm standart sapma ile 120.73 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.57$, $p = 0.05$), ilkbahar mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.25).

Beyşehir istasyonu minimum ve maksimum “yaz mevsimi ortalama yağış” değerleri sırasıyla 0 mm ve 155.9 mm’dir. Beyşehir istasyonu “yaz mevsimi ortalama yağış” miktarı 35.18 mm standart sapma ile 53.80 mm’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -0.32$, $p = 0.05$), yaz mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.25).

Beyşehir istasyonu minimum ve maksimum “kış mevsimi ortalama yağış” miktarı sırasıyla 34 ve 309.1’dir. Beyşehir istasyonu “kış mevsimi ortalama yağış” miktarı 62.62 standart sapma ile 145.98’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = -1.41$, $p = 0.05$), kış mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.25).

Beyşehir istasyonu minimum ve maksimum “sonbahar mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 11.50 °C ve 16.90 °C’dir. Beyşehir istasyonu “sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 1.13 °C standart sapma ile 14.15 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.78$, $p = 0.05$), sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.25).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 9.57 °C ve 15.30 °C’dir. Beypazarı istasyonu “ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 1.17 °C standart sapma ile 12.18 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 3.47$, $p = 0.05$), ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.25).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “yaz mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla 19.47 °C ve 26.10 °C’dir. Beypazarı istasyonu “yaz mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 1.27 °C standart sapma ile 23.32 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 5.59$, $p = 0.05$), yaz mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.25).

Beypazarı istasyonu minimum ve maksimum “kış mevsimi ortalama sıcaklıklar” sırasıyla -2.03 °C ve 5.53 °C’dir. Beypazarı istasyonu “kış mevsimi ortalama sıcaklık” değeri 1.67 °C standart sapma ile 2.46 °C’dir. Mann Kendall testi sonucuna göre ($S = 1.38$, $p = 0.05$), kış mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi olmadığını ortaya koymuştur (Tablo 4.25).

4.2.4. İklim Parametrelerinin İstasyon Bazında Değerlendirmesine İlişkin Bulgular

Yıllık Toplam Yağış

Mann Kendall testi sonucuna göre, Ankara Bölgesi istasyonu yıllık toplam yağış zaman serilerinde bir artış olduğunu ve istatistiksel olarak da anlamlı pozitif bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur. Analiz ettiğimiz iklim verileri, şehrin yıllık toplam yağışının, ilin dış eteklerine göre artış eğiliminde olduğunu göstermiştir (Tablo 4.26)

Tablo 4.26: Ankara ili ve çevre istasyonları yıllık toplam yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Haymana (4092)			x
Polatlı (9005)			x
Bala D.U.C (9014)			x
Çubuk (9643)			x

Ankara (17130)	x	
Kızılcahamam (17664)		x
Nallıhan (17679)		x
Beypazarı (17680)		x
Polatlı (17728)		x

Ortalama Maksimum Yağış

Mann Kendall testi sonucuna göre tüm istasyonlarda ortalama maksimum yağış serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur (Tablo 4.27).

Tablo 4.27: Ankara ili ve çevre istasyonları ortalama maksimum yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Haymana (4092)			x
Polatlı (9005)			x
Bala D.U.C (9014)			x
Çubuk (9643)			x
Ankara (17130)			x
Kızılcahamam (17664)			x
Nallıhan (17679)			x
Beypazarı (17680)			x
Polatlı (17728)			x

Maksimum Yağış

Mann Kendall testi sonucuna göre tüm istasyonlarda maksimum yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur (Tablo 4.28).

Tablo 4.28: Ankara ili ve çevre istasyonları maksimum yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Haymana (4092)			x

Polatlı (9005)	x
Bala D.U.C (9014)	x
Çubuk (9643)	x
Ankara (17130)	x
Kızılcahamam (17664)	x
Nallıhan (17679)	x
Beypazarı (17680)	x
Polatlı (17728)	x

Ortalama Kar Yağış Miktarı

Mann Kendall testi sonucuna göre Polatlı istasyonu ortalama kar yağış miktarı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur. Analiz ettiğimiz iklim verileri, ortalama kar yağış miktarının Polatlı istasyonunda artış eğiliminde olduğunu göstermiştir (Tablo 4.29).

Tablo 4.29: Ankara ili ve çevre istasyonları ortalama kar yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Haymana (4092)			x
Polatlı (9005)			x
Bala D.U.C (9014)			x
Çubuk (9643)			x
Ankara (17130)			x
Kızılcahamam (17664)			x
Nallıhan (17679)			x
Beypazarı (17680)			x
Polatlı (17728)	x		

Karla Örtülü Günler

Haymana istasyonu ortalama karla örtülü günler sayısı veri eksikliğinden dolayı hesaplanamamıştır. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur (Tablo 4.30).

Tablo 4.30: Ankara ili ve çevre istasyonları karla örtülü günler verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Haymana (4092)			
Polatlı (9005)			x
Bala D.U.C (9014)			x
Çubuk (9643)			x
Ankara (17130)			x
Kızılcahamam (17664)			x
Nallıhan (17679)			x
Beypazarı (17680)			x
Polatlı (17728)			x

Karlı Günler

Haymana istasyonu maksimum karlı günler sayısı veri eksikliğinden dolayı hesaplanamamıştır. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur (Tablo 4.31).

Tablo 4.31: Ankara ili ve çevre istasyonları karlı günler verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Haymana (4092)			
Polatlı (9005)			x
Bala D.U.C (9014)			x
Çubuk (9643)			x
Ankara (17130)			x
Kızılcahamam (17664)			x
Nallıhan (17679)			x
Beypazarı (17680)			x
Polatlı (17728)			x

Maksimum Kar Kalınlığı

Haymana istasyonu maksimum kar kalınlığı veri eksikliğinden dolayı hesaplanamamıştır. Mann Kendall testi sonucuna göre Bala D.U.C istasyonu, maksimum kar kalınlığı zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur. Analiz ettiğimiz iklim verileri, maksimum kar kalınlığının, Bala D.U.C istasyonunda artış eğiliminde olduğunu gösterdi (Tablo 4.32).

Tablo 4.32: Ankara ili ve çevre istasyonları maksimum kar kalınlığı verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Haymana (4092)			
Polatlı (9005)			x
Bala D.U.C (9014)	x		
Çubuk (9643)			x
Ankara (17130)			x
Kızılcahamam (17664)			x
Nallıhan (17679)			x
Beyşehir (17680)			x
Polatlı (17728)			x

Ortalama Sıcaklık (°C)

Mann Kendall testi sonuçları, Çubuk istasyonu, Ankara Bölgesi istasyonu, Kızılcahamam istasyonu, Beyşehir istasyonu ve Polatlı istasyonu ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur. Analiz ettiğimiz iklim verileri, ortalama sıcaklığın şehrin dış etekleri ile birlikte artış eğiliminde olduğunu göstermiştir (Tablo 4.33).

Tablo 4.33: Ankara ili ve çevre istasyonları ortalama sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok

Haymana (4092)		x
Polatlı (9005)		x
Bala D.U.C (9014)		x
Çubuk (9643)	x	
Ankara (17130)	x	
Kızılcahamam (17664)	x	
Nallıhan (17679)		x
Beypazarı (17680)	x	
Polatlı (17728)	x	

Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)

Mann Kendall testi sonuçları, Ankara Bölgesi istasyonu, Nallıhan istasyonu, Beypazarı istasyonu ve Polatlı istasyonu ortalama maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur. Analiz ettiğimiz iklim verileri, ortalama maksimum sıcaklığın, şehrin dış etekleri ile birlikte artış eğiliminde olduğunu göstermiştir (Tablo 4.34).

Tablo 4.34: Ankara ili ve çevre istasyonları ortalama max. sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Haymana (4092)			x
Polatlı (9005)			x
Bala D.U.C (9014)			x
Çubuk (9643)			x
Ankara (17130)	x		
Kızılcahamam (17664)			x
Nallıhan (17679)	x		
Beypazarı (17680)	x		
Polatlı (17728)	x		

Maksimum Sıcaklık (°C)

Mann Kendall testi sonuçları, Ankara Bölgesi istasyonu, Nallıhan istasyonu, Beypazarı istasyonu ve Polatlı istasyonu maksimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı

bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur. Analiz ettiğimiz iklim verileri, maksimum sıcaklığın, şehrin dış etekleri ile birlikte artış eğiliminde olduğunu göstermiştir (Tablo 4.35).

Tablo 4.35: Ankara ili ve çevre istasyonları max. sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Haymana (4092)			x
Polatlı (9005)			x
Bala D.U.C (9014)			x
Çubuk (9643)			x
Ankara (17130)	x		
Kızılcahamam (17664)			x
Nallıhan (17679)	x		
Beypazarı (17680)	x		
Polatlı (17728)	x		

Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)

Mann Kendall testi sonuçları, Nallıhan istasyonu ortalama minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur. Analiz ettiğimiz iklim verileri, ortalama minimum sıcaklığın, Nallıhan istasyonunda artış eğiliminde olduğunu göstermiştir (Tablo 4.36).

Tablo 4.36: Ankara ili ve çevre istasyonları ortalama min. sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Haymana (4092)			x
Polatlı (9005)			x
Bala D.U.C (9014)			x
Çubuk (9643)			x
Ankara (17130)			x

Kızılcahamam (17664)		x
Nallıhan (17679)	x	
Beypazarı (17680)		x
Polatlı (17728)		x

Minimum Sıcaklık

Mann Kendall testi sonucuna göre tüm istasyonlarda minimum sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur (Tablo 4.37).

Tablo 4.37: Ankara ili ve çevre istasyonları min. sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Haymana (4092)			x
Polatlı (9005)			x
Bala D.U.C (9014)			x
Çubuk (9643)			x
Ankara (17130)			x
Kızılcahamam (17664)			x
Nallıhan (17679)			x
Beypazarı (17680)			x
Polatlı (17728)			x

Sonbahar Yağış (mm)

Mann Kendall testi sonuçları, Beypazarı istasyonu sonbahar mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur. Analiz ettiğimiz iklim verileri, ilin dış eteklerindeki sonbahar yağışının, şehre göre artış eğiliminde olduğunu göstermiştir (tablo 4.38).

Tablo 4.38: Ankara ili ve çevre istasyonları sonbahar yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar

	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Ankara (17130)			x
Nallıhan (17679)			x
Beypazarı (17680)	x		

İlkbahar Yağış (mm)

Mann Kendall testi sonucuna göre tüm istasyonlarda ilkbahar mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur (Tablo 4.39).

Tablo 4.39: Ankara ili ve çevre istasyonları ilkbahar yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Ankara (17130)			x
Nallıhan (17679)			x
Beypazarı (17680)			x

Yaz Yağış (mm)

Mann Kendall testi sonucuna göre tüm istasyonlarda yaz mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur (Tablo 4.40).

Tablo 4.40: Ankara ili ve çevre istasyonları yaz yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Ankara (17130)			x
Nallıhan (17679)			x
Beypazarı (17680)			x

Kış Yağış (mm)

Mann Kendall testi sonucuna göre tüm istasyonlarda kış mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur (Tablo 4.41).

Tablo 4.41: Ankara ili ve çevre istasyonları kış yağış verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Ankara (17130)			x
Nallıhan (17679)			x
Beypazarı (17680)			x

Sonbahar Ortalama Sıcaklık (°C)

Mann Kendall testi sonucuna göre tüm istasyonlarda sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur (Tablo 4.42).

Tablo 4.42: Ankara ili ve çevre istasyonları sonbahar ortalama sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Ankara (17130)			x
Nallıhan (17679)			x
Beypazarı (17680)			x

İlkbahar Ortalama Sıcaklık (°C)

Mann Kendall testi sonuçları Ankara Bölgesi istasyonu ve Beypazarı istasyonu ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Nallıhan istasyonunda ise ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur (Tablo 4.43).

Tablo 4.43: Ankara ili ve çevre istasyonları ilkbahar ortalama sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Ankara (17130)	x		
Nallıhan (17679)			x

Beypazarı (17680)

x

Yaz Ortalama Sıcaklık (°C)

Mann Kendall testi sonuçları tüm istasyonlarda yaz mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur (Tablo 4.44).

Tablo 4.44: Ankara ili ve çevre istasyonları yaz ortalama sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Ankara (17130)	x		
Nallıhan (17679)	x		
Beypazarı (17680)	x		

Kış Ortalama Sıcaklık (°C)

Mann Kendall testi sonuçları, Ankara Bölgesi istasyonu kış mevsimi ortalama sıcaklık zaman serilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış yoktur. Analiz ettiğimiz iklim verileri, şehrin ortalama kış sıcaklığının, ilin dış eteklerine göre artış eğiliminde olduğunu göstermiştir (Tablo 4.45).

Tablo 4.45: Ankara ili ve çevre istasyonları kış ortalama sıcaklık verisinin zaman serisi değerlendirilmesi.

İstasyonlar	%95 güven aralığında artış	%95 güven aralığında azalış	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Ankara (17130)	x		
Nallıhan (17679)			x
Beypazarı (17680)			x

4.3. KARBON STOK DEĞİŞİMİNE AİT BULGULAR

Türkiye arazi kullanım tanımı yeni arazi izleme sistemi ile güncellenmiş ekozon sınıflaması elde edilmiştir. Bu sınıflandırma sistemi ile ülke sekiz homojen ekolojik zona ayrılmış ve bu sayede sera gazı hesaplamalarında spesifik emisyon faktörlerin (EF) ve katsayıların kullanılmasını sağlanmıştır (NIR Türkiye 2020; Serengil 2018). Buna göre Ankara ili İç Anadolu Step Ekozonunda yer almakta, ılıman yapraklı karışık orman biyomu ve yarı kurak step iklime sahiptir. Bu durumda birim alanda hesaplanacak karbon (C) stok için her karbon havuzunda IPCC’de (2006) verilen geçerli rakamlar kullanılır.

$$C = V \times BCEF_S \times (1 + R) \times CF$$

V = hektardaki ortalama dikili hacmi

BCEF_S = Artan stoka uygulanan biyokütle dönüşüm ve genişleme faktörü (artan stok hacmini, toprak üstü biyokütleye dönüştürür).

R = toprak altı biyokütlenin toprak üstü biyokütleye oranı

CF = 0.5 ton C/(ton kuru madde)

Artış verileri, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı tarafından ENVANIS sistemi ile sağlanır ve her yıl dört orman türü için güncellenir: yapraklı ormanlar, iğne yapraklı ormanlar, karışık ormanlar ve bozuk ormanlar.

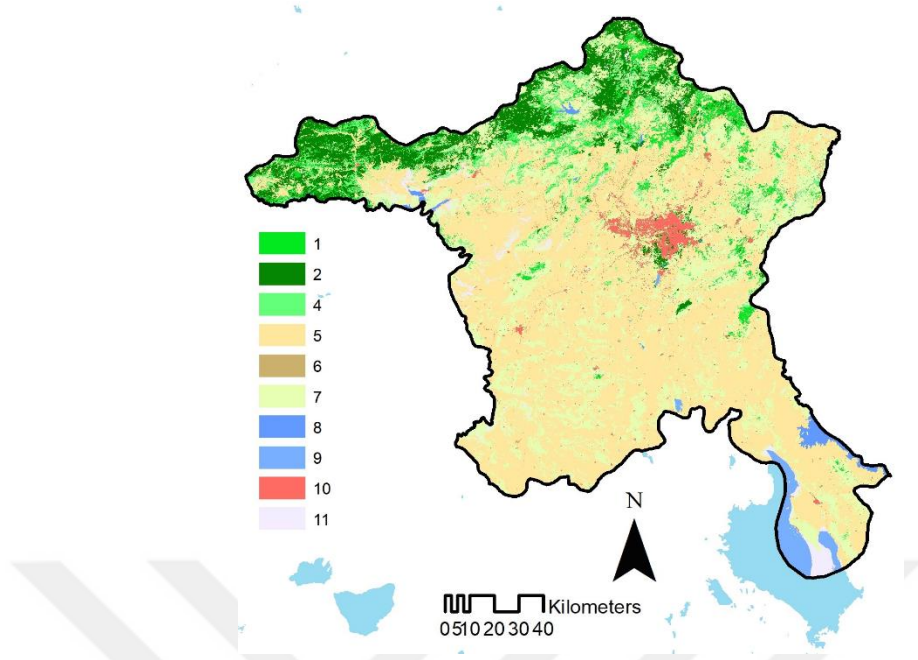
1990 ve 2015 yılı Ankara arazi kullanım haritası (LULUCF) ile yapraklı orman, iğne yapraklı orman, karışık orman, bozuk orman, tek yıllık bitkiler, çok yıllık bitkiler, mera, yönetilen sulak alanlar, yönetilmeyen (doğal) sulak alanlar, yerleşimler ve diğer alanlar belirlenmiştir (Şekil 4.9 ve 4.10). Buna göre 1990-2015 arası orman karbon stokları birim alanda hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Ankara ili yapraklı, ibreli, karışık ve bozuk ormanların 2015 yılı hektardaki ortalama dikili hacimleri Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı tarafından sağlanmıştır. Buna göre iğne yapraklı ormanların hektardaki ortalama dikili hacmi: 113 m³/ha, yapraklı ormanların hektardaki ortalama dikili hacmi 13 m³/ha, karışık ormanların hektardaki ortalama dikili hacmi ise 63,0905911 m³/ha ve bozuk ormanların hektardaki ortalama dikili hacmi 6 m³/ha olarak belirlenmiştir. Buna göre 1990 ve 2015 yılı Ankara ili karbon stok hesaplaması yapılmıştır (Tablo 4.46 ve 4.47).

Tablo 4.46: 1990 yılı Ankara ili karbon stok hesaplaması.

	Ankara ili 2015 alanı ha	Biomass Karbon Stoku Ton C	Ölü Odun Ton C	Ölü Örtü Ton C	Toprak Ton C	Toplam Karbon Stoku Ton C
Yapraklı Orman	1067841	1433281	14332	3299628	53306622	58053866
İğne Yapraklı Orman	2530725	24633335	246333	19005744	126333792	170219205
Karışık Orman	23722	142240	1422	125726	1184202	1453591
Bozuk Orman	1253898	776774	7767	3874544	62594588	67253675
Tek Yıllık Bitkiler	14076655	70383275			452423691	522806966
Çok Yıllık Bitkiler	219402	3291030			8866034	12157064
Meralar	7515898	13979570			273353210	287332780
Yönetilen Sulak Alanlar	257094				9350508	9350508
Yönetilmeyen Sulak Alanlar	476120				17316484	17316484
Yerleşimler	575149				11583500	11583500
Diğer Alanlar	518006				6620116	6620116
Toplam	28514510					1164147762
Karbon Stok Değeri						40.82650417

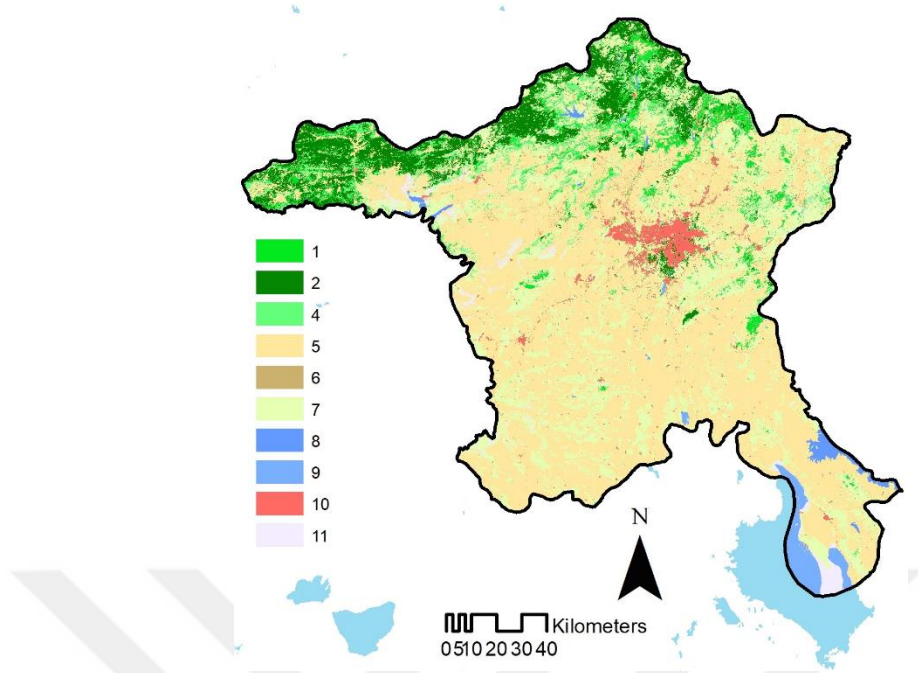
1	Yapraklı orman	7	Mera
2	İğne yapraklı orman	8	Yönetilen sulak alanlar
3	Karışık orman	9	Doğal sulak alanlar
4	Diğer ormanlık alan	10	Yerleşimler
5	Tek yıllık tarım	11	Diğer alanlar
6	Çok yıllık tarım		



Şekil 4.4: Ankara ili 1990 yılı arazi kullanım haritası.

Tablo 4.47: 2015 yılı Ankara ili karbon stok hesaplaması.

	Ankara ili 2015 alanı ha	Biomass Karbon Stoku Ton C	Ölü Odun Ton C	Ölü Örtü Ton C	Toprak Ton C	Toplam Karbon Stoku Ton C
Yapraklı Orman	1066558	1431559	14315	3295664	53242575	57984114
İğne Yapraklı Orman	2532666	24652228	246522	19020321	126430686	170349759
Karışık Orman	23822	142839.8036	1428	126256	1189194	1459719
Bozuk Orman	1247020	772513	7725	3853291	62251238	66884769
Tek Yıllık Bitkiler	14001293	70006465			450001557	520008022
Çok Yıllık Bitkiler	223277	3349155			9022623	12371778
Meralar	7458660	13873107			271271464	285144571
Yönetilen Sulak Alanlar	285020				10366177	10366177
Yönetilmeyen Sulak Alanlar	478605				17406863	17406863
Yerleşimler	695512				14007611	14007611
Diğer Alanlar	502077				6416544	6416544
Toplam	28514510					1162399932
Karbon Stok Değeri						40.76520803



Şekil 4.5: Ankara ili 2015 yılı arazim kullanım haritası.

4.3.1. Canlı Biyokütle

Ankara ili yapraklı orman canlı bitkisel kütle karbon stoku 1990 yılına göre % 0.12 azalmıştır. Bu durum yapraklı orman alanlarımızın 1283 ha azalması üzerinde etkilidir. İğne yapraklı orman canlı bitkisel kütle karbon stoku 1990 yılına göre % 0.07 artmıştır. Bu durum iğne yapraklı orman alanlarımızın 1941 ha artması etkilidir. Karışık orman canlı bitkisel kütle 1990 yılına göre % 0.42 karbon stoku artmıştır. Bu durum üzerinde karışık orman alanlarımızın 100 ha artması etkilidir. Bozuk orman canlı bitkisel kütle karbon stoku 1990 yılına göre % 0.54 azalmıştır. Bu durum üzerinde bozuk orman alanlarımızın 6878 ha azalması etkilidir. Tek yıllık bitkilerin canlı bitkisel kütle 1990 yılına göre % 0.53 karbon stoku azalmıştır. Bu durum tek yıllık bitki alanlarımızın 75362 ha azalması üzerinde etkilidir. Çok yıllık bitkilerin canlı bitkisel kütlede 1990 yılına göre % 1.76 karbon stoku artmıştır. Bu durum çok yıllık bitki alanlarımızın 3875 ha artması üzerinde etkilidir. Mera alanı canlı bitkisel kütlede 1990 yılına göre % 0.76 karbon stoku azalmıştır. Bu durum mera alanlarımızın 57238 ha azalması üzerinde etkilidir.

4.3.2. Ölü Odun

Ankara ili yapraklı orman alanındaki ölü odun karbon stoku 1990 yılına göre % 0.12 azalmıştır. İğne yapraklı orman alanındaki ölü odun karbon stoku 1990 yılına göre % 0.07 artmıştır. Karışık orman alanındaki ölü odun karbon stoku 1990 yılına göre % 0.42 artmıştır. Bozuk orman alanındaki ölü odun karbon stoku 1990 yılına göre % 0.54 azalmıştır.

4.3.3. Ölü Örtü

Ankara ili yapraklı orman alanında ölü örtü karbon stoku 1990 yılına göre % 0.12 azalmıştır. İğne yapraklı orman alanında ölü örtü karbon stoku 1990 yılına göre % 0.07 artmıştır. Karışık orman alanında ölü örtü karbon stoku 1990 yılına göre % 0.42 artmıştır. Bozuk orman alanında ölü örtü karbon stoku 1990 yılına göre % 0.54 azalmıştır.

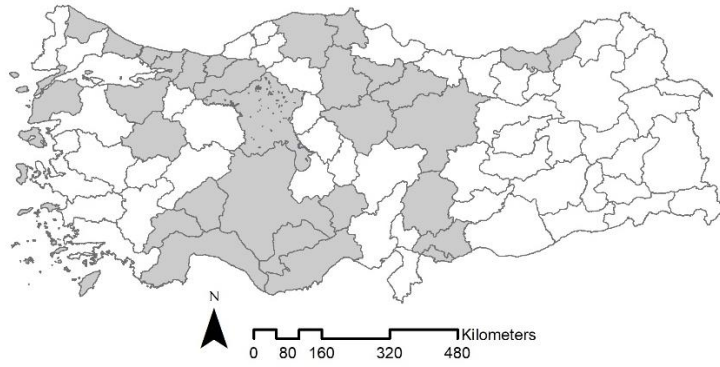
4.3.4. Toprak

Ankara ili yapraklı orman alanında toprak organik karbon stoku 1990 yılına göre % 0.12 azalmıştır. İğne yapraklı orman alanında toprak organik karbon stoku 1990 yılına göre % 0.07 artmıştır. Karışık orman alanında organik toprak karbon stoku 1990 yılına göre % 0.42 artmıştır. Bozuk orman alanındaki topraklarda organik karbon stoku 1990 yılına göre % 0.54 azalmıştır. Tek yıllık bitkilerin alanında toprak organik karbon stoku 1990 yılına göre % 0.53 azalmıştır. Çok yıllık bitkilerin alanında toprak organik karbon stoku 1990 yılına göre % 1.76 artmıştır. Mera alanındaki topraklarda organik karbon stoku 1990 yılına göre % 0.76 azalmıştır. Yönetilen sulak alanda toprak organik karbon stoku 1990 yılına göre % 10.86 artmıştır. Bu durum üzerinde yönetilen sulak alanlarımızın 27926 ha artması etkilidir. Doğal sulak alanda toprak organik karbon stoku 1990 yılına göre % 0.52 artmıştır. Bu durum üzerinde doğal sulak alanlarımızın 2485 ha artması etkilidir. Yerleşim alanında toprak organik karbon stoku 1990 yılına göre % 20.92 artmıştır. Bu durum üzerinde yerleşim alanlarının 120363 ha artması etkilidir. Diğer alanlarda toprak organik karbon stoku 1990 yılına göre % 3.07 azalmıştır. Bu durum üzerinde diğer alanların 15929 ha azalması etkilidir.

Yapraklı orman, iğne yapraklı orman, karışık orman, bozuk orman, tek yıllık bitkiler, çok yıllık bitkiler, mera, yönetilen sulak alanlar, yönetilmeyen (doğal) sulak alanlar, yerleşimler ve diğer alanların 1990 yılı ve 2015 yılı toplam alanları değişmemiş, 1990 yılına göre toplam karbon stoku % 0.15 azalmıştır. 1990 yılı hektardaki ortalama karbon stok değeri % 0.15 azalmıştır. Yani 1990 yılı ile 2015 yılı hektardaki ortalama karbon stok değeri 0,06 tC/ha artmıştır.

4.4 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ORMANCILIK ANKET DEĞERLENDİRİLMESİ BULGULARI

Çalışma kapsamında Google form aracılığıyla hazırlanan “İklim Değişikliği ve Ormancılık” konulu anket formuna 16 Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki 69 orman İşletme Müdürlükleri katılım sağlamıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Ankete yanıt verenlerin illeri (gri renkte).

Orman İşletme Müdürlükleri orman varlığının yüksek olduğu bölgelerde yer almaktadır. Buna paralel olarak, ankete katılanlar çoğunlukla orman örtüsü açısından zengin bölgelerden gelmektedir. Orman yöneticilerinin bölgelerinin ortalama orman örtüsü yüzdesi, yüzde 28 olan ülke ortalamasının yüzde 52,87 üzerindedir.

Orman İşletme Müdürlerinin farkındalıklarını değerlendirme ile ilgili sorulara verdikleri yanıtlar Tablo 4.28'te özetlenmiştir (Soruların tümü yanıtlayanın ilini içermektedir).

Tablo 4.48: Farkındalıkla ilgili sorulara verilen yanıtlar.

Sorular	Yanıtların ortalaması
Orman örtüsünün miktarı	>%41
Ormandaki net değişim	%94 net artış
İlde ormansızlaşma	%64 ormansızlaşma yok
İklim Değişikliği Eylem Planı	%4 olumlu yanıt verdi, %39 fikirleri yok

İlk bölüm yanıtları, yöneticilerin illerindeki orman örtüsü yüzdesinin % 41'den büyük olduğunu göstermektedir. Bazıları yüzde yüze yakın bir doğruluk bekleyebilir. Ancak orman örtüsü yüzdesi, orman alanını il alanına bölerek hesaplanır ve bazı yöneticiler il alanı veya diğer arazi kullanımlarının payından haberdar olmayabilir. Şaşırtıcı sonuçlar, orman örtüsü değişikliği ve ormansızlaşma sorularına kaydedilmiştir. İncelenen illerin çoğunda (28 ilin 18'i) orman örtüsünün azalmasına rağmen, yöneticiler çoğunlukla (% 94) orman örtüsünün son on yılda arttığını düşünmektedir. Ayrıca, yanıt verenlerin yüzde 64'ü illerinde ormansızlaşma olmadığını düşünmektedir. Fakat yeni altyapı ve kentsel yayılma nedeniyle gelişmekte olan ülkelerde ormansızlaşma yaygındır. Ayrıca, tüm ormansızlaşma vakaları orman kesimini ve dolayısıyla orman hizmetinin katılımını içerir.

Katılımcılara kendi işletme müdürlüğü bünyesindeki il veya ilçe orman alan varlığı tahmini olarak sorulduğunda katılımcıların % 73.9'u orman alanının % 41'den fazla, % 11.6'si orman alanının % 31-41 arası olduğunu, % 5.8'i İşletme Müdürlüğü bünyesindeki il/ilçe deki orman alanının % 11-20 ve % 5.8'si % 21-30 olduğunu eşit oranda tahmin etmişlerdir. Orman alanının % 0-10 arası olduğu görüşü ise (% 2.9) en az tercih edilen yanıt olmuştur.

Katılımcıların çalıştıkları il veya ilçedeki ormanların son 10 yılda (2010-2020) artmakta mı yoksa azalmakta mı olduğu hakkındaki görüşleri sorulduğunda % 94.2'si artmakta olduğunu ve % 5.8'i ise ormanların değişmediğini düşünmektedirler. Katılımcılardan hiç biri çalıştıkları il veya ilçelerdeki orman alanlarının “azalmakta” ya da “fikrim yok” ifadelerini seçmemişlerdir.

Katılımcıların çalıştıkları il veya ilçede ormansızlaşma olup olmadığı konusuna yönelik görüşleri istendiğinde % 63.8'i çalıştıkları il/ilçede ormansızlaşmanın olmadığı yanıtını vermişlerdir. Katılımcıların % 33.3'ü ormansızlaşmanın düşük seviyede olduğu, % 1.4'ü orta seviyede ve % 1.4 ile fikirlerinin olmadığı konusunda benzer oranda görüş bildirmişlerdir. Katılımcıların hiçbiri çalıştıkları il/ilçede “ciddi seviyede” ormansızlaşma var yanıtını vermemiştir.

Katılımcılara iklim değişikliği ile ilgili bilgi düzeylerinin ne kadar yeterli gördükleri hakkındaki soruya ise % 71'i “orta düzeyde”, % 24.6'si “Evet üst düzeyde” ve % 4.3'ü “düşük” seviyede olduklarını ifade etmişlerdir.

Katılımcılara iklim değişikliği konusunda bilgi seviyelerini artırmak isteyip istemedikleri sorulduğunda ise % 89.9'u “Evet isterim” ve % 10.1'i ise “Bence gerek yok” yanıtını vermiştir.

Katılımcılara bulundukları il veya ilçede iklim değişikliği ile mücadele eylem planı hakkında bilgileri olup olmadığı sorulduğunda % 53.6'si “Yok”, % 39.1'i “Bilgim yok”, % 4.3'ü “Var” ve % 2.9'u “Var” yanıtını vermiştir.

Orman İşletme Müdürlerinin iklim değişikliği bilgisi ile ilgili sorulara verdikleri yanıtlar Tablo 4.49'te özetlenmiştir.

Tablo 4.49: Orman yöneticilerinin iklim değişikliği hakkındaki bilgilerini ölçmek için sorulara verdikleri yanıtlar. Soruların tümü yanıtlayanın ilini içermektedir.

	Cevaplar	Yüzde
Ormansızlaşmanın nedeni	Baraj inşaatı	11.60

	Kentsel alanların genişlemesi	15.90
	Yol inşaatı	20.30
	Tarım arazisine dönüşüm	17.40
Önemli Dış Etkenler		
	Yangın	66.70
	Böcekler ve zararlılar	36.20
	Kurumalar	24.60
	Yasadışı kesim	14.50
	Rüzgar devriği	11.60
	Tek dış etken	47.83
	Birden çok dış etken	52.17
Ekosistem hizmetlerinin sağlanması		
	Halkın talebini karşılar	81.16
	Halkın talebini karşılamıyor	18.84
Akarsu koridorları ve Ekosistemler		
	Sağlıklı / işlevsel	56.50
	Kısmen sağlıklı / işlevsel	37.70
	Sağlıklı / işlevsel değil	4.30
	Fikrim yok	1.40
Ormanların başlıca hizmetleri		
	Odun hammaddesi üretimi	20.93
	Su üretimi	20.46
	Toprak koruma	21.25
	Rekreasyon	19.59
	Odun dışı ürünler	17.77
İklim değişikliği ve etkileri hakkında bilgi		
	Yüksek	24.64
	Orta	71.01
	Düşük	4.35
İklim değişikliği ile ilgili karşılaştıkları sorunların sıklığı		
	Sık sık	18.84
	Bazen	78.26
	Asla	2.90
İklim adaptasyonunun anlaşılması		
	Dış etkenlerin artışı	78.30
	Ekosistemlerin değişen iklim koşullarına adaptasyonu	58.00
	Ormanların karbon tutması	40.60
	İklim değişikliği sonucu ormanların yok olması	27.50
İlin kentsel profili		
	Yeşil alanların dikkate alındığı planlı bir kentsel	33.30
	Yeşil alanların yeterince dikkate alınmadığı ama çok da azalmadığı bir kentsel	59.40
	Yeşil alanların azaldığı bir çarpık kentsel	7.20

İklim değişikliğini azaltmada ana sektör

Orman	62.32
Diğer	37.68

Ankete katılım sağlayan İşletme Müdürlüğü'nce tahmin edilen ormansızlaşmanın nedenleri çoklu seçenekli olarak sorulduğunda % 20.3'ü yol yapımından, % 17.4'ü ormanların tarım alanına dönüşmesinden, % 15.9'u kentsel alanların genişlemesi ve % 62.3'ü diğer faktörlerden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Kendi çalıştıkları işletmelerde ormansızlaşmanın olmadığını tahmin eden işletme müdürlükleri (% 63.8) ormansızlaşmanın olmadığını düşündükleri için bu soruya cevap vermemişlerdir

Katılımcılara görev yapılan il veya ilçedeki orman alanlarını tehdit eden ana etmenlerin sorulduğu ve birden çok seçenekli olarak oluşturulan soruya ise % 66.7'si yangın, % 36.2'si böcek zararı, % 24.6'si kurumalar, % 14.5'i kaçak kesimler, % 11,6'si rüzgâr devriği ile %29'u diğer etmenlerin yol açtığını belirtmiştir.

Katılımcıların görev yaptığı il veya ilçedeki yeşil alan oranı halkın ihtiyaçlarına (rekreasyon, odun hammaddesi vb. gibi) cevap vermesi açısından yeterli olup olmadığı hakkındaki görüşleri istendiğinde ise % 78.3'unun yeşil alan oranının halkın ihtiyaçlarını karşılamada yeterli olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Katılımcıların % 18.8'i yetersiz seviyede ve % 2.9'u ise yeşil alan oranının halkın ihtiyaçlarını karşılamada "tam sınırdan" olduğunu ifade etmiştir. Ankete katılım sağlayan İşletme Müdürlükleri "fikrim yok" ifadesini işaretlememişlerdir.

Katılımcıların bulunulan il veya ilçede yer alan akarsu kıyı ekosistemlerinin hem görünüş hem de gölge yapma, habitat oluşturma, erozyonu önleme, suyu filtre etme fonksiyonları anlamında nasıl olduğu konusunda İşletme Müdürlüğünün görüşleri sorulmuştur. Katılımcıların % 56.5'i akarsu kıyı ekosistemlerinin "sağlıklı ve işlevsel" olduğunu, % 37.7'si "yeterince sağlıklı ama işlevsel değil", % 4.3'ü "hiç sağlıklı ve işlevsel değil" ve % 1.4'ü ise "fikrim yok" olarak ifade etmiştir.

Katılımcıların görev yaptığı il veya ilçede ormanların en önemli fonksiyonunun verilen ifadeleri sıralaması istendiğinde (1-5 arası bir değer, 5 en yüksek) en yüksek oranın "toprak koruma", ve bunu takiben "odun hammaddesi üretme" olmuştur. Su üretme ve rekreasyonun ormanların fonksiyonlarında eşit seviyede olduğu görülmüştür. Ormanların en önemli fonksiyonu sıralamasında odun dışı ürünler ise en az tercih edilen yanıt olmuştur.

Katılımcılara iklim değişikliğinin çalışılan il veya ilçedeki işletmedeki ormancılık faaliyetleri süreçlerinde ne sıklıkla gündeme geldiği değerlendirilmek istendiğinde % 78.3'ü "Arada sırada", % 18.8'i "Sıkça gündeme geliyor" ve % 2.9'u "Hiç gündeme gelmiyor" olarak ifade etmiştir.

Katılımcılara "Ormancılık sektöründe uyum" un iklim değişikliği çerçevesinde neyi çağrıştırdığı ile ilgili çoklu seçenekli ifadelerin yer aldığı soruda % 78.3'unun "İklim değişikliği nedeniyle artması beklenen zararlar (yangın, böcek, fırtına vb.)", % 58'i "Ormanların değişen sıcaklık ve yağış koşullarına uyum sağlaması", % 40.6'si "Ormanların karbon tutması" ve % 27.5'i "İklim değişikliği sonucu ormanların yok olması" şeklinde ifade etmişlerdir.

Katılımcıların çalıştığı il veya ilçede son 10 yıldaki kentleşme profilini nasıl tanımladıkları sorulduğunda % 59.4'ü "Yeşil alanların yeterince dikkate alınmadığı ama çok da azalmadığı bir kentleşme", % 33.3'ü "Yeşil alanların dikkate alındığı planlı bir kentleşme" ve % 7.2'sinin "Yeşil alanların azaldığı bir çarpık kentleşme" olarak tanımlamıştır.

Katılımcılara iklim değişikliği ile mücadelede en önemli sektör sorulduğunda ise % 62.3'ü "Orman", % 24.6'si "Sanayi", % 8.7'si Enerji, % 2.9'u "Tarım" ve % 1.4'ü "Ulaşım" olarak ifade etmiştir.

2000 ve 2015 yılları için arazi kullanım haritaları GeoVille GmbH tarafından AB çerçevesinde desteklenen LULUCF-TR projesi (Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO) Sektöründe Gelişmiş Analitik Temelin Oluşturulmasına Yönelik Teknik Destek) kapsamında 2017-2019 yılları arasında Türkiye'de hazırlanmıştır (NIR Türkiye, 2020). Buna göre anket yapılan illerdeki orman örtüsü yüzde 5.7 ile 76.2 arasında değişmektedir. İç Anadolu bölgesinde yarı kurak iklim koşulları nedeniyle orman örtüsü daha düşüktür.

5. TARTIŞMA

5.1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANLARINA YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER

İklim değışikliğı, günümüzün en geniş kapsamlı ve karmaşık çevre sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. Tüm küresel değerdendirmeler (NOAA, AR5 vb.) küresel ısınmanın yavaşlamadığını aksine diğerd antropojenik stres kaynaklarıyla (kentleşme, hava kirliliğı vb.) birleşerek etkilerini artırdığını ortaya koymaktadır. İklim değışikliğı ile mücadele küresel bir çabayı gerektirmektedir, fakat ülkelerin bu mücadeleye verdikleri katkı seviyesi çok değışkendir. UNFCCC bunu "ortak ancak farklılaştırılmış sorumluluk" adı verilen bir ilkeyle tanımlamaktadır (Wang ve diğ., 2018). Dolayısıyla, Paris Anlaşması'nda ifade edilen düşük emisyon seviyesi hedefine doğru ilerlemenin anlaşılabilmesi için ülkelerin ve kentlerin kapasitelerine ilişkin eylemlerini karşılaştıran analizlere ihtiyaç vardır. Birleşmiş Milletler İklim Değışikliğı Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kapsamındaki potansiyel taahhüt ve yükümlölüklerini yerine getirmek için birçok ülke, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve değışen iklime uyum sağlamak için stratejilerini tanımlayan ulusal iklim değışikliğı eylem planları hazırlamaktadır.

Meta-analiz çalışması kapsamında küresel ölçekte 40 ülke ve 60 kentin iklim değışikliğıne uyum ve azaltım planları analiz edilmiştir. Ayrıca Türkiye'de 16 kentin iklim değışikliğı eylem ve uyum/strateji planları bu kapsamda incelenmiştir. Uyum planlarında ormancılık sektörünün iki önemli konusu olan "havza yaklaşımı" ve "doğd temelli çözümler"e vurgu yaparak iklim değışikliğı eylem planlarında ormancılığın rolünün irdelemesi amaçlamıştır.

Kente göç nedeniyle şehirlerin kalabalıklaşması, iklim değışikliğı ile mücadeleyi bu yöne kaydırmayı gerektirmiştir (Forman ve Wu, 2016; UN 2015). Hızlı kentleşme ile gelecekte enerji tüketimi ve sera gazı emisyonlarında genel bir artış eğilimi olması muhtemeldir. Büyüyen kentlerde önlem alınmazsa 2015 Paris İklim Anlaşması hedeflerine ulaşmak mümkün olmayabilir (Xu ve diğ., 2019). Genellikle şehirlerde uyum eylemlerinin merkezi hükümet politikalarından çok yerel yönetimlerin görevi olduğu düşünülmektedir. Ancak, adaptasyon

yerel eylemle sınırlandırıldığında yetersiz kalabilir. İklim etkilerinin bölgesel boyutu ve sektörler arası politika ve planların doğası, genellikle daha büyük ölçekte koordinasyon gerektirmektedir (örn. orman yönetimi, doğa koruma, nehir havzası yönetimi, su yönetimi, taşkın yönetimi gibi).

Yapılan çalışmada seçilen ülke ve kentlerin birçoğunda İklim Değişikliği Eylem Planının hazırlanmış olduğunu görüyoruz. Körfez bölgesinde seçilen ülkelerde ve Afrika bölgesinde seçilen şehirlerin büyük bir kısmında ise iklim değişikliği eylem planlarının olmadığı belirlenmiştir. Reckien ve diğ. (2018) tarafından 885 Avrupa kentinde yapılan çalışmada küresel bazda sadece 147 şehrin İklim Değişikliği Eylem Planı olduğu ortaya konulmuştur. Alexander (2020) ABD eyaletlerine uyguladığı çalışmada otuz dört eyaletin İklim Eylem Planlarının hazırlanmış ve kabul edilmiş olduğunu ifade etmiştir. İklim stratejileri eyaletten eyalete farklılık göstermesine rağmen genelde ulaşım, arazi kullanımı, enerji, tarım, ormancılık ve atık gibi sektörlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik bileşenler içermektedir. ABD eyaletlerinin İklim değişikliği ile mücadele yaklaşımları değerlendirildiğinde karbon emisyonlarının ölçülebilir fakat mütevazı azalmalara yol açtığını ortaya koymaktadır. Reckien ve diğ. (2014) ise Avrupa şehirlerindeki yerel iklim planlarında azaltım konusunda sadece enerji sektörüne odaklanıldığını ifade etmiştir.

Avrupa, Asya, Körfez ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerin hepsinde İklim Değişikliği Uyum Eylem Planlarının hazırlanmış olduğunu görüyoruz. Güney Amerika, Kuzey Amerika ve Afrika bölgelerinde seçilen ülkelerde Uyum Eylem/Strateji Planının daha az olduğu belirlenmiştir. Seçilen şehirlere baktığımızda ise Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerde İklim Değişikliği Uyum Strateji Planlarının hazırlanmış olduğunu, Körfez bölgesinde seçilen şehirlerde ise iklim değişikliği uyum/strateji planları olmadığı tespit edilmiştir. Kalan bölgelerde seçilen şehirlerde ise çok az sayıda iklim değişikliği uyum eylem planının hazırlandığı belirlenmiştir.

İklim değişikliği eylem planlarında uyum konusunu kapsayan ülkelere baktığımızda Güney Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerde İklim Değişikliği Eylem Planlarında “uyum” konusuna yer verilmediği görülmüştür. Kalan ülkelerin eylem planlarının çok küçük bir kısmı ‘uyum’ konusunu kapsamaktadır. İklim değişikliği eylem planlarında uyum konusunu kapsayan şehirlere baktığımızda ise Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerin ön plana çıktığını görmekteyiz. Güney Amerika, Afrika, Körfez ve Okyanusya bölgelerinde seçilen

şehirler hariç kalan şehirlerin eylem planlarının çok küçük bir kısmı ‘uyum’ konusunu kapsamaktadır.

İklim Değişikliği Eylem Planında ve Ulusal Katkı Beyanı (NDC/INDC) bildiriminde seçilen ülkelerin tamamı “azaltım” konusunu kapsamaktadır. Şehirlere baktığımızda ise Körfez bölgesinde seçilen şehirler hariç diğer şehirlerin hemen hepsinde IDEP ya da NDC/INDC bildirimlerinde ‘azaltım’ konusu yer almaktadır.

Meta analiz sonuçları, kentsel alanlardaki iklim eylem planlarında, iklim değişikliğinde azaltımın uyumdan daha çok dikkate alındığını ortaya koymaktadır. Reckien ve diğ. (2014, 2015) yaptıkları çalışmalarda da azaltımın adaptasyondan daha yaygın olduğunu vurgulamaktadır. Carmin ve ark. (2012)’nin 468 şehirde yerel iklim planlamasındaki ilerlemeyi değerlendirdiği bir araştırmada şehirlerin adaptasyon uygulamalarında henüz erken bir aşamada olduğu ifade edilmiştir. Benzer bir araştırmada da (Araos, 2016) 401 şehir değerlendirilmiş ve adaptasyon uygulamalarının azaltıma nazaran daha az gelişmiş olduğu sonucuna varılmıştır. ABD’de 44 şehrin yerel uyum planları değerlendirildiğinde ise teorik olarak uyum eylemlerinin çerçevesi çizilmiş olmasına rağmen uygulamada aksaklıklar olduğu belirlenmiştir (Stults ve Woodruff, 2017); Woodruff ve Stults, 2016) ve Woodruff, 2018). Pietrapertosa ve diğ. (2018) tarafından İtalya şehirlerinde yerel uyum iklim planları incelenmiş, İtalya şehirlerinin yerel iklim değişikliği uyum planlarının yetersizliği ortaya konulmuştur. Reckien ve diğ. (2014)’ne göre Avrupa şehirlerindeki yerel iklim uyum planları kapsamlı fakat eylemlerin etkileri belirsizdir. Brandful Cobbinah ve diğ. (2019) tarafından Afrika bölgesinde Gana’nın Kumasi kentsel planlama ve iklim değişikliği politikası incelenmiş ve Kumasi'deki kentsel planlama ve iklimle ilgili ajanslarla yapılan görüşmelerde politikaların belirsiz olduğu ve kentsel planlamada iklim değişikliği konularına odaklanılmadığı ifade edilmiştir. Yetersiz fonlar, yasaların uygulanmasındaki zorluklar ve kurumsal kapasite eksikliği gibi iklim değişikliğinin şehir planlarına entegrasyonunun yanı sıra hem yerel planların hem de ulusal politikaların uygulanmasını kısıtlamıştır. Baker ve diğ. (2012) ise Avustralya’nın yerel yönetimlerinin iklim uyum eylemlerini etkili bir şekilde planlayamadıklarını ortaya koymuştur.

Araştırma, iklim eylem planlarında, iklim değişikliğinde azaltımın uyumdan daha çok dikkate alındığını ortaya koymuştur. Bunun başlıca üç nedeni olabilir;

- Uyum eylemlerinin azaltıma nazaran daha karmaşık olması

- Uyum konusunun yeterince bilinmiyor olması veya
- Gelişmiş ülkelerde azaltıma odaklanılmış olması.

Yerel iklim adaptasyon planlaması üzerine bilimsel literatür gelişmeye devam etmektedir ve çoğu araştırma özellikle C40 (Cities Climate Leadership) ve 100 Resilient Cities ağlarının çabalarıyla yüksek kapasiteli şehirlerin deneyimlerine odaklanmıştır (Anguelovski ve diğ., 2016; Araos ve diğ., 2016; Arnott ve diğ., 2016; Olazabal ve diğ., 2019). İklim değişikliğinin yerel yönetimler kapsamında ele alınması adaptasyon stratejileri ön plana çıkarmıştır. Yerleşimler için geliştirilen yerel iklim adaptasyon planlarının sayısı artan iklim değişikliği tehditlerine yanıt olarak artmaya devam etse de (Reckien ve diğ., 2018; Woodruff ve diğ., 2018), hem ABD hem Fransa'da hem de dünya çapında küçük ve orta ölçekli kasaba ve şehirlere daha az ilgi gösterildiği anlaşılmaktadır. Zira kasaba ve şehirlerin genellikle uyum kapasitelerini oluşturmak için daha az iç kaynağa sahip olup (LeFranc-Morin, 2019) ve ayrıca küresel ve bölgesel uyum ağlarıyla öğrenimi için daha az fırsatı olduğu düşünülmektedir (Woodruff, 2018).

Lioubimtseva ve Cunha (2019) yaptıkları çalışmada Fransa ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki küçük ve orta ölçekli kentsel toplulukların yerel iklim değişikliği uyum planlarının 36 örneğini incelemiştir. Farklı metodolojik yönergeler tarafından yönlendirilen Fransız ve ABD planları, gelecekteki planlamalar için farklı güçlü noktaları göstermiştir. Yine de Atlantik'in her iki yakasında da benzer eksiklikleri paylaştıkları aşîkârdır. Temel bulgular arasında yerel yönetimler için daha net planlamaya duyulan ihtiyaç, çeşitli paydaşların katılımı, eşitlik ve birden çok sektör ve ölçekte planların daha yüksek düzeyde entegrasyonu yer almıştır. Sonuç olarak, topluluklar, akademi ve özel sektörün, uyum planlarının geliştirilmesi ve uygulanmasında daha aktif bir rol oynaması gerekliliği vurgulanmıştır. Baker ve diğ. (2012) çalışmasında Avustralya'nın yerel yönetimlerinin, iklim etkilerini etkili bir şekilde planlayamadıklarını ortaya koymuştur. Yerel yönetim, beklenen iklim değişikliği etkilerinin farkında olsalar da, bu bilgileri coğrafi olarak özel eylem planları geliştirmek için kullanma kapasitelerinin sınırlı olduğunu belirtmiştir. Yerel iklim planlarının (LCP) eksikliği genellikle kaynakların ve yerel yönetimlerin iklim planlamasına yönelme kapasitesindeki eksiklikle bağlantılıdır (Reckien ve diğ., 2015). Bu aynı zamanda özellikle orta ve küçük şehirler için önemli olan, hükümetin üst düzeylerinin yerel iklim eylemini teşvik eden ve yönlendiren politika çerçeveleri belirlemediği çok düzeyli yönetim sistemleriyle de ilgilidir (De Gregorio

Hurtado ve diğ., 2014). Özellikle hassas konumlardaki (nehirler, kıyılar) ve kaynakları olmayan (uyarlanabilir kapasite, yüksek işsizlik) şehirlerde (Reckien ve diğ., 2015) yerel iklim planlamasının yaygınlaşmasına rağmen, yerel düzeyde adaptasyona daha fazla dikkat edilmesi gerektiği belirtilmektedir (Baker ve diğ., 2012). Bugün, bilim topluluğu ve birçok uluslararası kuruluş ve ağ, iklim değişikliği sorununu yerel düzeyde çözmeyi tavsiye etmektedir. İklimle dayanıklı şehirler inşa etmeye hazır olmak için, belediyelerin küresel ısınmanın ana sorumlusu olan sera gazlarını azaltma ve iklimle dirençli şehirler yaratma işiyle meşgul olmaları gerekmektedir.

İklim Değişikliği eylem planı ile iklim değişikliği uyum planı çalışma kapsamında seçilen ülkede ve kentlerde genelde ayrı olarak değerlendirilmiştir. Sadece Okyanusya bölgesinde seçilen ülkelerde aynı belge halinde fakat bölgenin kentlerine baktığımızda ise ayrı belgeler halinde olduğunu görmekteyiz. Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlere baktığımızda İklim Değişikliği Eylem Planı ile İklim Değişikliği Uyum/Strateji Planını aynı belge üzerinde görmekteyiz. Yapılan çalışmalar genellikle ya uyum ya da azaltım üzerinedir. Grafakos ve diğ. (2018) tarafından yapılan çalışmada kentsel alanların küçük bir kısmında iklim eylem planlarında hem azaltım hem de uyumu değerlendirmiştir. Yapılan çalışmalarda şehirlerde iklim değişikliğine uyum sağlanırken aynı zamanda azaltımı entegre eden bir yaklaşım benimsenmesi gereklidir (Xu ve diğ., 2019; Hallegatte ve diğ., 2016; Jones, 2017). İklim değişikliği ile mücadelede iklim değişikliğinin emisyon azaltım/tutum ve uyum kapsamında entegre olarak ele alınması gereklidir (IPCC, 2014; Pancost, 2016; Rosenzweig ve diğ., 2010). Grafakos ve diğ. (2019) tarafından iklim değişikliğinde uyum ve azaltımın entegrasyon derecesini anlamak için 9 ülkenin 147 İklim Değişikliği Eylem Planı (CCAP) incelenmiş ve bu çalışma ile CCAP'nin uyum ve azaltım politika hedeflerinin orta derecede aynı planda birleştirdiğini ortaya koymuştur. Analiz ayrıca şehirlerde uyum ve azaltım eylemlerinin uygulanması için maliyetlerin ve finansman planlarının yetersiz nicel değerlendirmesi olduğunu tespit etmiştir. Xu ve diğ. (2019) kentsel arazi kullanımının hem iklim değişikliğini azaltmada hem de adaptasyondaki rolünü araştırmıştır. Yetersiz entegre stratejilerin, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinde iklim eylemini karşılamaya yönelik uluslararası çabalarını potansiyel olarak tehlikeye atabileceği sonucuna varılmıştır. Araştırmaya göre iklim değişikliğinde azaltım ve kentsel arazi kullanımındaki adaptasyonun entegre edilmesinin mümkün olan en kısa sürede hayata geçirilmesi gerektiğini göstermektedir. Uygulamadaki

herhangi bir gecikme ya da aksaklığın, ortak faydaların en üst düzeye çıkarılmasını engelleyeceğini göstermiştir.

Kuzey Amerika ve Avrupa bölgelerinde seçilen ülkelerde İklim Değişikliği uyum eylemlerinin ağırlıklı olarak ormancılıkla ilgili; Güney Amerika, Afrika ve Asya bölgelerinde seçilen ülkelerde iklim değişikliği uyum eylemlerinin küçük bir kısmı ormancılıkla ilgilidir. Okyanusya ve Körfez bölgelerinde seçilen ülkelere İklim Değişikliği Uyum eylemlerinin ormancılıkla ilgili olmadığı görülmüştür. Ancak Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin yarısında İklim değişikliği uyum eylemlerinin ormancılıkla ilgili olduğunu görüyoruz. Afrika bölgelerinde seçilen ülkelere İklim değişikliği uyum eylemlerinin ormancılıkla ilgili olmasına rağmen seçilen şehirlerde ormancılık eylemlerine rastlanmamıştır. Körfez bölgesinde seçilen şehirlerde İklim Değişikliği Uyum eylemleri ormancılıkla ilgili değildir. Diğer bölgelerde seçilen şehirlerde iklim Değişikliği Uyum eylemlerinin küçük bir kısmının ormancılıkla ilgili olduğu görülmüştür.

Araştırma kapsamında incelenen ülkelerin hemen hepsinde 2020 yılı sonrası İklim Değişikliği Eylem Planları yayınlanmış olup Körfez bölgesinde seçilen ülke ve şehirlerde ise hazırlanmamıştır. 2030 için mutlak azaltım hedefi; belirli bir yıldaki emisyon seviyesini baz alarak hedef yıldaki emisyonların seviyesinin referans yıldaki emisyon seviyesinin altına indirilmesidir. 2030 Mutlak azaltım hedefini Körfez bölgesinde seçilen ülke ve şehirler hariç, genelinde görmekteyiz. Aynı şekilde 2050 yılı sera gazı azaltım hedefi de Körfez bölgesinde yer almamıştır. 2050 yılına kadar azaltım hedefi Net Sıfır Emisyon hedefi yani karbon nötrlüğü ise Güney Amerika ve Körfez bölgelerinde seçilen ülkelere ve Kuzey Amerika ve Körfez bölgelerinde seçilen şehirler hariç diğer seçilen ülke ve şehirlerin planlarında yer almaktadır. Öte yandan yine Körfez bölgesinde seçilen ülkelerin haliandaki ülkeler 2030 yılı ormancılık azaltım seçeneklerini Eylem Planlarına yansıtmışlardır. Fakat Güney Amerika, Afrika, Asya ve Körfez bölgelerinde seçilen şehirlerde 2030 yılı ormancılık hedeflerine rastlanmamıştır.

Seçilen ülke ve şehirlerde İklim Değişikliği Eylem Planlarında havza kavramı ve doğa temelli çözümler uyum yönünden araştırılmış ve sonuçta havza yaklaşımının iklim değişikliği eylem planlarında ve/veya strateji belgelerinde yeterince yer almadığı görülmüştür. İklim Değişikliği Eylem Planlarında havza kavramı en fazla Afrika bölgesindeki ülkelere tespit edilmiştir. Diğer ülkelere (Okyanusya bölgesinde seçilen şehirler hariç) ise İklim Değişikliği Eylem Planlarında havza kavramının sınırlı düzeyde yer aldığı görülmüştür. Körfez bölgelerinde seçilen ülkelere

ise havza kavramı çok sınırlı oranda geçmiş, fakat bu bölgedeki şehirlerin İklim Eylem Planlarında havza kavramına rastlanmamıştır. Okyanusya bölgesinde seçilen ülkelerde havza kavramı geçmemesine rağmen şehirlerin İklim Değişikliği Eylem Planlarında büyük oranda havza kavramına rastlanmıştır. Diğer ülkelerde ise en fazla Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerde havza kavramı büyük oranda geçmiş ve geri kalan şehirlerde havza kavramı nadiren yer almıştır.

İklim Değişikliği uyum eylemlerinin ormancılıkla ilgili Doğa Temelli Çözümler ile ilgili olup olmadığına baktığımızda ise Afrika, Körfez ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkeler hariç, diğer bölgelerde seçilen ülkelerde ağırlıklı olarak tespit edilmiştir. Güney Amerika, Afrika ve Körfez bölgelerinde seçilen şehirlerde ise İklim Değişikliği uyum eylemlerinde ormancılıkta doğal bazlı çözümlere rastlanmamıştır. Araştırma kapsamındaki sonuçlar seçilen ülke ve şehirlerde havza yaklaşımı iklim değişikliğinde önemli yer tutmasına rağmen iklim değişikliği eylem ve/veya uyum/strateji planlarında yer almamaktadır hipotezini desteklemiştir.

Başta Küresel Uyum Komisyonu (GCA) ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) olmak üzere birçok uluslararası kuruluş iklim değişikliği ile mücadelede doğa temelli çözümleri (DTÇ) desteklemektedir. Bu çözümler, sürdürülebilirlikleri ve altyapı odaklı gri çözümlere kıyasla daha uygun maliyetli ve ekolojik olmaları nedeniyle son zamanlarda ön plana çıkmaktadır. DTÇ'lerin iklim değişikliği strateji ve eylem planlarına daha yaygın şekilde dâhil olması ormancılık sektörü için de önemli bir fırsat olarak görülebilir.

Ekosistem hizmetlerini artırıcı doğa temelli çözümlerin, verimli bir azaltım ve uyum çerçevesi için tüm orman ve arazi kullanımı politika ve programlarına entegre edilmesi gerekir. Diğer bir deyişle, ormancılık ve arazi kullanım politika/programları, ekosistem hizmetlerini de dikkate alarak sürdürülebilir ve doğa temelli çözümlere dayanmalıdır. Bu aynı zamanda ekosistem yaklaşımına ilişkin anlayışımıza da uygundur. Ormanlar ve diğer arazi kullanımları ekosistemlerin bir parçasıdır ve direnci ve uyumu güçlendirecek şekilde yönetilmelidir. Ekosistem direnci doğal veya yönetilen bir ekosistemin dış baskılara dayanma ve zaman içinde bozulma öncesi durumuna geri dönme kapasitesidir (Thompson ve diğ., 2009). Plantasyonlar ve modifiye edilmiş doğal ormanlar, genel olarak azalan biyolojik çeşitlilikleri nedeniyle, iklim değişikliğine bağlı büyük ölçekli kayıplar için birincil ormanlara göre daha büyük dış etkiler ve risklerle karşı karşıya kalacaktır. Bu nedenle, bir orman ekosisteminin dayanıklılığı, yönetim tarafından şekillendirilen biyolojik çeşitlilik, yapı ve köken ile ilişkilidir.

Arazi kullanımı ve ormancılık, su ve doğa temelli çözümlerle ilgili olduğundan havza yönetimi yaklaşımında veya perspektifinde ele alınmalıdır. Bu yaklaşım su miktarı/kalitesinin iyileştirilmesi, sellerin azaltılması, habitat kalitesi ve miktarının iyileştirilmesi ve diğer hizmet ve faydalardaki artış hedeflerine katkıda bulunmasını sağlar (WAH, 2014). Havzalar hidrolojik/ekolojik sistemlerdir, bu nedenle herhangi bir arazi kullanımı sorunu tek başına değil, sistemin bir parçası olarak ele alınır. Ekosistem hizmetleri ve doğal bazlı çözümlerle ilgili araştırmaların havza bazında inşa edilmesi gerekir.

Ülkemiz genellikle hızla artan toplam emisyon değeri ve iklim politikaları konusunda eleştirilmektedir. Öte yandan uyum politikaları ve uygulamaları konusunda da yeterli düzeyde olduğumuz söylenemez (Serengil ve diğ., 2018).

Çalışmada, İklim Değişikliği Eylem ve/veya Strateji Planları değerlendirmesinde seçilen şehirlerin büyük bir kısmında azaltımı kapsadığı, fakat küçük bir kısmında uyum konusuna yer verildiği ve uyum konusunda eylem planlarının olduğu tespit edilmiştir. Türkiye’de İklim Değişikliği Eylem ve/veya Strateji planlarının seçilen şehirlerin küçük bir kısmında hazırlık aşamasında olduğu tespit edilmiştir. İklim Değişikliği Eylem Planları ile İklim Değişikliği Uyum Planları seçilen şehirlerin büyük bir kısmında aynı dokümanda değerlendirilmiştir. Seçilen şehirlerin yarısı 2020 yılı sonrası için İklim Değişikliği Eylem Planı hazırlamıştır. İklim Değişikliği Eylem Planlarında 2030 yılı ormancılık hedefi ve mutlak azaltım hedefi seçilen şehirlerin küçük bir kısmında görülmüştür. 2050 yılı sera gazı azaltım hedefi seçilen şehirlerde tespit edilmemiştir.

Türkiye’de seçilen şehirlerde İklim Değişikliği Eylem Planlarında havza kavramı araştırılmış ve seçilen şehirlerin çok küçük bir kısmında havza kavramının geçtiği görülmüştür. İklim Değişikliği Uyum Eylemlerinde ormancılıkla ilgili doğal bazlı çözümlere baktığımızda ise seçilen şehirlerin çok küçük bir kısmında yer aldığı tespit edilmiştir.

Ülkemizde halen hazırlanmış olan yerel iklim değişikliği eylem planları hem kapsam hem de içerik yönünden teknik anlamda yetersizdirler. Bu eksiklik ve yetersizlikler sıralanacak olursa;

- Planlarda genellikle uyum ayağı eksik kalmakta veya hiç yer verilmemekte
- İklim değişikliğine “uyum”un özünü iklim kaynaklı afetlerle mücadele oluşturmalıdır. Oysa sel-taşkın ve benzeri aşırı hava olayları arazi kullanımı ile

ilişkilendirilmemektedir. Çözüm önerileri de bu durumda yetersiz kalmaktadır. Aşırı hava olayları sonucu ortaya çıkabilecek olumsuzlukların etkileri havza yaklaşımı ile azaltılabilir. Dolayısıyla uyum politika önerileri geliştirilirken havza ölçeği ve yaklaşımı dikkate alınmalıdır

- Azaltım politikalarına konu olması gereken sera gazı envanter hesaplamalarında teknik anlamda yetersizlikler yanında kapsam bakımından eksiklikler görülmektedir. Örneğin arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılıktan veya tarım sektöründen kaynaklanan salım ve tutumlar söz konusu sektörlerin karmaşık yapısı ve veri ihtiyacı nedeniyle hesaplanamamakta veya Seviye-1 düzeyinde kalmaktadır. Mevcut envanterlerde de yine arazi kullanımı emisyonları ulusal envanterle uyumlu şekilde değil uluslararası Seviye-1 hesaplarıyla yapılmaktadır.
- Planlarda 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi eksik veya hiç yer almamaktadır.
- Planlarda havza kavramı ve doğal bazlı çözümler çok az ya da hiç yer almamaktadır.

5.2. İKLİM PARAMETRELERİ TREND VE PROJEKSİYON ANALİZİNE YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER

5.2.1. IPCC Senaryoları için İklim Değişikliği Model Projeksiyonlarına yönelik değerlendirme ve İklim Uyumu Kırılganlık ve Risk Değerlendirmesi

İklim değişikliği ve dış etkenler, kalkınma için artan bir tehdit oluşturmaktadır. Projelerin hazırlık aşamasında ilgili riskleri erken belirlemek, bu riskleri azaltmak ve bunlarla başa çıkmak için uygun dayanıklılık önlemlerini entegre etmek önemlidir.

İklim değişikliği kaynaklı tüm riskler havza ile ilgilidir (örn. su kıtlığı, sel, taşkın, heyelan vb. gibi). Zira bu riskler iklim değişikliği kaynaklı olduğu için havza yapısı dikkate alınarak değerlendirilmesini öngörüyoruz. Birçok iklim kaynaklı afet havza yapısı ile ilgilidir bu yüzden adaptasyonun eylem planlarına girmesi gereklidir. İklim değişikliği ve çevre ile ilgili sorunların hemen tümü hidrolojik döngü ve arazi yönetimi ile ilişkili olduğundan “iklim değişikliğine uyum” kavramı aslında arazinin doğru yönetimi ile yakından ilişkilidir. Bu da havza yaklaşımı veya havza perspektifi ile anlaşılabilir ve çözümlenebilir. Havza yönetimi hidrolojik sistemi ekolojik perspektifte ele alan bir ormancılık bilim dalıdır. Aşağı havza kesimiyle ilgili birçok iklim kaynaklı afet (örn. su kıtlığı, sel, taşkın, heyelan vb. gibi) çok büyük olasılıkla yukarı havzadaki nedenlerle (ormansızlaşma, tarım vb.) açıklanabilir. Bu afetler kentin yer aldığı

havza sistemiyle ilişkili olduğundan iklim değişikliği kaynaklı tüm riskler havza ile ilgilidir ve havza bazında değerlendirilmesi gerekir. Zira havza ölçeği, kentsel alanlarda iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir rol oynamasına karşın genellikle göz ardı edilmektedir. Dolayısıyla her türlü ormancılık faaliyetinde havza yapısı dikkate alınarak planlama yapılmalı ve yönetim stratejileri geliştirilmelidir.

Çalışmaya göre iklim değişikliği ile mücadele kapsamında arazi kullanım planlaması ve yönetim stratejilerinin kentin kendisi ile değil yer aldığı havza yapısı dikkate alınarak havza perspektifine yönelik, doğal ve yeşil çözümlere odaklanmış bir rehabilitasyon yaklaşımının oluşturulması ve geliştirilmesi gerekir. Havza alanlarında arazi planlamasını ileri bir seviyeye getirmek için doğal afetlere karşı çalışmaların sayısının ve etkinliğinin artırılması gerekir. Böylelikle hem iklim değişikliğine karşı kırılganlık ve risk düzeyi belirlenir hem çevre hem de sosyal yapı planlamaya dâhil edilmiş olur. Bu sayede iklim değişikliği kaynaklı afet olaylarının yönetiminde daha bilinçli ve farkındalıklı planlar oluşturulması sağlanır.

Uluslararası veri tabanları (Dünya Bankası, Thinkhazard gibi) ülkemizle ilgili iklim kaynaklı riskler için veriler sağlar ama küresel veriler olduğu için sorgulanması gerekmektedir. Örneğin Thinkhazard veri tabanında Ankara ili için yangın riskini yüksek vermiştir fakat yerel verilere baktığımız zaman Ankara ili yangın riskinin düşük olduğunu görüyoruz. Diğer bir örnek ise yine aynı veri tabanında akarsu sel riskinin yüksek olduğunu vermiştir fakat Ankara ili için bu bir yüksek risk değil kent sel riski önemli bir iklim risk kaynağıdır. Uluslararası veri tabanları genel bir bilgi sağlamakta ancak bilgilerin güvenilirliğinin yerel verilerle desteklenmesi gereklidir.

Ortalama yağış artışı

Ankara’da iklim değişikliğinin neden olduğu risk düzeyinin düşük olduğu görülmektedir. Ankara’da sel/su baskını ve heyelan risk seviyesi orta derecedeyken, toprak kayması/kaya düşmesi riski düşük seviyededir (Tablo 5.1). Aylık yağış ortalaması (Pave) 1986 – 2005 periyodunda RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda düşüş eğilimi göstermiştir.

Sakarya Havzası tamamına yakını kapsadığı iller olan Eskişehir, Sakarya ve Bilecik illerinde sel/su baskını, kaya düşmesi riski ve heyelan riski düşüktür (Tablo 5.1). Sakarya Havzası’nda

aylık yağış ortalaması (Pave) 1986 – 2005 periyodunda RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda düşüş eğilimi göstermiştir.

Kızılırmak Havzası'nın tamamına yakınına kapsadığı illerden Kırşehir, Kırıkkale ve Yozgat ili heyelanlara oldukça seyrek olarak maruz kalmıştır. Sivas, Kayseri, Nevşehir, Kastamonu ve Çankırı illeri heyelanlara oldukça fazla sayıda maruz kalmıştır. Kırşehir, Kırıkkale, Nevşehir, Kastamonu ve Çankırı illeri sel/su baskını riskine oldukça seyrek; Kayseri ve Yozgat illeri sel/su baskını riskine orta derecede maruz kalmıştır. Sivas ili ise sel/su baskını riskine oldukça fazla sayıda maruz kalmıştır. Kırşehir, Kırıkkale, Yozgat, Kastamonu ve Çankırı illerinde kaya düşmesi riski düşük, Sivas, Nevşehir ili kaya düşmesi riski orta derecededir. Kayseri ili kaya düşmesi riski yüksek derecededir. Kızılırmak Havzası'nda aylık yağış ortalaması (Pave) 1986 – 2005 periyodunda RCP 2.6, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre önümüzdeki yıllarda düşüş eğilimi göstermiştir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1: Ankara ili ve yer aldığı havzalardaki risk seviyeleri.

	Ankara ili	Sakaraya Havzası	Kızılırmak Havzası
Sel/Su baskını	Orta	Düşük	Orta
Heyelan	Orta	Düşük	Orta
Kaya düşmesi	Düşük	Düşük	Orta

Ankara ili için aylık ortalama yağış artışı, daha uzun süreler için toprak neminin artmasına neden olabilir ve bu, sızmayı azaltarak yüzey akışını artırabilir. Böylece sel, erozyon ve toprak kayması riskinin artmasına neden olabilir. Bu nedenle bu durum, iklime bağlı risklere orta düzeyde duyarlılığa neden olabilir. İklim projeksiyonlarına bakıldığında 1986 – 2005 periyoduna göre tüm senaryolarda ortalama olarak bir yağış azalış riski vardır. Ortalama yağıştaki azalma ve sıcaklıktaki artış, artan evapotranspirasyon ile toprak nemi azalabilir. Bunun akış üzerinde olumsuz etkileri olacaktır. Nehirde daha düşük akışlar veya düşük akış periyodu öngörülebilir. Azalan toprak nemi, bitki büyümesini ve sulama gereksinimlerini de etkileyebilir.

Su üretiminin en yüksek düzeye çıkarılması yani akış katsayısının artırılması için orman alanlarında yapılabilecek birtakım uygulama ve ilkeler söz konusudur. Bunların başında evapotranspirasyonu (ET) azaltmak üzere su kullanımı yüksek olan türleri tercih etmemek bunun yanında tepe kapallılığını mümkün olduğunca açmaktır. Burada ana ilke ölü örtü

kalınlığını belli bir düzeyde tutmak olmalıdır, çünkü orman ekosisteminin erozyonu önlemek yönünde en önemli bileşeni ölü örtüdür (Tablo EK 1.1, 1.2 ve 1.3).

İklim tahminleri, ortalama ve aşırı sıcaklıkta bir artışa ve ortalama yağışta bir düşüşe işaret ediyor. Kuru ve sıcak koşulların artması öngörüldüğünden, potansiyel etki seviyesi yüksektir. Sakarya ve Kızılırmak Havzası geçmişte iklim ve jeofiziksel tehlikeler yaşamıştır ve bunları gelecekte orta yoğunlukta, sıklıkta veya sürede deneyimlemesi beklenmektedir.

Ortalama yağış düşüşü

Ankara ili için orta düzeyde bir hassasiyet sorunudur çünkü yıllık ortalama yağış düşüşü akış modelini azaltabilir ve yaz mevsiminde düşük akış süresini uzatabilir veya akış koşullarına neden olmaz. Bu olay, rekreasyonel bir soruna neden olabilir. Yıllık yağış serileri anlamlı bir artış ya da azalış eğilimi göstermediğinden, bu duyarlılık önemli bir risk olarak değerlendirilmemiştir (EK 1.1).

Sakarya Havzası'nda 10 yıl içinde beklenen günlük maksimum yağışların ortalaması (Pmax-10), tüm senaryo ve dönemlerde yükseliş eğilimi göstermektedir. Kızılırmak Havzası'nda 10 yıl içinde beklenen günlük maksimum yağışların ortalaması (Pmax-10), tüm senaryo ve dönemlerde yükseliş eğilimi göstermiştir (EK 1.2 ve 1.3).

Aşırı yağış olayları ve Sel/Su baskını

Ankara ili için günlük maksimum yağış değerlerinin tüm senaryo ve dönemlerde hafif bir yükselişe geçeceği tahmin edilmektedir. Günlük maksimum yağıştaki artış veya ilgili parametreler, yüksek emisyon senaryosu için artan sel riskine işaret edebilir (EK 1.1).

Sakarya Havzası için günlük maksimum yağış değerleri tüm senaryo ve dönemlerde önümüzdeki yıllarda bir değişim göstermemiştir. Kızılırmak Havzası için günlük maksimum yağış değerleri tüm senaryo ve dönemlerde önümüzdeki yıllarda bir değişim göstermemiştir (EK 1.2 ve 1.3).

Ankara ili üç akarsu havzası (Sakarya, Kızılırmak ve Konya kapalı havzaları) içerisinde yer almaktadır. Ankara çayı kuzeydoğusundan gelen Çubuk Çayı, doğusundan gelen Hatip Çayı ve güneydoğusundan gelen İncesu Deresi'nin bir araya geldiği yerde kurulmuştur (Yılmaz ve Ercoşkun 2020; Kaynar 2017). Ankara ilinin büyük bir kısmı Sakarya Havzasının içindedir. Yüksek evapotranspiration (PET) sebebiyle ortaya çıkan büyük bir su kaybına rağmen, Ankara şehir merkezinde ısı adası etkisinin yanı sıra ani sel felaketleri de yaşanmıştır.

Ülkedeki hemen hemen tüm kentsel alanlara benzer şekilde Ankara Çayı da aşırı yağış olayları riski altındadır. Aşırı yağış olayları, sel, enkaz akışı, taşkın, toprak kayması ve erozyon dahil olmak üzere çeşitli felaketlere ve olumsuz olaylara neden olabilir. Bu, potansiyel olarak zarar verici ve yaşamı tehdit eden kentsel sellerin önümüzdeki on yılda en az bir kez meydana gelmesinin beklendiği anlamına geliyor. Yapılan çalışmalarda planlama kararları, tasarımı ve inşaat yöntemleri kentsel sel tehlikesinin seviyesini hesaba katmalıdır. İklim değişikliğinin etkileri nedeniyle gelecekte mevcut tehlike seviyesi artabilir. Bu alanda uzun vadede nehir taşkın tehlikesine dayanıklı projeler tasarlamak akıllıca olacaktır.

Aşırı yağış olaylarına benzer şekilde, sel/su baskını, çalışmada yüksek bir hassasiyete sahiptir. Ankara ilinde sel riski, ülkenin yağışlı şehir ve bölgelerine göre düşük olmakla birlikte, tüm kentsel alanlar gibi, Ankara ili için şiddetli yağış durumunda her zaman bir sel riski vardır. Sakarya Havzasında sel/su baskını risk seviyesi orta derecededir. Kızılırmak Havzasında sel/su baskını riski yüksek seviyededir. Elde edilen sonuçlar, yaklaşımımızın kentsel gelişmeyi ve havza yönetimi yaklaşımını anlamının etkili bir yolu olduğunu ortaya koymaktadır.

Erken Uyarı Sistemleri (EWS), sel etkilerini azaltabilen önemli bir araçtır. Yukarı nehir seviyeleri ve yağış tahminleri genellikle potansiyel nehir ve ani selleri tahmin etmek için kullanılır. Yeterli uyarı verilebilirse, azaltım prosedürleri uygulanabilir. Bunlar, tahliye, savunmasız varlıkların/ malzemelerin taşınması veya geçici/taşınabilir sel savunmalarının uygulanmasını içerebilir.

Taşkın yönetimi, taşkın riskini azaltabilecek tüm önlemleri içerir. Bu, yukarı havza alanlarının yönetiminden sel savunmasının uygulanmasına kadar değişebilir. Taşkın yönetimi daha yerleşik kentsel alanlarda genellikle yerel ve ulusal makamların kontrolü altında olduğundan, sel yönetimi muhtemelen düşük yoğunluklu gelişmiş bölgelerde (örn. kırsal alanlar veya kasaba ve şehirlerin dış mahalleleri) uygulanabilir. Yukarı havza alanlarının yönetimi, genellikle doğal sulak alanların restorasyonunu veya geçirimsiz yüzeylerin kaldırılmasını içerdiğinden, 'Yeşil' koruyucu önlemler olarak tanımlanır. Yeşil koruyucu önlemlerin bazı örnekleri:

- Akıntıyı azaltmaya yönelik önlemler: Geçirimsiz yüzeyleri (örneğin beton) doğal manzaralarla değiştirmek ve ağaçlandırmaktır yani yağmurun bir su toplama havzasının yüzeyinden nehre geçme hızını azaltacak önlemlerdir.

- Akıntıların depolanması: Sulak alanlar ve rezervuarlar aşırı akışlar sırasında fazla suyu depolayarak sel tehlikesinin büyüklüğünü azaltabilir. Genellikle doğal sulak alanların restorasyonu taşkın riskini azaltırken, yerel ekosistemlere ek faydalar da sağlar.

Sel savunmalarının uygulanması, alanları korumak veya suyu olabildiğince hızlı bir şekilde uzaklaştırmak için inşa edilmiş yapıların uygulanmasını içerdiğinden 'Gri' koruyucu önlemler olarak adlandırılır. Gri önlemlerinin örnekleri şunları içerir:

- Nehirlerin kapasitesinin artırılması: Baypas kanalları ve kanal derinleştirme/genişletme, bir nehir kanalından geçebilecek su miktarını artırmak için kullanılacak önlemlerdir.
- Nehir taşkını savunmaları: Tehlike, kaynağını (nehir) alıcıdan (örneğin bir bina) ayırmak için setler inşa edilebilir.
- Ani sel savunmaları: Aşırı yüzey suyunun bir alandan hızla uzaklaştırılmasını sağlamak için fırtına drenajları inşa edilebilir. Geçirgen beton, sürdürülebilir kentsel drenaj sisteminin bir parçası olarak kullanılabilir (Scussolini ve diğ., 2016; Huang ve diğ., 2020; Jha ve diğ., 2013; World Bank., 2012).

Su kıtlığı ve Kuraklık

Ankara ili su kıtlığı, yeşil alanların sulanmasına etki edebilir. Mevcut durumda, genel olarak orta veya üst seviyede su kıtlığı bir risk oluşturmaktadır.

Sakarya Havzası ve Kızılırmak Havzasında mevcut durumda su sıkıntısı yaşanmamasına rağmen gelecekte böyle bir durumla karşılaşmamak için tasarruf yapılması önerilmektedir.

Kış aylarının gelmesi ile birlikte yağış azlığı ile sıcaklıkların mevsim normallerinin üzerine çıkması gibi nedenlerle Türkiye'nin ve dünyanın birçok bölgesinde su sıkıntıları başlamıştır. Ankara ili ve çevre havzaları (Sakarya ve Kızılırmak) için çok sıcak gün sayısı ($T_{max} > 40^{\circ}C$) tüm senaryo ve dönemlerde önümüzdeki yıllarda yükseliş eğilimi göstermiştir. Bu da şiddetli kuraklıkların meydana gelme olasılığını artırır.

Su kıtlığını etkileyen kuraklık eğiliminde bir artış ve kuraklık tehlikesinin fiziksel alanında tutarlı bir artış orta derecede bir risktir. İklim değişikliğinin etkileri nedeniyle gelecekte mevcut tehlike seviyesi artabilir. Bu alanda uzun vadede artan kuraklık tehlikesine ve su kıtlığına karşı dayanıklı projeler tasarlamak akıllıca olacaktır.

Baraj ve rezervuarların oluşturulması, Türkiye'nin yıl boyunca kullanacağı kısa yağış mevsimlerinden suyu depolamasını sağlamıştır. Türkiye'nin mevcut su potansiyelini değerlendirmek için büyük projelerin inşaatı devam etmektedir. Türkiye'de yakın gelecekte bir kıtlık tehdidiyle karşı karşıya kalacağı birçok su kıtlığı araştırmalarında sonuçlanmıştır. Türkiye, birçok ülke gibi, su kalitesini ve çevreyi korurken, sınırlı su kaynaklarını verimli bir şekilde geliştirme ve yönetme konusunda zorluklarla karşı karşıyadır. Öte yandan, Türkiye'nin 80 milyonluk nüfusu dikkate alındığında, kişi başına düşen su miktarı 1400 m³ olup, Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'daki ülkelerin sadece beşte biri kadardır (Harmancıoğlu, 2020).

Havzalarda su üretimini arttırmak için yapraklı ağaç türlerine yer verilmesi, ibreli ağaç türlerinin bulunduğu alanlarda daha az su tüketen ağaç türlerinin konumlanması gerekir. Ayrıca su üretimini arttırmada orman kapalılığının azaltılarak su miktarının artırılması sağlanmalıdır (Serengil, 2018).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), atmosferimizin ısındığını doğrulayan kuraklık gibi bazı doğal tehlikelerin sıklığı ve ciddiyeti üzerinde etkisi olacak bir eğilim "İklim Değişikliği 2007: Etkiler, Uyum ve Savunmasızlık" raporunu yayınlamıştır (IPCC, 2007). Rapor, son iklim değişiklikleri ve varyasyonunun birçok doğal ve insan sistemi üzerinde etkilerinin olmaya başladığını ve kuraklıktan etkilenen alanların kapsamının büyük olasılıkla artacağını bildiriyor. Bu nedenle iklim değişikliği, kuraklık risk analizinde dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Bu nedenle, kuraklığa meyilli bölgelerdeki planlamacılar, hem kuraklık tehlikesini daha iyi anlamak hem de kuraklık için kimin ve neyin en çok risk altında olduğuna ilişkin faktörleri ve süreçleri belirlemek için risk değerlendirmeleri yapılmalıdır (UN/ISRD, 2007)

Bir bölgenin kuraklık kırılganlığını daha iyi anlamak ve alınacak uygun azaltım eylemlerini belirlemek için bir kuraklık risk analizi yapmak gerekir. Hayyes ve diğ. (2004) yaptığı çalışmada kuraklık risk analizi yapmak için basitleştirilmiş, esnek bir çerçeve sunulmaktadır. Bu çerçeve, doğal tehlikeler teorisi ve arazideki çeşitli kuraklık planlayıcıları ile etkileşimlerin bir kombinasyonuna dayanmaktadır ve kuraklık planlamacılarına çeşitli siyasi ve coğrafi ölçeklerde yardımcı olmak için pratik, eylem odaklı bir model olması amaçlanmıştır.

Aşırı sıcaklık oluşumları

Sıcak hava dalgaları dâhil aşırı sıcaklık oluşumları Ankara ili için yüksek, Sakarya ve Kızılırmak Havzası için orta düzey bir risktir, ancak çalışma bu tehlikeye karşı herhangi bir hassasiyete sahip değildir.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC, 2013) raporuna göre, devam eden sera gazı emisyonları daha fazla ısınmaya neden olacaktır ve önümüzdeki elli yıl zarfında çoğu kara alanında daha sık aşırı sıcaklıkların olacağı neredeyse kesindir.

Sel ve kuraklık önemli iklim değişikliği kaynaklı tehlikelerdir. İyileştirilmiş peyzaj bitki örtüsü ve yeşil altyapı rekreasyon potansiyelini güçlendirerek iklim uyumuna önemli ölçüde katkıda bulunabilir. Şehir merkezindeki sıcaklıkların arttığı ve daha da artacağı öngörüldüğünde, bu kritiktir. Sakarya ve Kızılırmak Havzası projeksiyonlarda orta düzey bir risk olmasına karşın artan sera gazı emisyonlarının etkisiyle daha da ısınacağı muhtemeldir.

Küresel ısınma bölgesel olarak tek tip olmayacaktır. Ankara ili, Sakarya ve Kızılırmak Havzasında elli yıldaki sıcaklıkta daha da artış olacağından bu alanda uzun vadede küresel ısınmaya dayanıklı projeler tasarlamak akıllıca olacaktır. Binaların ve kaplamalı yüzeylerin doğal yüzeylere göre farklı termal özellikleri nedeniyle kentsel alanlar genellikle kırsal çevrelerinden daha sıcaktır.

Aşırı sıcağa karşı sektörel güvenlik açıkları aşağıda verilmiştir:

- Aşırı sıcaklık, en ölümcül meteorolojik felaketi oluşturur, çünkü aşırı sıcaklık olayları genellikle yüksek seviyelerde atmosfer kirliliği ile çakışır. Kentsel nüfus ve kentsel veya kırsal alanlarda çalışanlar en savunmasız olanlardır. İşgücü verimliliği, özellikle dış mekan çalışanları veya yetersiz soğutulan veya havalandırılan binalarda çalışanlar aşırı sıcaklıktan etkilenebilir. Tarım, imalat ve inşaat işçileri, dış ortam sıcağına karşı en savunmasız gruplar arasındadır (WMO ve WHO, 2015).
- Enerji üretimi, özellikle elektrik enerjisi üretimi ve iletimi için altyapı (örneğin, transformatörler) aşırı sıcak dönemlerde bozulmalar, yenilenebilir enerji üretimi, özellikle güneş temelli (fotovoltaik (PV) paneller ve yoğunlaştırıcı güneş enerjisi (CSP) tesisleri), yüksek sıcaklık dönemlerinde üretimlerinin azaldığı görülebilir. Ulaşım altyapısı yol kaplamaları, havacılık gibi alanlar da aşırı sıcağı duyarlıdır (Queensland University of Technology, 2010).
- Aşırı ısı tehlikesi genellikle kuraklıkla (su kıtlığı) birlikte ortaya çıkar. Isı ve kuraklık birleştiğinde birbirlerinin etkilerini güçlendirebilir, örneğin aşırı sıcak bir olay sırasında,

bir endüstriyel tesis gelişmiş soğutma gerektirebilir, ancak aynı anda ortaya çıkan bir kuraklık soğutma suyunun kullanılabilirliğini sınırlayabilir.

- Mahsul verimi, özellikle sıcağa kuraklık eşlik ediyorsa, ısıdan olumsuz etkilenebilir. Bu birleşik ısı ve kuraklık koşulları altında, orman yangınları, ısıya bağlı ağaç ölümleri ve ağaç büyüme oranlarında düşüş riski artarak ormancılık projelerini etkilemektedir. Sıcaklığın bir fonksiyonu olarak bitki büyüme tepkisini ifade eden türe özgü özel büyüme eğrileri, ormancılık projeleri üzerindeki etkiyi tahmin etmek için kullanılabilir (AECOM, 2013).
- Bazı bölgelerde turizmi aşırı sıcaklığın olumsuz sonuçlarına maruz kalabilir, ancak diğer (daha soğuk) alanlar bundan yararlanabilir. Bunu değerlendirmek için 'turizm iklimi endeksleri' oluşturulmuştur (Dubois ve diğ., 2016).

Isı erken uyarı sistemleri, ısı dalgaları sırasında olumsuz etkilerle ilişkili durumları tahmin etmek için kullanılan hava tahminlerine dayanmaktadır. Isı erken uyarı sistemleri genellikle belirli sıcaklık (veya termal indeks) eşiklerinin tahmin edilen aşım ile tetiklenir. Isı dalgasının verimli iletişimi ve önleme tepkileri önemli bir bileşeni oluşturur (WMO and WHO, 2015).

Aşırı ısıнын azaltılmasına yönelik belirli çözümler, diğer tehlike türleri için de faydalı olabilir. Örneğin, yeşil altyapı (yeşil çatıların, gözenekli kaldırımların ve şehir parklarının kullanımı dâhil) yalnızca ısı stresini azaltmakla kalmaz (soğutma ve gölge sağlayarak), aynı zamanda şehirlerde yağmur suyu yönetimini iyileştirebilir ve böylece taşkın riskini azaltabilir. Yağmur suyunun toprağa sızmasına izin vererek, yeşil altyapı aynı zamanda yerleşim alanlarındaki kuraklıkla mücadelede önemli bir önlemdir. Yeşil altyapı, sera gazı azaltımı gibi bir dizi başka yan fayda ve gelişmiş sosyal faydalar da dahil olmak üzere şehir sakinleri için geliştirilmiş bir ortam oluşturur (Scussolini ve diğ., 2016).

Artan ısı tehlikesini önlemeye yardımcı olabilecek yapıllı çevre için iklime uyarlanabilir seçenekler, üç kategoriye ayrılabilir: gri, yeşil ve ekolojik önlemler.

- Gri önlemler, teknolojik ve inşaat malzemesi (altyapı harcamaları dahil) temelli önlemlerdir. Örneğin; yalıtım kullanımı, açık binalarda güneş perdeleri, doğal havalandırma ve gölge oluşturma gibi gelişmiş tasarım yoluyla soğutma içerir. Yapı malzemeleri ve yansıtıcı kaplamaların (örneğin beyaz çatılar) seçilmesi, yüzeydeki ısı değişimini yöneterek bina performansını artırabilir (Wang ve diğ., 2020). Binaların ve kentsel bölgelerin şeklini ve düzenini değiştirmek, enerji kullanımını azaltan ve

insanlara yüksek sıcaklıklar ve yoğun akışla başa çıkmasına olanak tanıyan soğutma ve havalandırma sağlayabilir. Klima cihazlarıyla aktif soğutma da gri bir ölçü teşkil eder, ancak bu seçenek, sera gazı emisyonlarının artmasına ve dış ortama ısı yayılması yoluyla gelişmiş bir kentsel ısı adası etkisine yol açabileceğinden dikkatle düşünülmelidir.

- Yeşil önlemler, uyum önlemi olarak bitki örtüsüne dayanır. Kentsel ekosistemlere ve yeşil altyapıya yatırım yapmak, ekstrem iklim koşullarına uyum sağlamak için uygun maliyetli, doğa temelli çözümler sunarken aynı zamanda sosyal eşitliği, yeşil ekonomiyi ve sürdürülebilir kentsel gelişmeyi artırma fırsatları yaratabilir. Yerleşik bir ortamda bitki örtüsünün artırılması, karbon tutarken aynı anda dış ortam sıcaklıklarını soğutur, akışı ve kirliliği azaltabilir. Yeşil altyapıyı güçlendirirken, altyapının sürdürülebilirliğini sağlamak için uygun bir sulama planı uygulamak önemlidir (EC, 2013a; EC, 2013b). Yeşil önlemleri değerlendirirken önemli bir konu, bu tür önlemlerin çok etkili, sürdürülebilir olması ve yan fayda sağlayabilmesidir. Yeşil önlemlerin etkileri genellikle yereldir. Örneğin, yeşil çatı kaplaması, kapladığı bina üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilir, ancak kentsel ısı adası üzerinde mütevazı bir etkiye sahiptir. Şehir parkları, ısı stresini çok etkili bir şekilde azaltırken, bunu yalnızca park sınırları içinde yapar, etki bu sınırların ötesinde hızla kaybolur (Barker ve diğ., 2019). Mikro-iklimin düzenlenmesi, kentsel ısı adası etkisini azaltmak bakımından, yeşil alanların sağladığı başlıca ekosistem hizmetleri arasındadır. Sıcaklık artışının Münih şehrinde yayaların ısı kaynaklı stresini gelecek on yılda % 6 oranında artıracığı, buna karşın yol kenarı ağaçlarının fizyolojik eşdeğer sıcaklığı %10-13 arası azaltabileceği tahmin edilmektedir (Zölch ve diğ., 2016). Yeşil altyapı, kirlilik etkilerini azaltmanın potansiyel bir yolu olarak görülmektedir ve insan sağlığını destekleyerek, sosyo-ekonomik ve çevresel faydalar sağlar ve normalde gri olan kentsel peyzaja renk katar (Kumar, 2019).
- Ekolojik Çözümler, aşırı ısı tehlikesiyle daha iyi başa çıkmak için farkındalığı, organizasyonel ve davranışsal değişikliği hedefler. Genel farkındalığın artırılması, doğal önlemlerin uygulanmasında önemlidir. Sağlık ve sosyal bakım sisteminin hazırlığı ve bina yönetmeliklerinin uyarlanması gibi uyarı sistemleri, ısı eylem planları

ve uygun kurumsal yapıların oluşturulması da bunun bir parçasıdır. Isı-sağlık eylem planlarının geliştirilmesi bir ekolojik çözüm örneğidir.

Toprak erozyonu

Arazi kaynaklarının yönetimine ve özellikle tarıma bağlı olarak toprak erozyonu ile ilgili riskler önümüzdeki yıllarda artabilir veya azalabilir. Erozyon, Ankara ili için orta düzeyde bir risk oluşturmaktadır.

Sakarya Havzası ve Kızılırmak Havzasının Erozyon Durum Haritası Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından ortaya konmuş ve Sakarya Havzası erozyon durumunun hafif olduğu, Kızılırmak Havzasının ise erozyon durumunun orta derecede olduğu ifade edilmiştir.

Ankara ili ve Kızılırmak Havzası heyelan duyarlılığı, halihazırda mevcut olan bilgilere göre orta olarak sınıflandırılmıştır. Bu, bölgenin yağış desenlerine, arazi eğimine, jeolojiye, toprağa, arazi örtüsüne ve (potansiyel olarak) depremlere sahip olduğu ve yerel heyelanları seyrek bir tehlike olgusu haline getirdiği anlamına gelir. Bu bilgilere dayanarak, çalışma yapılacak olan bölgenin tasarımı ve inşaat yöntemleri gibi planlama kararları heyelan potansiyeli hesaba katılıp yapılmalıdır.

İklim değişikliğinin yağış ve/veya sıcaklıktaki değişiklikler yoluyla eğimi ve ana kaya dengesini değiştirmesi muhtemeldir. Bitki örtüsünün kaldırılması, toprak kaymalarını tetiklemede önemli olabilecek toprak ve yüzey suyu koşullarının da değişmesine neden olabilir. Bu yüzden bitki örtüsünü yalnızca gerekli yerlerde çıkarmak gerekir.

Bazı bölgelerde, potansiyel olarak tehlikeli bir olayın meydana gelip gelmeyeceğini belirlemeye yardımcı olabilecek şiddetli yağışa ilişkin erken uyarı sistemleri geliştirilebilir. Bunu takiben şiddetli yağış dönemleri için yerel ve ulusal hava tahminlerini izlemek gerekebilir. Heyelan erken uyarı sistemine bir örnek olarak Hong Kong Heyelan Risk Yönetimi verilebilir (CEDD, 2013)

Yerel tecrübe, herhangi bir konumdaki olası heyelan tehditlerine ilişkin paha biçilmez bilgiler sağlayabilir. Sahaya yakın yaşayan kişilerden, yerel uygulayıcılardan ve devlet kurumlarında çalışanlardan önemli bilgiler elde edilebilir. Eğimli bir sahanın altında yeniden aktif hale gelebilecek eski bir heyelan olabileceğinin bilhassa bilincinde olmak gerekir. Bu tür mevcut heyelanlar, inşaat, yüzey ve/veya yeraltı suyundaki değişiklikler, aşırı hava koşulları veya bir

depremle yeniden aktif hale getirilebilir. Mevcut heyelanlar aynı zamanda bölgeden konumu etkileyebilecek olası bir istikrarsızlık artışının olduğunu da gösterebilir. Haritalar ayrıca heyelan tehlikesi hakkında bilgi sağlayabilir. Örneğin, bazı jeolojik haritalar bilinen heyelanların dağılımını içerir, bu nedenle bu tür haritaların mevcut olup olmadığını belirlemek ve varsa dikkatlice incelemek gerekir. Çoğu durumda, erken bir aşamadaki uygun eylemler, yapının ömrü müddetince daha ciddi sorunları önleyebilir (UK, 2019; Anderson ve Holcombe, 2013).

Orman yangını

Orman yangınları Ankara ilinde meydana gelebilir, ancak Ankara şehir merkezindeki bitki örtüsü orman yangını için yeterli olmadığından çalışma alanını etkilediği düşünülmemektedir.

Sakarya Havzasının kapsadığı illerdeki bitki örtüsü orman yangını için orta seviye bir risk taşımaktadır. Kızılırmak Havzasının kapsadığı illerdeki bitki örtüsü orman yangını için orta seviye bir risk taşımaktadır

Pek çok bölgede, insan faaliyetleri, yetersiz kentsel planlama, orman yangını alanlarındaki altyapı ve yerleşim yerlerine maruziyeti artırır. Orman yangınının yayılmasına neden olan yaygın faaliyetler arasında hatalı makineler, atılan sigaralar, yemek pişirme ve kamp ateşleri bulunur. Arazi kullanım değişikliği orman yangınlarının şiddetini artırabilir.

İklim projeksiyonları, sıcaklıktaki artış ve yağışta daha büyük varyans dahil olmak üzere, bu bölgede yangın havası oluşum sıklığındaki olası bir artışı tanımlar. Orman yangını tehlikesinden hâlihazırda etkilenen bölgelerde, yangın mevsimi muhtemelen süresinin artması muhtemeldir ve yangın mevsimleri sırasında yağmurun olmadığı daha uzun süreler nedeniyle yangının yayılmasını destekleyebilecek hava koşullarının daha fazla olduğu gün sayısını kapsamaktadır.

İklim tahminleri, Ankara ili ve çevre havzalarında yangının şiddetinde de bir artış olabileceğini göstermektedir. Bu alandaki çalışmaların, orman yangını tehlikesinin ciddiyet ve sıklığındaki artışlara dayanıklı olacak şekilde tasarlanması akıllıca olacaktır. Çok düşük veya düşük orman yangını tehlikesi olan alanlar, iklim projeksiyonları orman yangını tehlike bölgesinin genişlediğini gösterdiğinden, tehlikede bir artış görülebilir. Bu bölgede daha önce deneyimlenenlerden daha yoğun yangına dayanacak çalışmalar tasarlayıp tasarlamamaya karar vermeden önce, iklim değişikliğinin orman yangını eğilimleri üzerindeki etkilerine ilişkin yerel çalışmaları değerlendirmek gereklidir. Ayrıca politikalar ve prosedürler, özellikle hava

koşullarının yangının yayılmasına elverişli olduğu günlerde, orman yangını tutuşma potansiyelini dikkate almalıdır.

İklim ve jeofiziksel tehlikeler, orman ekosistemlerine doğrudan zarar verebilir, orman verimliliğini azaltabilir veya ormancılık faaliyetlerini aksatabilir. Kuru ve sıcak koşullar orman yangını risklerini artırabilir. Kuraklık ayrıca ağaçları zayıflatır veya orman yangınlarına karşı daha duyarlı hale getirebilir ve onları ormanın geniş alanlarına zarar veren böcek salgınlarına duyarlı hale getirebilir. Bazı orman türleri özellikle iklim değişikliğinin etkilerine karşı hassastır. Örneğin, düşük tür çeşitliliğine sahip plantasyon ormanları, doğal ormanlara göre iklim koşullarındaki değişikliklere karşı daha savunmasızdır. Özellikle yapraklı ağaç türlerine yer vermek evapotranspirasyon ve intersepsiyon ile oluşabilecek önemli su kayıplarını önler. Havzada yapraklı türlerin olması yangın riskini azaltıcı yönde etki edecektir (Serengil ve diğ., 2011; Serengil ve diğ., 2012). Yüksek sıcaklıklar, büyüme mevsiminin uzunluğunu artırabilir, bu da suyun yeterli olduğu ağaçlandırmalarda ağaç büyüme oranlarını ve odun üretimini artırabilir. Buna karşılık, kuraklık veya aşırı yağışlardan kaynaklanan sel ormanlara zarar verebilir veya onları tahrip edebilir. Daha düşük su mevcudiyeti, orman yangını riskinin artmasına yol açmadan ağaç büyümesini etkileyebilir. Orman ekosistemlerine verilen hasarın antropojenik etmenleri, orta derecede artabilir. Yüksek sıcaklıklar, böcek salgınlarının kapsamını, yoğunluğunu ve sıklığını artırabilir ve istilacı bitkilerin yayılmasını artırabilir. İklim ve diğer doğal tehlikeler, ormansızlaşma veya odun dışı orman ürünlerinin aşırı kullanımı gibi insan kaynaklı orman hasarı ve tahribatını etkileyebilir. Örneğin, kuraklık tarımsal üretkenliği azaltabilir ve daha fazla insanı gelir kaybını telafi etmek için yasadışı ağaç kesimi yapmaya zorlayabilir (Moritz ve diğ., 2014).

5.2.2. İklim Parametrelerinin Trend Analizi Sonuçları

Araştırma kapsamında Ankara ili ve yer aldığı havzalardaki iklim değişikliği etkileri araştırılmış ve aşağıdaki sorunun yanıtlanmasına yardımcı olmuştur: Mevcut ve gelecekteki iklim değişikliğinin Ankara geneli ve yer aldığı havzalarda etkisi nasıl olacaktır? Ankara ve yer aldığı havzalardaki iklim değişikliği projeksiyonlarının sonuçları nelerdir? Geçmişte Ankara ilinde sıcaklık ve yağış parametreleri değişim göstermemektedir hipotezi sınanmıştır. Ankara kenti Hatip Ovası üzerinde olup çevre alanlara doğru genişlediğinden kent, hem ova hem de yamaç yerleşimi özelliklerini içinde barındırır. IPCC (2001)'de yamaç yerleşimlerinin iklim değişikliğinden daha az oranda etkilenebileceği belirtilmiştir. IPCC (2001, 2007) raporlarında

nüfusu bir milyondan fazla olan yerleşimlerin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı açık olduğu ve doğal afetlerden en fazla seviyede etkilenebileceği açıklanmıştır.

Yağış miktarında değişiklikler iklim değişikliği kaynaklı olup bazı yerlerde yağışın artması ya da azalması gözlenmektedir. Kara bölgelerinde kuvvetli yağış olaylarının sayısının artış gösterdiği ve daha çok Kuzey Amerika ve Avrupa’da yağış olaylarının sıklığı ve şiddetindeki artışların olduğu tespit edilmiştir (IPCC, 2013). Ankara kentinde verilere bakıldığında 1975-2010 yılları arasında aylık ortalamaların üstünde yağış olayları gerçekleşmiştir. Yerel istasyon verilerinde toplam yağış zaman serilerinde bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca Ankara Bölgesi istasyonu ile Ankara çevre istasyonları karşılaştırıldığında ise şehrin yıllık toplam yağışının, ilin dış eteklerine göre artış eğiliminde olduğunu göstermiştir.

Ankara ilinde 1960’lı yıllara kadar yağış değerleri ortalamanın altında seyretmektedir ve bu dönemdeki yağış ölçümlerinin ne kadar sağlıklı olduğu tartışma konusu olabileceği için bu yükselişe biraz kuşkuyla yaklaşmakta fayda vardır. Zira Türkiye’deki iklim verilerinin kayıtlarının tutulması 1930’lu yıllarda başlamakta ve sağlam ve güvenilir kayıtların ise 1960-1970’li yıllardan sonra başladığı tahmin edilmektedir. Bu da bize gösteriyor ki Türkiye’deki iklim verilerinin kayıtları iklim değişikliğini ortaya koymada yetersiz kalmaktadır (Serengil, 2018). Bu sebeple Ankara kentinde toplam yağışların artması sonucunun sorgulanması gerekir. Köle ve Yiğitbaşıoğlu (2014) Ankara kenti için en düşük iklim senaryosuna göre sıcaklık ve yağış değerlerinin nehir havzalarına dayalı bir araştırma yapmıştır. Çalışmada Ankara ili ana su kaynaklarının iklim değişikliği kaynaklı değişimleri incelenmiş ve Sakarya Havzasının 2070 – 2100 periyodunda 1961 – 1990 yılları baz alındığında B1 ve A2 senaryolarına göre yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde artış ve yağışta değişiklikler olduğu tespit edilmiştir. Kızılırmak Havzasının ise aynı dönemlerde yıllık ortalama yağışının azaldığı gösterilmiştir. Batı Karadeniz Havzasının ise yıllık ortalama yağışın diğer havzalara oranla daha az azaldığı belirtilmiş ve Batı Karadeniz Havzasının ana su havzası olarak kullanılabileceğini tespit etmiştir.

Sonbahar mevsimi ortalama yağış zaman serilerinde baktığımızda Beypazarı istasyonunda artış eğilimi olduğunu görmekteyiz. Analiz ettiğimiz iklim verileri, ilin dış eteklerindeki sonbahar yağışının, şehre göre artış eğiliminde olduğunu göstermiştir.

Ankara ili çevresindeki Polatlı istasyonunda kar yağış miktarı ve Bala D.U.C istasyonu, maksimum kar kalınlığı merkeze göre artış eğiliminde olduğunu ortaya koymuştur. Nallıhan

istasyonu ortalama minimum sıcaklık artış eğilimindedir. Analiz ettiğimiz iklim verileri, ortalama minimum sıcaklığın şehrin dış eteklerinde artış eğiliminde olduğunu göstermiştir.

Kış mevsimi ortalama sıcaklıklara baktığımızda Ankara Bölgesi istasyonunun bir artış eğiliminde olduğunu görüyoruz. Analiz ettiğimiz iklim verileri, şehrin ortalama kış sıcaklığının, ilin dış eteklerine göre artış eğiliminde olduğunu göstermiştir. İlkbahar mevsimi ortalama sıcaklıklarına baktığımızda Ankara Bölgesi istasyonu ve Beypazarı istasyonunun bir artış eğiliminde ve yaz mevsimi ortalama sıcaklıkta Ankara, Beypazarı ve Nallıhan istasyonlarında bir artış eğilimi olduğunu görmekteyiz. Ankara kentinde yoğun nüfus artışı ile birlikte binaların artması, yeşil alanların yetersiz olması, iklim değişikliğinin etkilerine bağlı problemlerden dolayı yaz aylarında kentsel ısı adası etkisi görülmüştür (Yüksel & Yılmaz, 2008).

Yükselen sıcaklıklar ve değişen yağış modelleri, toprak erozyonunu artırabilir, canlı biokütlenin artım hızını azaltabilir ve büyüme mevsimini kısaltabilir. Tarım sektörü ya da şehirlerdeki ormanlık alanlar, yerleştirilmiş arazi kullanımına duyarlı olan ve evapotransporasyonu arttırması ve azalan yağış nedeniyle kalitenin düşmesi muhtemel olan bazı alanlarda yer ve yüzey suyu tedarikine büyük ölçüde güvenmektedir. Zira sıcaklık artışı ile artan CO₂ konsantrasyonu verimi arttırmakta iken sıcaklık ve yağıştaki dalgalanmalar transpirasyonu arttırmakta ve verimi düşürmektedir. Yağış mevsimselliğindeki değişiklikler, daha fazla toprak erozyonuna ve toprak verimliliğinin azalmasına neden olabilir. Artan kuraklığın bitkisel verimi azaltması da muhtemeldir (Serengil, 2018).

Çubuk istasyonu, Ankara Bölgesi istasyonu, Kızılcahamam istasyonu, Beypazarı istasyonu ve Polatlı istasyonu ortalama sıcaklıkta bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Analiz edilen yerel iklim verileri, ortalama sıcaklığın şehrin dış etekleri ile birlikte artış eğiliminde olduğunu göstermiştir. Ankara Bölgesi istasyonu, Nallıhan istasyonu, Beypazarı istasyonu ve Polatlı istasyonu ortalama maksimum sıcaklık ve maksimum sıcaklıkta bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Analiz ettiğimiz iklim verileri, ortalama maksimum sıcaklığın, şehrin dış etekleri ile birlikte artış eğiliminde olduğunu göstermiştir.

Kentsel yoğunluk ve biçim, ısı adası etkisinin genel yoğunluğu üzerinde bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, çalışma alanında yerel mikroklimatik koşulları veya ilgili herhangi bir ekstrem tehlikeyi değiştirme üzerindeki ısı etkisini hesaba katmak önemlidir.

İklim değişikliğinin şehirlerde önemli enerji ve çevre sorunlarına neden olan kentsel ısı adası olayı belgelenmiş bir fenomendir. Kentsel ısı adası olgusunun neden olduğu şehirlerdeki ortam

hava sıcaklığının artmasını dengelemek için şehirlerdeki ortam ve yüzey sıcaklıklarını azaltabilen uygun azaltım teknolojileri geliştirmek için verimli azaltım teknolojilerinin geliştirilmesiyle sonuçlanan önemli araştırmalar yürütülmüştür. Akbari ve diğ. (2016) çalışmasında yerel iklim değişikliği ve kentsel ısı adası azaltma teknikleri açısından en son gelişmeleri sunar. Özellikle yansıtıcılığı yüksek malzemeler, serin ve yeşil çatılar, serin kaldırımlar, kent yeşili gibi azaltım teknolojileri alanındaki gelişmeler ve uygulanan projelerden örnekler verilmiştir.

Gümüş (2012) 1980-2009 periyodunda Ankara ili ve çevresindeki on yedi istasyon verileriyle sıcaklık ve nem değerlerini kullanarak hissedilen sıcaklık değerleri oluşturmuş ve biyoiklimsel konfor analizi yapmıştır. Araştırmada Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında hissedilen sıcaklık ile yerel istasyon değerlerindeki sonuçların farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Bu aylarda hissedilen sıcaklıkların konforu etkileyebilecek düzeyde olduğu ve en konforlu bölgelerin Kızılcahamam, Esenboğa ve Bala olduğu tespit edilmiştir.

İklim değişikliğinin doğurduğu sonuçlar sıcak hava dalgaları, kuraklık, aşırı yağışların meydana getirdiği sel, taşkın ve heyelan gibi doğal etkiler Ankara kenti için gelecekte bir risk oluşturmaktadır.

Ankara kentinin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden zarar görebilirliğinin azaltılması için iklim değişikliği eylem, adaptasyon stratejilerinin hazırlanması ve strateji planlarının yerel düzeyde oluşturulması gerekir. Bu çalışma geçmişte Ankara ilinde sıcaklık ve yağış parametreleri değişim göstermemektedir hipotezini desteklememiştir. Ankara ilinde sıcaklık ve yağış parametreleri geçmişte ve gelecekte değişkendir.

5.2.3. GET Adaptasyon İndikatörleri

Bir peyzaj projesinin azaltım-uyum kapsamında yeşil ekonomiye geçiş indikatörlerinin Ankara ili ve yer aldığı ana havzalardaki indikatörlere nasıl etki edeceğinin karşılaştırılması yer almaktadır. Yeşil Ekonomi geçiş indikatörleri; sera gazı azaltımı, suyun etkin kullanımı, içme suyu ve ekosistemler Ankara ve yer aldığı havzalarla karşılaştırılmıştır. Park, restorasyon, ya da yapılacak her türlü uyum ve azaltım projelerinin genel etkileri anlamında yeşil ekonominin Ankara merkezde proje yapmanın etkisi diğer illere oranla daha fazla etkili olacaktır çünkü Ankara'da yerleşim ve nüfus diğer havzalardaki iller ile karşılaştırıldığında daha yoğun olduğu söylenebilir (Tablo 5.1).

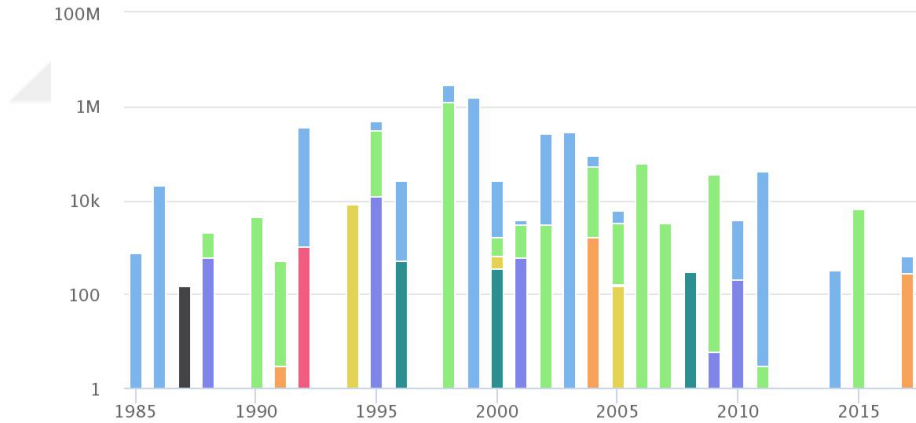
Çalışma sonuçlarına dayanarak, iklim değişikliği ile iklim değişikliğinin kentsel alanlardaki etkilerinde stratejik bir havza yaklaşımına dayalı olarak mücadelenin etkili olabileceği sonucuna varılmıştır. Geliştirilen metodoloji, kentsel alanlarda iklim değişikliği ile mücadele adaptasyon ve azaltım planlarında kullanılabilir.

Tablo 5.1: Yeşil ekonomi geçiş indikatörlerinin Ankara ve yer aldığı ana havzalarla karşılaştırması.

Yeşil Ekonomi Geçiş İndikatörleri	Ankara ili	Sakarya Havzası	Kızılırmak Havzası
Sera gazı azaltımı	Yüksek	Orta	Orta
Suyun etkin kullanımı	Yüksek	Orta	Orta
İçme suyu	Yüksek	Orta	Orta
Ekosistemler	Düşük	Yüksek	Yüksek

Doğal Tehlike İstatistiği

Türkiye’de en sık görülen doğal afetlere genel bir bakışın yer aldığı ve bu afetlerin insan nüfusu üzerindeki etkileri Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1: 1985-2018 yılları arasında temel doğal tehlike istatistiği (WB).

- Deprem
- Salgın
- Seller
- Fırtına
- Heyelan
- Taşınma
- Aşırı Sıcaklıklar
- Yaban Hayatı

1999 depremi ile bir milyondan fazla kişi (% 100) ve 2003 yılı depremi ile 250 binden fazla insan (% 100) etkilenmiştir. Salgın 1987 yılında etkili olmuş ve 150 kişi etkilenmiştir. 2019 yılından günümüze de devam eden Covid19 salgını ile mücadele edilmektedir. Sel veya taşkın

en fazla 1998 yılında bir milyondan fazla kişiyi (% 43.8) etkilemiştir. Fırtınalar en fazla 2004 yılında bin beşyüzden fazla kişiyi (% 1.8) ve 2017 yılında iki yüz elliden fazla kişiyi (% 42.9) etkilemiştir. Heyelan veya toprak kayması en fazla 1995 yılında 12 binden fazla kişiyi (% 2.5), 2001 yılında 600 kişi (% 16.1) ve 2010 yılında 206 (% 5.4) kişiyi etkilemiştir. En fazla kitlesel taşınma 1992 yılında olmuş ve binden fazla kişi (%0.3) etkilenmiştir. Aşırı sıcaklıklar en fazla 1994 yılında etkili olmuş ve sekiz bin kişiyi (%100) etkilemiştir. Yaban hayatı ise 1996 yılında 500 kişi (% 1.9), 2000 yılında 350 kişi (% 1.4) ve 2008 yılında üç yüz kişi (% 100) etkilenmiştir.

5.3. KARBON STOK HESAP ANALİZİNE YÖNELİK DEĞERLENDİRMELER

Atmosferik afetler ve iklim değişikliğinin ortaya çıkarabileceği diğer olumsuzluklar ormanlar ve ormancılık faaliyetlerini doğrudan etkileme potansiyeline sahiptir. Ormanların sürdürülebilirliğini artırmak için dış etkilere karşı direncini de artırmak gerekmektedir. Dirençli ekosistemler sürdürülebilir ekosistem hizmetleri anlamına gelmektedir. Ormanlarımızın hâlihazırda sağladığı en önemli ekosistem hizmetlerinden biri karbon tutumudur. AKAKDO sektörü, BMİDÇS yükümlülüklerinin ormancılıkla ilgili kısımlarını yerine getirmek için ormanların hâkim olduğu net bir karbon tutum havuzu temalı çalışmaktadır. Türkiye'deki AKAKDO sektörü, ormanların hâkim olduğu net bir tutumdur. 22,8 Mha ormanlık alan, 2018'de net 84,85 Mt CO₂ eşdeğeri atmosferden uzaklaştırmıştır (tutum yapmıştır). Ormanlarımızın 2018 yılı değeri 521 milyon ton CO₂ eşdeğeri olan ülke emisyonlarının %16'sını tutarak azalttığı anlamına gelmektedir. Ayrıca İşlenmiş Odun Ürünlerimizde (kereste, yonga levha vb.) 2018 yılında 12.14 milyon ton CO₂ eşdeğeri tutum sağlanmıştır. Diğer arazi kullanımları, orman arazilerinin yapmış olduğu tutumun yüzde 1'inden azını oluşturmaktadır. İşlenmiş odun ürünleri bölümü eklendiğinde sektörün net karbon tutumu 94.7 Mt CO₂ eşdeğeri olmaktadır. Bu durum 1990 yılına göre yüzde 69.4'lük bir artışı temsil etmektedir. Artışın nedeni ise, ormanların verimliliğindeki artış değeriyle açıklanabilir (NIR, 2020).

AKAKDO sektöründeki orman alanları harici diğer arazi kullanımlarından (ekili alanlar, meralar, sulak alanlar, yerleşim yerleri ve diğer arazi kullanımları) 2018 yılında 2.42 milyon ton CO₂ eşdeğeri salım olmuştur. AKAKDO sektörü toplam olarak 2018 yılında 94.57 milyon ton CO₂ eşdeğeri tutum yapmıştır. Sektörünün ülke emisyonlarının % 18'ini tutarak azalttığı, toplam ulusal emisyonları 521 milyon tondan 426 milyon ton CO₂ eşdeğerine düşürdüğü anlamına gelmektedir. Ormanlarımızın yıllık depoladığı karbon miktarı, son 29 yılda yaklaşık 2 kat artmıştır. Bu artış, OGM'nin yürüttüğü sürdürülebilir ormancılık faaliyetleri ile yangın ve

böcek zararıyla etkin mücadelenin ve diğer ormancılık faaliyetlerinin bir sonucudur (NIR, 2020).

2018 yılında yapraklı ormanlarda toplam canlı bitkisel kütlede karbon stok miktarı ve yıllık hacim artışı biraz azalmış ve iğne yapraklı ormanlarda toplam canlı bitkisel kütlede karbon stok miktarı ve yıllık hacim artışı biraz artmıştır. Bu değişikliklerin önemli nedenleri olarak (1) sürdürülebilir orman yönetimi kavramı çerçevesinde orman kaynaklarının çok işlevli kullanımına yönelik ormancılık uygulamalarında değişen yaklaşımlar; (2) bozuk ormanların verimli ormanlara dönüştürülmesi; (3) orman içi ve çevresindeki karbon stoku olmayan rehabilitasyon alanlarının yeniden ağaçlandırılması ve bozuk ormanların OGM tarafından rehabilitasyonu olarak sıralayabiliriz (NIR, 2020).

Türkiye’de 1990 yılına göre 2018 yılında 86.12 kha alan meralardan, 3.03 kha tarım alanlarından ve 10.83 kha diğer alanlardan orman alanlarına dönüşmüştür. Bu dönüşüm, ormanların içindeki veya çevresindeki otlakların ağaçlandırılması veya yeniden ağaçlandırılmasıdır. 1991 ile 1996 arasında dönüşümler yılda 4000 hektar civarındayken, 1997 ile 2000 arasında 2000’in altına düşmüş ve ardından 2010’a kadar tekrar yükselmiştir. Orman arazisine yapılan dönüşümler o zamandan beri 2000’ler civarında seyretmektedir (NIR, 2020).

Yıllık antropojenik sera gazı hesaplamalarında Türkiye’de halen mekânsal izlenebilir yüksek çözünürlüklü arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği verileri olmadığı için arazi tabanlı emisyon hesaplamalarında Seviye 3 kademesine ulaşılabilmiş değildir. Aktivite verilerinin ve ülkeye özgü Emisyon Faktörlerinin varlığı ve verilerin doğruluğu büyük önem arz etmektedir. Türkiye’nin yeterli bilgi birikimi ve deneyim eksikliği olması nedeniyle antropojenik sera gazı hesaplamalarında modelleme yapılamamaktadır.

Nisan 2021 de yayınlanan son sera gazı envanter raporuna göre ülkemizin 2019 toplam sera gazı salımı 506.01 M ton CO₂ eşdeğeri olmuş, ormanlarımız ise 84 M ton CO₂ eşdeğer (toplam salımın %17’si) sera gazını tutarak kişi başı salım değerimizin 5 ton CO₂ eşdeğeri/yıl’ın altında kalmasını sağlamıştır. Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO) sektörü iklim değişikliği ile mücadelede hem azalım hem de uyum bakımından önemlidir. Çalışmada Ankara örneğinde karbon stoklarının arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği kapsamında zamansal değişimini ortaya konulmuştur. Buna göre Ankara ili toplam orman alanı 1990 yılına göre % 0.13, tarım alanları % 0.50, mera alanı % 0.76 ve diğer alanlar

% 3.08 azalmış; yönetilen sulak alanlar 1990 yılına göre % 10.86, doğal sulak alanlar % 0.52 ve yerleşim alanları % 20.93 artmıştır.

LULUCF projesi kapsamında aktivite verilerinde iyileştirme, mekânsal veri setlerinin kullanılması ve entegrasyonu açısından kapasitenin artırılması ve tüm arazi kullanımı kategorileri ve alt kategorilerinde karbon stok ve karbon değişikliği modelleme ve hesaplamalarında kapasite geliştirilmesi, böylelikle ilgili veri setlerinin uyumlaştırılmasıyla sağlanacak genel veri kalitesi iyileştirilmesi öncelik olarak belirlenmiştir. Proje kapsamında aktivite verisi konusunda ülke genelindeki bilgilerin doğru ve kaliteli veri setlerinin oluşturulmasıyla sera gazı envanter sürecinde mekânsal veri setlerinin, özellikle uydu tabanlı ve arazi tabanlı bilgilerin kullanımı ve entegrasyonu konusunda kapasite geliştirmenin gerekli olduğu vurgulanmaktadır. Böylece mevcut durumdaki farklı çözünürlük, ölçek ve kalitedeki verilerin entegre edilmesi ve uyumlaştırılması ile arazi kategorileri ve alt kategorilerinde geçmiş ve mevcut durumdaki dönüşüm bilgileriyle birlikte tutarlı bir arazi kullanım değişikliği matrisinin hazırlanması ile hem veri mevcudiyeti hem de teknik kapasitenin iyileştirilmesi Türkiye'nin daha yüksek Seviye kademelerinde raporlama yapmasına imkan tanıyacaktır. Ayrıca bu durum Türkiye'deki antropojenik sera gazı emisyonlarının raporlanmasında genel bir gelişim sağlayacaktır (LULUCF, Activity 2.2 Report, 2019).

Çalışma kapsamında uydu tabanlı Dünya Gözlem Aktivite Verileri izleme sistemi ile 1990'dan 2015'e kadar olan dönemdeki değişiklikler analiz edilmiştir. Böylece yapraklı orman, iğne yapraklı orman, karışık orman, bozuk orman, tek yıllık bitkiler, çok yıllık bitkiler, mera, yönetilen sulak alanlar, yönetilmeyen sulak alanlar, yerleşimler ve diğer alanların 1990 ve 2015 yılı alanları belirlenmiştir. Buna göre 1990-2015 arası orman karbon stokları birim alanda hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Arazi kullanımının tarımdan ormancılığa arazi kullanım değişikliği küresel karbon (C) dengelerini etkilemektedir. Fosil yakıt kullanımının azaltılmasına ek olarak, uygun yerlerde ormanlık alanların artırılmasıyla iklimsel faydalara ulaşılabilir.

Araştırma kapsamında Ankara ili arazi kullanım değişikliği hesaplanmış ve aşağıdaki sorunun yanıtlanmasına yardımcı olmuştur: Ankara geneli arazi kullanım değişikliğinin sera gazı emisyonu üzerindeki etkisi nedir? Ankara ilinde karbon yutakları 1990-2015 yılları arasında artış göstermiştir hipotezi sınanmıştır.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye’de toplam orman alanı 1990 yılına 22929063,39 ha iken 2015 yılında 22842710,33 ha olmuştur. Türkiye’de 1990 yılına göre ormanlık alanlarımız % 1.28 azalmıştır. Ankara iline baktığımızda ise toplam orman alanı 1990 yılında 4876186 ha iken 2015 yılında 4870066 ha’dır. Yani Ankara ili ormanlık alanı % 0.13 azalmıştır.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye’de yapraklı orman alanı 1990 yılında 8598463,65 ha iken 2015 yılında 8588926,46 ha’dır. Yani Türkiye’de yapraklı orman alanı % 0.11 azalmıştır. Ankara ili yapraklı orman alanı 1990 yılında 1067841 ha iken 2015 yılında 1066558 ha’dır. Yani Ankara ilinde yapraklı orman alanı % 0.12 azalmıştır. Bu durum yapraklı ormanlarımızın karbon stokları azalması üzerinde etkilidir.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye’de iğne yapraklı orman alanı 10352887,87 ha iken 2015 yılında 10304614,87ha’dır. Yani Türkiye’de iğne yapraklı orman alanı % 0.47 azalmıştır. Ankara ili iğne yapraklı orman alanı 1990 yılında 2530725 ha iken 2015 yılında 2532666 ha’dır. Yani Ankara ilinde iğne yapraklı orman alanı % 0.08 artmıştır. Bu durum Ankara ilinde iğne yapraklı ormanlarımızın karbon stoklarının artması üzerinde etkilidir. Ağaçların artım değerinden daha az odun kesilmesi karbon stoklarının artmasına neden olmaktadır.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye’de karışık orman alanı 726634.00 ha iken 2015 yılında 728266,57 ha’dır. Yani Türkiye’de karışık orman alanı % 0.22 artmıştır. Ankara ili karışık orman alanı 1990 yılında 23722 ha iken 2015 yılında 23822 ha’dır. Yani Ankara ilinde karışık orman alanı % 0.42 artmıştır. Bu durum karışık ormanlarımızın karbon stoklarının artması üzerinde etkilidir.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye’de bozuk orman alanı 3251077,86 ha iken 2015 yılında 3220902,43 ha’dır. Yani Türkiye’de bozuk orman alanı % 0.93 azalmıştır. Ankara ili bozuk orman alanı 1990 yılında 1253898 ha iken 2015 yılında 1247020 ha’dır. Yani Ankara ilinde bozuk orman alanı % 0.55 azalmıştır. Bu durum bozuk ormanlarımızın karbon stokları azalması üzerinde etkilidir. Karbon salımının azalması, bozuk ormanların verimli ormanlara dönüştürülmesi nedeniyle meydana gelmiştir yani ormanların iyileştirilmesi durumunda karbon salınımı daha da azalmaktadır.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye’de toplam tarım alanı 1990 yılında 27099021,93 ha iken 2015 yılında 27041351,47 ha’dır. Türkiye’de 1990 yılına göre tarım alanlarımız % 0.93 artmıştır. Ankara iline baktığımızda ise toplam tarım alanı 1990 yılında 14296057 ha iken 2015

yılında 14224570 ha'dır. Yani Ankara ilinde 1990 yılına göre tarım alanlarımız % 0.50 azalmıştır.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye'de tek yıllık bitkiler 1990 yılında 23679113,03 ha iken 2015 yılında 23574452,16 ha olmuştur. Türkiye'de tek yıllık bitkiler 1990 yılına göre % 0.44 azalmıştır. Ankara ilinde tek yıllık bitkiler 1990 yılında 14076655 ha iken 2015 yılında 14001293 ha'dır. Yani Ankara ilinde tek yıllık bitkiler 1990 yılına göre % 0.54 azalmıştır. Bu durum tek yıllık bitkilerin karbon stoklarının azalması üzerinde etkilidir.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye'de çok yıllık bitkiler 1990 yılında 3419908,9 ha iken 2015 yılında 3466899,31 ha olmuştur. Türkiye'de çok yıllık bitkiler % 1.37 artmıştır. Ankara ilinde çok yıllık bitkiler 1990 yılında 219402 ha iken 2015 yılında 223277 ha'dır. Yani Ankara ilinde çok yıllık bitkiler 1990 yılına göre % 1.77 artmıştır. Bu durum çok yıllık bitkilerin karbon stokları artması üzerinde etkilidir. Çok yıllık bitkilerin karbon tutumunu daha fazla olduğu için çok yıllık bitkilerin Türkiye genelinde ve Ankara ilinde artması önem taşımaktadır.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye'de toplam mera alanı 1990 yılında 24179809,69 ha iken 2015 yılında 23981870,91 ha'dır. Yani Türkiye'de 1990 yılına göre mera alanlarımız % 0.82 azalmıştır. Ankara ilinde toplam mera alanı 1990 yılında 7515898 ha iken 2015 yılında 7458660 ha'dır. Yani Ankara ilinde mera alanı 1990 yılına göre % 0.76 azalmıştır. Bu durum meraların karbon stoklarının azalması üzerinde etkilidir.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye'de toplam yönetilen sulak alanlar 1990 yılında 287221,28 ha iken 2015 yılında 467485,47 ha'dır. Yani Türkiye'de 1990 yılına göre yönetilen sulak alanlar % 62.76 artmıştır. Ankara ilinde ise toplam yönetilen sulak alanlar 1990 yılında 257094 ha iken 2015 yılında 285020 ha'dır. Yani Ankara ilinde yönetilen sulak alanlar 1990 yılına göre % 10.86 artmıştır. Yönetilen sulak alanların (örn. baraj ve bentlerin yapımı) Türkiye genelinde ve Ankara ilinde arttığını görüyoruz bu ise karbon tutumunu azaltacağı için tercih edilmemesi gereken bir uygulamadır.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye'de toplam yönetilmeyen yani doğal sulak alanlar 1990 yılında 1346346,39 ha iken 2015 yılında 1342056,86 ha'dır. Yani Türkiye'de 1990 yılına göre yönetilmeyen sulak alanlar % 0.32 azalmıştır. Ankara ilinde ise toplam doğal sulak alanlar 1990 yılında 476120 ha iken 2015 yılında 478605 ha'dır. Yani Ankara ilinde doğal sulak alanlar 1990 yılına göre % 0.52 artmıştır. Doğal sulak alanlarımız Türkiye genelinde azalmaktadır fakat

Ankara ili için artış göstermiştir. Doğal sulak alanlarımızın artması karbon tutumu açısından önemli bir kriterdir.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye’de toplam yerleşim alanı 1990 yılında 813638,78 ha iken 2015 yılında 944968,46 ha’dır. Yani Türkiye’de 1990 yılına göre yerleşimler % 16.14 artmıştır. Ankara ilinde ise toplam yerleşim alanı 1990 yılında 575149 ha iken 2015 yılında 695512 ha’dır. Yani Ankara ilinde yerleşim alanı 1990 yılına göre % 20.93 artmıştır.

NIR raporundaki hesaplamalara göre Türkiye’de toplam diğer alanlar 1990 yılında 1701098,70 ha iken 2015 yılında 1735756,65 ha’dır. Yani Türkiye’de 1990 yılına göre diğer alanlar % 2.4 artmıştır. Ankara ilinde ise toplam diğer alanlar 1990 yılında 518006 ha iken 2015 yılında 502077 ha’dır. Yani Ankara ilinde diğer alanlar 1990 yılına göre % 3.08 azalmıştır.

Yeşil alan oranının bir şekilde artması ile her türlü arazi kullanım tipinde karbon depolanması gerçekleştirilebilir. Araştırma, kapsamındaki Ankara ilinde karbon yutakları 1990-2015 yılları arasında artış göstermiştir hipotezini desteklemiştir.

5.4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ORMANCILIK ANKET DEĞERLENDİRMESİ

Araştırma kapsamında Orman İşletme Müdürlerine iklim değişikliği ve ormancılık anketi düzenlenmiş ve Orman İşletme Müdürlükleri iklim değişikliği ve ormancılık alanında yeterli bilgi ve farkındalığa sahip mi? sorunun yanıtlanmasına yardımcı olmuştur. Orman İşletme Müdürleri iklim değişikliği konusunda yeterli bilgi sahibidir hipotezi sınanmıştır.

Türkiye ormanlarının neredeyse yüzde yüz’ü devlete aittir ve devlet tarafından yönetilmektedir. Orman Genel Müdürlüğü (OGM) sorumluluğundaki devlet kurumunun görevi “orman ve orman kaynaklarını sürdürülebilir bir ekosistem bütünlüğü içinde korumak, yakın bir doğa anlayışıyla geliştirmek, yönetmek ve topluma çok boyutlu faydalar sağlamaktır” (OGM, 2019).

OGM'nin sorumluluğu kırsal alanlarla sınırlı değildir. Orman tanımına giren şehirlerdeki yeşil alanlar da OGM'nin sorumluluğu altındadır. Araştırma kapsamında orman-kent etkileşimini ve ormancılarının rolünü belirlemek için OGM taşra teşkilatındaki 28 Orman Bölge Müdürlüğü yöneticileri üzerine bir anket yapılmış ve 16 Orman Bölge Müdürlüğü’nden 69 Orman İşletme Müdürlüğü anketimize cevap vermiştir.

Orman arazileri hem uyum hem de azaltım yönünden kritik öneme sahiptir. Ormancılık sektöründe iklim değişikliği ile mücadelede azaltım ve uyum konusunda orman ekosistemlerini

etkileyen veya tehdit oluşturan etmenler (yangın, böcek zararı, kurumalar, kaçak kesimler, rüzgar devriği vb.) ile ormancılık sektörü personelinin kendi çalıştığı il/ilçe orman alanlarındaki orman varlığı konusundaki bilgileri ve ormansızlaşmaya neden olan veya olabilecek etmenler incelenmiştir.

Orman İşletme Müdürlerinin çalıştıkları il veya ilçedeki ormanların son 10 yılda (2010-2020) artmakta mı yoksa azalmakta mı olduğu hakkındaki görüşleri sorulduğunda hemen hepsi ormanların artmakta olduğunu, küçük bir kısmı ise ormanların değişmediğini düşünmektedirler. Ankete katılan Orman İşletme Müdürlüklerinin çoğunluğu orman varlığının yüksek ve orman örtüsü açısından zengin olduğu bölgelerde yer almaktadır. Orman işletme müdürleri bölgelerindeki orman örtüsünün kapsamının farkında ancak ormansızlaşmanın olmadığını ve tahmin edilen ormansızlaşmanın nedenleri olarak yol inşaatı, tarım arazisine dönüşüm ve kentsel alanların genişlemesi ile baraj inşaatı yanıtını vermiştir. Fakat arazi örtüsü değerlendirmelerine göre ormansızlaşmanın başlıca nedeni kentsel yayılma ve baraj inşaatı olmuştur ve tarım arazileri net bir düşüş göstermiştir.

Orman yönetimi, karbon tutumunu ve sera gazı (GHG) emisyonunun azaltılmasını sağlar. Adaptasyon ise ekosistemlerin dirençliliğini kapsar. Bununla birlikte, orman ekosistemleri düzenleyici ekosistem hizmetleri sunarak toplumun “uyum”a katkıda bulunması beklenmektedir (Lawler ve diğ., 2013). Düzenleyici ekosistem hizmetleri (hava ve toprak kalitesinin iyileştirilmesi, iklim düzenlemesi, sel ve toprak kaymaları gibi doğal afetlerin azaltılması, toprak ve su koruması gibi) şehirlerdeki olumsuz iklim değişikliği etkilerini azaltmada ve şehirlerin dayanıklılığını artırmada önemli bir role sahiptir (MEA, 2005). Örneğin, ağaçların hava kalitesini iyileştirme işlevi, gölgelik boyutuyla doğru orantılıdır. Geniş taç yapısına sahip geniş yapraklı ağaçların bulunduğu yeşil alanların hava temizleme fonksiyonu yüksektir (Roupsard ve diğ., 2013).

Kentlerin yayılması, gelişmekte olan ülkelerdeki banliyö ve kırsal alanları etkileyen önemli stres faktörlerinden biridir (Catalán ve diğ., 2008, Hamidi ve Ewing, 2014, Hennig ve diğ., 2015, Lopez, 2014, Nazarnia ve diğ., 2016) . Şehirler iklim adaptasyonu için bir tehdit olmasının yanı sıra tipik bir ormansızlaşma mekanizmasıdır. Yeni yol inşaatları ve altyapıları şehirlerin çevresinde büyük ormansızlaşmalara neden olabilir.

69 yöneticinin yüksek çoğunluğu, illerindeki orman örtüsünde net bir artış olduğunu iddia ederken, çoğu ilde orman örtüsü azalmıştır. Bu sorunun olası nedenleri şunlar olabilir; ankete

katılan orman işletme müdürleri orman yönetimi faaliyetlerini (yani restorasyon, rehabilitasyon) ağaçlandırma/yeniden ağaçlandırma olarak değerlendirmiş ve illerindeki net orman örtüsü artışını hesaba katmış olabilirler. Bu aynı zamanda OGM ağaçlandırma/yeniden ağaçlandırma politikaları için de geçerlidir. Orman arazilerindeki rehabilitasyon veya restorasyon faaliyetleri, ağaçlandırma/yeniden ağaçlandırma olarak hesaba katılır. Bununla birlikte, ağaçlandırma arazi kullanımının ormana geçişini içerir ve ormansızlaşma bunun tersidir. Ayrıca il merkezlerinin yeşil alan örtüsü oranları, illerdeki orman örtüsü oranları ile paralel değildir. Bu, ankete katılanlar arasında kafa karışıklığına neden olmuş olabilir.

Ekosistemlerin insanlara sağladıkları faydalar olarak tanımlanan ekosistem hizmetleri bir kentin iklim değişikliğine uyum ve azaltım yönünden durumunu gösteren bir indikatördür. Ekosistem hizmetlerini sürdürülebilir bir şekilde sağlamak için, nüfus artışı artan yeşil alanlarla paralel gitmelidir. Bununla birlikte, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki mevcut eğilim, şehirlerde artan nüfus yoğunluğu ile kişi başına düşen yeşil alanların azaldığını göstermektedir. Buna örnek olarak Türkiye'nin toprak örtüsü oldukça hızlı bir şekilde değişmektedir ve maalesef ülkenin yeşil alanlarını arttırmaya yönelik değişiklikler gerçekleşmemektedir. Kentsel alanlardaki şehir merkezlerinde tarım alanları genişlerken il ölçeğinde mera ve bozuk orman alanları genişlemektedir. Arazi örtüsü değişikliği iklim uyum ve azaltım dâhil olmak üzere, insanların geçim kaynakları, tarımsal üretim ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği gibi çeşitli sonuçları olabilir. Orman İşletme Müdürleri görev yaptığı il veya ilçedeki yeşil alan oranı halkın ihtiyaçlarına (rekreasyon, odun hammaddesi vb. gibi) karşılamada yeterli olduğu yönünde görüş bildirmiştir.

Yeşil alanlar, ekosistem değerlerini ve işlevlerini koruyan doğal, yarı doğal ve kültürel alanları birbirine bağlayabilir (McMahon ve Benedict, 2000). Bu ağların ekosistem hizmetleri, iklim değişikliğinin toplumlar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabilir ve kentsel alanların dış etkilere karşı direncini artırabilir. Sel, toprak kayması ve kuraklık dâhil olmak üzere suyla ilgili etkenler, özellikle kentsel alanlarda olmak üzere ülkenin büyük kesimlerinde yaygındır. Örneğin, 1950-2019 döneminde Ankara ve Sivas'ta sırasıyla 156 ve 319 sel olmuştur, yani yılda ortalama ikiden fazla sel meydana gelmiştir (AFAD, 2020). Sel risklerini yönetmede yeşil altyapının etkinliğine dair sınırlı deneyimsel kanıt vardır. Law ve diğ. (2017), yeşil çatılar ve ağaç dikimleri gibi yeşil altyapı türlerinin özünde etkili olabileceğini, ancak kapalı bir yeşil gölgelik yapısının çok faydalı olacağını belirtmişlerdir.

Yeşil alanlar, kentsel sıcaklıkların düzenlenmesinde önemli bir faktördür. Bitkiler, özellikle ağaçlar, mikro iklim düzeyinde tespit edilebilir bir etkiye sahip olabilir. Kentsel alanların çevrelerindeki alanlardan daha yüksek atmosferik veya yüzey sıcaklıkları sahip olması kentsel ısı adası olarak tanımlanmaktadır (Chang, Y ve diğ., 2020; Arnfield, 2003; Li ve diğ., 2018b; Li ve diğ., 2019; Oke, 1988). Kentsel ısı adası birçok kent merkezinde kritik bir sorun olduğundan çok önemlidir. Şehir sakinleri için sağlık risklerine ve hatta ölümlere neden olabilir (Chang, Y ve diğ., 2021). Boston Metropolitan Alan'ın günlük döngüsü boyunca yüzeysel kentsel ısı adalarının özelliklerini araştıran bir araştırmaya göre, yüzeydeki kentsel ısı adalarının yoğunluğu, yeşil alanların yoğunluğuna bağlı olarak kent merkezi ve banliyö alanlarında farklı günlük modellere sahiptir (Chang, Y ve diğ., 2021).

Dünyada yeşil altyapı stratejileri geliştiren, planlayan ve uygulayan şehirler vardır. Bazı örnekleri aşağıda verilmiştir:

- Boston'daki (ABD) Zümrüt kolye formu bir park sistemidir. Nehir koridorları ve doğrusal parklar, yaklaşık 445,06 hektarlık yaya ve bisiklet yollarını içeren doğa temelli çözümlerle doğal ekosistemleri korumayı amaçlar ve dokuz parkı birbirine bağlayarak şehrin sakinlerini doğayla buluşturur.
- Greening Sydney Planı, kentin ağaç ve bitki örtüsü biçimini geliştirmek, genişletmek ve kentsel ekoloji ve biyoçeşitlilik için habitatın genişletilmesi ve iyileştirilmesi için öncelikli önlemler yoluyla, Çevre Yönetim Planının hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunur. Sidney'de, kanopi örtüsünü 2030'da % 50 ve 2050'de % 70 artırmayı planlanıyor. Şehir, ülkenin kentsel alanlarda yoğundur ve 380 hektardan daha az açık alan vardır (toplam arazi alanının yüzde 14'ü). Kişi başına 22 metrekareden az açık alan düşer yani güvenli bir toplumun ihtiyaçlarını karşılamada açık alan ve kamusal alanın önemi kritiktir.
- 2010 yılında Avrupa'nın ilk yeşil başkenti ünvanını alan Stockholm'de, 1976'da Şehrin çevre kalitesini iyileştirme çalışmaları sürmektedir. Son zamanlarda halkın %95'i 300 metreden daha yakın yeşil alanlara erişim sağlıyor. Ayrıca Stockholm şehri, iklim değişikliğine karşı bir İklim-Akıllı Model geliştirmiştir.
- Açık alan ve park sistemi yaklaşımı için hazırlanan planlar, Londra'nın yeşil alanları ile yakın çevresi arasında bir bağlantı kurmayı hedeflemektedir. Londra'nın yeşil alanları şehrin % 47'sine ve açık alanların oranı % 60'a ulaşmaktadır.

- Portland şehri, ABD'deki en kapsamlı ve gelişmiş yeşil altyapıyı gerçekleştiren şehirlerden biridir. Yeşil sokak projesi, yeşil koridorlar oluşturarak, biyolojik çeşitliliği artırarak ve yağmur suyu projelerini yöneterek projeyi ve sonuçlarını iyileştirir. Böylece ağaçların taç örtüsü şehrin % 26'sına yükseltilmiştir.

Pek çok şehirde yeşil altyapının sağladığı ekosistem hizmetlerinin seviyesi tahmin edilmekte ve kentsel ekolojiyi iyileştirmek ve yaşam kalitesini artırmak için çözümler önerilmektedir. Orman örtüsünü ve kentsel yeşil alanları artırmak için yeterli ve güvenilir veri ve bilgiye ihtiyacımız vardır. Orman hizmetinde karar vericiler bu konuda önemli bir role sahiptir.

Akarsu kıyı ekosistem yönetimi, ekosistem hizmetlerini ve iklim adaptasyonunu geliştirmek için önemli bir araçtır (Capon ve diğ., 2013; Seavy ve diğ., 2009). Orman İşletme Müdürlerinin bulunulan il veya ilçede yer alan akarsu kıyı ekosistemlerinin hem görünüş hem de gölge yapma, habitat oluşturma, erozyonu önleme, suyu filtre etme fonksiyonları anlamında nasıl olduğu konusunda işletme müdürlüğünün görüşleri sorulduğunda yöneticilerin çoğu, nehir kenarı koridorlarının ve ekosistemlerinin sağlıklı ve işlevsel olduğuna inanırken, yalnızca yüzde 1.45'inin fikri yoktur yanıtını vermişlerdir. Bu, yöneticilerin akarsu kıyı ekosistemlerinin durumunun farkında olduğu anlamına gelir. Yönettikleri ormanların sağladığı ekosistem hizmetlerine verilen yanıtlarda göreceli bir homojenlik vardır. Ormanların en önemli fonksiyonunun ise toprak koruma, bunu takiben odun hammadde üretme önemli bir hizmeti olarak kabul edildi. Su üretme ve rekreasyon ise ormanların fonksiyonlarında eşit seviyede olduğu görülmüştür. Odun dışı ürünler ise en az tercih edilen yanıt olmuştur.

Orman işletme müdürlerinin iklim değişikliği konusundaki farkındalıkları ve algıları doğrudan ve dolaylı sorularla değerlendirilmiştir. Pek çok yönetici, iklim değişikliği konusunda orta veya yüksek düzeyde bilgi sahibi olduğunu ve zaman zaman iklim değişikliği sorunlarıyla karşılaştıklarından bahsetmiştir. Ormancılığı da önemli azaltım sektörü olarak görmektedirler. Grup, adaptasyonu çoğunlukla İklim değişikliği nedeniyle artması beklenen zararlar (yangın, böcek, fırtına vb.) ve ormanların değişen sıcaklık ve yağış koşullarına uyum sağlaması olarak tanımlamaktadır.

Blennow ve diğ. (2020), orman uzmanlarının ülkelerindeki ormanlar üzerindeki belirli iklim değişikliğinin etkileri konusunda bilim adamlarından daha değer odaklı olup olmadığını ve bunun değer kutuplaşmasına yol açıp açmadığını araştırmıştır. Avrupalı orman uzmanlarının ve bilim adamlarının bölünmüş değerlere sahip olmadıklarını ancak aralarında çok az boşluk

olduğunu bulmuşlardır. Bununla birlikte, orman uzmanlarının Avrupa ülkeleri genelinde iklim değişikliğinin etkileriyle ilgili olarak tahmin ettikleri değerlerinde dikkate değer farklılıklar vardır. Biyoçeşitlilik ve enerji üretimi ile ilgili beklentiler çoğunlukla olumludur, kereste üretimi, ekonomik getiriler ve düzenleyici ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerle ilgili beklentiler dışında çoğunlukla olumsuzdur.

İklim adaptasyonunu çoğunlukla dış etkenlerin artışı yani iklim değişikliği nedeniyle artması beklenen zararlar (yangın, böcek, fırtına vb.) ve orman yangınları olarak görmüşlerdir. Orman ekosistemlerini etkileyen en önemli dış etken beklendiği gibi, tüm ülkede yaygın bir etken olan orman yangınlarıdır. Dikkate alınması gereken noktalardan biri de kaçak kesimlerdir; çünkü buna karşı ciddi önlemler vardır. Kaçak kesim, yıllar önce durdurulmuş bir etken olarak kabul edilir. Orman yöneticileri de yönettikleri ormanların birden fazla stres etkeni altında olduğunu belirtmişlerdir.

Williamson ve diğ. (2019) yılında Kanadalı ormancılardan iklim değişikliğine uyumunu araştırdılar ve organizasyonel değişikliklerin uygulanmasını önerdiler. Ormancılığın iklim değişikliğine uyum sağlaması için politika, uygulama ve yaklaşımların değiştirilmesi, araçların geliştirilmesi ve rehberlik ve eğitim sağlanması gerektiğini tespit etmişlerdir. Türkiye'deki ankete katılan orman yöneticileri grubu, kendilerini en azından orta düzeyde iklim değişikliği konusunda bilgili bulmaktadırlar, ancak kurum ölçeğinde bir iklim adaptasyonu politikası uygulanmadığından ve ilgili kapasite geliştirme faaliyetleri sağlanmadığından, iklim adaptasyonu farkındalık düzeyi düşük olabilir. Orman işletme müdürleri hizmetleri sırasında iklim değişikliği ile ilgili sorunlarla karşılaştıklarını belirtmişlerdir.

Sonuçlar ayrıca yöneticilerin üretim odaklı olmadığını göstermektedir. Ekosistem hizmetlerini dengeli bir şekilde ele alırlar ve yönettikleri ormanların halkın talebini karşıladığını düşünmektedirler.

Soucy ve diğ. (2020), Amerika Birleşik Devletleri, Maine'deki iki ormancılık grubunun çevrimiçi anketini gerçekleştirmiştir. İklim değişikliği risk algılarını, sosyo-kültürel etkilerini, bilgi kaynaklarını, öz yeterliklerini, engelleri, adaptasyona yönelik teşvikleri ve yönetim stratejilerini karşılaştırmak için orman uzmanlarını ve küçük orman sahiplerini araştırdılar. Orman uzmanlarının pazara dayalı faydalarla daha çok ilgilendiği tespit edilmiştir. Orman ekosistemleri üzerinde güçlü bir etki unsuru olarak her iki grubu da iklim değişikliği konusunda

değerlendirmek çok önemlidir. Bu bilgi karmaşıklığı, verimli adaptasyon için kritik bir sınırlamadır.

İklimle ilişkin tepkiler, Sousa-Silva ve diğ. (2018) tarafından AB bölgesinde gerçekleştirilen benzer bir çalışma ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmadaki yazarlar, ormancılarının % 73'ünün iklim değişikliğinin ormanlarını etkileyeceğini düşündüğünü, ancak yalnızca % 36'sının yönetim uygulamalarının iklim değişikliği ve iklim kaynaklı etkilere yanıt verecek şekilde değiştirildiğini düşündüğünü bildirmiştir.

Orman yöneticilerinin büyük bir çoğunluğu kentleşmede yeşil alanların dikkate alındığını düşünmektedir. Grubun üçte biri bunu yeşil alanların dikkate alındığı planlı bir kentleşme olarak tanımlamakta ve yüzde 59.42'si yeşil alanların hesaba katılmadığını düşünmektedir. Şehir merkezlerindeki kentleşme eğilimini yeşil alanları göz ardı edenlerin oranı yani yeşil alanların azaldığı bir çarpık kentleşme olarak tanımlayanların oranı sadece yüzde 7.25'tir. Orman İşletme Müdürlerinin çalıştığı ilde son 10 yıldaki kentleşme profilini nasıl tanımladıkları sorulduğunda ise yarısından fazlası yeşil alanların yeterince dikkate alınmadığı ama çok da azalmadığı bir kentleşme olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, orman işletme müdürlerinin görüşleri dolaylı iklim değişikliği sorunlarıyla, özellikle ormansızlaşma ve kentsel yeşil alanlarla ilgili olanlar ile uygun bir şekilde örtüşmeyebilir. Bu uyumsuzluk iki nedenden kaynaklanıyor olabilir; (1) yöneticilerin sık sık yer değişmesi (rotasyona tabi olmaları); ve (2) onlarca yıldır arazi/ arazi kullanımındaki değişiklikleri fark etmeyebilirler. İkinci neden, orman ve orman alanı tanımlarında karışıklık olabilir. Türkiye'de Orman Genel Müdürlüğü orman örtüsü olarak orman arazi kullanımını uygulamaktadır, bu durumda orman örtüsü söz konusu orman arazisi üzerinde genişleyebilir ya da daralabilir. Wolff ve Haase (2019) göre, AB şehirlerinde yerleşim yoğunluğu ile kentsel yeşil alanlar arasındaki ilişki dönüm noktalarına işaret etmekte ve yeşil alanlar belirli yerleşim yoğunluklarında azalabilmektedir.

Öte yandan, çalışma orman yöneticilerinin çoğunun ormancılığın iklimin azaltılmasında birincil sektör olduğunu düşündüğünü, ancak illerinde bir iklim değişikliği eylem planının varlığından haberdar olmadığını ortaya koymuştur.

Ormancılığın diğer disiplinlerle karşılaştırıldığında ayırt edici özelliği, on yıllara kadar uzayabilen üretim süresidir. Uzun rotasyon dönemleri, yalnızca sağlam bilgi ve verilerle mümkün olan uzun vadeli planlama gerektirir. Sağlam ve sürdürülebilir bir ormancılık sektörüne sahip olmak ve orman yöneticilerinin doğrudan ve dolaylı iklim değişikliğiyle ilgili

farkındalıklarının arttırılmasını sağlamak için il ve bölge düzeyindeki çabaların artırılması ve geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Türkiye, AB'ye aday bir ülkedir ve yakın gelecekte daha güçlü iklim politikalarına doğru ilerlemesi gerekecektir. Dahası, iklim değişikliği senaryoları, ülkenin ormanlarını tehdit eden dış etkenlerin artışa işaret etmektedir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için ormancılık yöneticilerinin iklim değişikliği ormancılık etkileşimi konusunda daha güçlü bir bilgi ve farkındalığa sahip olması gerekmektedir.

Türkiye’de orman sektör çalışanlarının orman korumaya yönelik aktiviteler yaparak veyahut orman yönetimine yönelik üretim yaparak sürdürülebilir orman yönetimine katkıda bulunur fakat bu faaliyetlerin ne kadarı korumaya ya da ne kadarı yönetime yöneldiği Türkiye’nin Ulusal Katkı Beyanı (INDC)’nda açık ve net ifadelerde belirtilmemiştir.

Türkiye ormanlarında yaş sınıfları değerlendirilmesi de yapılması gerekmektedir karbon stokunun önümüzdeki 10 yıl içindeki değişimini anlamak için mevcut orman yapısı ve yaş sınıfları üretim rakamları hepsinin bir model kapsamında değerlendirilmesi gerekir. Yaş sınıflarının ormanlarının daha yaşlı safhalara geçmesi karbon tutumunda negatif etki yaratabilir Karbon stok artımına yönelik orman yaklaşımı ve politikası belirlenmelidir. Bu durumda ormanların ortalama yaş sınıfları ve projeksiyonlarını bilmek durumundayız ki 2030 azaltımı tahmin edebilelim.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) 2030 yılı için karbon stoklarının değişimini değerlendirmesi gerekir. Ayrıca fayda-maliyet analizi yaparak en uygun azaltım seçeneklerinin uygulanması gerekmektedir.

Fayda-maliyet analizi ile ilgili elimizde sadece Bouyer ve Serengil 2016 yayını bulunmaktadır. Buna göre orman yönetiminin fayda-maliyet oranı daha yüksek görünmektedir. Dolayısıyla ağaçlandırma yerine orman yönetimi seçeneğinin düşünülmesi daha yerinde olabilir. Fakat diğer azaltım seçenekleri de söz konusu olabilir örneğin mera ıslahı veya sulak alanlarla yapılabilecek bazı faaliyetler düşük maliyetli yüksek karbon sağlayabilir. Tüm bunların güncel rakamlarla dikkate alınacağı güncel bir fayda-maliyet analizinin yapılarak azaltım stratejilerinin buna göre belirlenmesi doğru olacaktır.

Sonuç olarak, il ve bölge düzeylerinde çabaların artırılması için orman yöneticilerinin iklim değişikliği ile ilgili doğrudan ve dolaylı konulardaki farkındalığının artırılması gerektiği

sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar Orman işletme müdürleri iklim değişikliği konusunda yeterli bilgi sahibidir hipotezini desteklememektedir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez kapsamında birbirini tamamlayıcı 4 farklı bileşen yer almıştır. Bunlar;

- i. İklim strateji ve eylemlerinde uyum, ormancılık ve havza kavramlarının yerinin belirlenmesi.
- ii. Ormancılık sektöründe sahadaki yöneticilerin iklim değişikliği farkındalığının ortaya konulması,
- iii. İklim adaptasyon ve azaltımı konusunda Ankara örneği için entegre bir risk değerlendirmesi yanında,
- iv. Karbon stok değişiminin zamansal analizidir.

Bu bileşenler birlikte uygulandığı takdirde herhangi bir ilimizin azaltım ve uyum eylem planları için sağlam bir temel oluşturulmuş ve genellikle gözardı edilen arazi kullanma sektörü daha detaylı ve net biçimde planlara dâhil edilmiş olacaktır. Özellikle kent ölçeğinde, iklim eylem planları ve stratejileri oluşturulurken havza ölçeğinin dikkate alınması hem afet yönetimi hem de uyum bakımından son derece önemlidir. Örneğin orman yangınlarının frekans ve şiddetinin artması havza ile ilişkili bir sorun gibi görünmese de aslında baraj veya göl havzalarındaki yangınların başta erozyon ve karbon emisyonuna negatif etkileri olduğu göz ardı edilemez.

Kısaca özetlersek, İklim Eylem Planı ve Stratejilerinde ölçek seviyesi yerelden ulusala gitse de yerel ölçek ele alınırken mülki sınırlar yanında havza sınırları da ele alınmalıdır. Öncelikle söz konusu yerleşim alanının risk ve kırılganlık değerlendirmesinde içerisinde yer aldığı havzalar ve havza sistemlerinin analiz edilmesi ve bu çerçeveden yola çıkılması yararlı olacaktır. Ankara örneğinde, ilgili ana havzalardaki çevre sorunları ve özellikle hidrolojik sistem incelenmeli, afet riskleri ve atmosferik etkenler Ankara ili ile bağlantılı olarak ele alınmalıdır. Ankara şehir merkezi ve ilçelerinin havzaların hangi bölümlerinde yer aldıkları ve buna bağlı olarak risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Ankara ilinin her iki ana havzanın yukarı havza kesiminde yer alması havzaların Ankara'yı etkileme potansiyelinden çok, Ankara ilindeki yerleşimlerin havzaları etkileme potansiyelini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada 1/1000 ve üstü ölçeklerde bir değerlendirme yer almamış, bu ve daha büyük ölçeklerdeki alt çalışmalar Kent ve Peyzaj plancılara bırakılmıştır.

Araştırmada özellikle kentlere odaklanılmıştır zira dünya nüfusunun yüzde 55'inden fazlası kentsel alanlarda yaşamakta ve 2050 yılına kadar bu oranın yüzde 68'e çıkması beklenmektedir (UN-Habitat, 2018). 2050'de şehirlerde 2.5 milyar daha fazla insanın yaşayacağı tahmin edilmektedir. Paris İklim Değişikliği Anlaşması, küresel ısınmayı sınırlandırarak ve uyum sağlayarak daha sağlıklı, güvenli ve refah bir geleceği hedeflemektedir. Anlaşmanın 7. ve 8. maddeleri uyum ve azaltıma eşit ağırlık verilmesini öngörmektedir (UN, 2015).

Kentsel uyum konularının etkin bir şekilde ele alınması genellikle şehir düzeyinde ve birçok ülkede sadece seçilen şehirler için olmuştur. Çoğu ülkede hala çok fazla çalışılmaya ihtiyaç duyulmasına rağmen, kentsel ve iklim değişikliği konularının entegrasyonu konusunda yeterli düzeyde ilerleme kaydedilememiştir. Örneğin, UN-Habitat'ın Paris Anlaşması kapsamındaki ulusal katkı beyanları (NDC) araştırmasına göre, ülkelerin yaklaşık üçte ikisi (direk ya da dolaylı olarak) Ulusal Katkı beyanlarında kentsel alanlarla ilgili bildirim yapmıştır. 164 ülkeden 113'ü kentleşmeyi uyum kapsamında ele almıştır. Bu katkı beyanlarının ulusal planlara ve stratejilere dönüştürülmesi önümüzdeki yıllarda çok önemlidir (UN-Habitat, 2018). Kentsel alanlarda adaptasyonun ihmal edilmesi, iklim değişikliğine adaptasyonu gelecekte daha zor hale getirecektir.

Kentlerde, iklim değişikliğine direnci arttırmaya yönelik yatırımların düşük karbonlu kalkınma için önemli fırsat oluşturma kapasitesi de vardır. Şehirlerin artan ekonomik ve nüfus artışıyla aynı zamanda yoğunluğu azaltma eğilimini sürdürdüğü varsayıldığında, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kentsel arazi örtüsünün, 2030 yılına kadar 2000 yılına göre yüzde 56 ile 310 arasında artacağı beklenmektedir. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) Beşinci Değerlendirme Raporu, önümüzdeki yirmi yılın altını çizerek kentsel alanlarda iklim eylemi için bir fırsat penceresi sunduğunu vurguladı. Bu nedenle, IPCC'ye göre “önümüzdeki yirmi yıl, kentsel alanlarda azaltım için bir fırsat penceresi çünkü bu dönemde dünyanın kentsel alanlarının büyük bir kısmı gelişecek” (IPCC, 2014). Ayrıca, IPCC'nin Küresel Isınma 1.5 °C raporunda belirttiği gibi arazi, enerji, sanayi, bina, ulaşım ve şehirlerde “hızlı ve geniş kapsamlı” dönüşümler kritik öneme sahiptir (IPCC, 2018).

Farklı kaynak ve sera gazı emisyon seviyeleri hakkındaki veriler, en etkili çözümleri ve iklim değişikliğini azaltım seçeneklerini bulmayı sağlayacaktır. Şehirlerin emisyonlarının hesaplanması, şehirlerin iklim değişikliğine ve küresel ve ulusal azaltım çabalarına ne gibi katkılar sağladığını daha iyi anlamamıza ve şehirlerin emisyon azaltım hedefi belirlemelerine yardımcı olmaktadır. Farklı şehirler arasındaki emisyon seviyelerinin karşılaştırılması bilgi

paylaşımını teşvik edebilir ayrıca yatırım için dikkate alınmalıdır. Kentsel alanlar sera gazı (GHG) emisyonlarının kilit kaynaklarıdır ve iklim değişikliğine karşı da son derece hassastır. IPCC Beşinci Değerlendirme Raporu, iklim değişikliğine uyum ve azaltım için kentsel alanlardaki stratejiler hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir (Solecki ve diğ., 2015).

Çalışma şehirlerde iklim değişikliği ile mücadeleyi hem emisyon azaltım/tutum hem de uyum kapsamında güçlendirecek entegre bir yaklaşımın geliştirilmesine yöneliktir. Böylece kentsel alanlarda iklim değişikliği ile mücadeleye yeni bir bakış açısı kazandırmaktır. Bu kapsamda azaltım ve uyum faaliyetlerinin havza ölçeğinde nasıl ilişkilendirilebileceği ve odaklanabileceği ortaya konulmuştur.

İklim değişikliği nedeniyle artan afet olaylarının hemen hepsi su döngüsü ve arazi yönetimi ile ilişkili olduğundan “iklim değişikliğine uyum” kavramı aslında arazinin doğru yönetimi ile yakından ilişkilidir. Bu da havza bazında ve havza yönetimi ile çözümlenebilecek bir sorun olarak ele alınmıştır. Yani havza ölçeğini ve yönetim yaklaşımını iklim değişikliği ile mücadelede etkili bir araç olarak geliştirmeyi hedeflemektedir.

Buna göre iklim değişikliği ile mücadele kapsamında Ankara ili ve yer aldığı havzalardaki sorunlar değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında azaltım yani emisyon azaltım/tutum hesaplamaları Ankara ilinde daha hassas ölçekte havza bazına indirgenmiştir. Böylece iklim değişikliği ile mücadelenin kentsel alanlarda iki temel dayanak (azaltım ve uyum) üzerinde havza yönetimi kapsamında ele alınmasını öngörmektedir. Kentlerin iklim değişikliği ile mücadelede iklim değişikliği eylem ve strateji planlarının ilin yer aldığı havza bazında ve havza ölçeği ve yaklaşımını baz alarak uygulanması gerekliliğini önermekteyiz.

İklim değişikliğine uyum değerlendirmesinde havza yaklaşımı ile bir bölgenin hem iklim değişikliğine karşı kırılganlık ve risk düzeyi belirlenmeli hem çevre hem de sosyal yapı planlamaya dâhil edilmelidir. Böylece arazi planlamasında ileri bir seviye kaydedilebilir ve iklim değişikliği kaynaklı afet olaylarının yönetiminde daha bilinçli ve farkındalıkla planlar oluşturulabilir.

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen meta analiz sonuçları ormancılığın iklim eylem ve stratejilerine özellikle azaltım hedeflerini içeren dökümanlara dahil edildiğini, fakat havza ve doğa temelli çözümler gibi alt konuların yeterince yer almadığını ortaya koymuştur. Burada orman teşkilatlarına da görev düşmektedir zira ormancılığın iklim değişikliği ile olan etkileşimi

sektör içinde bile yeterince iyi anlaşılamamıştır. Anket sonuçlarına göre orman teşkilatında iklim değişikliği konularında eğitim ihtiyacı olduğu belirlenmiş, ayrıca farkındalık konusunda da eksikler olduğu anlaşılmıştır.



KAYNAKLAR

- AECOM, (2013). Supporting evidence-based adaptation decision-making in the Australian Capital Territory: A synthesis of climate change adaptation research, Gold Coast: National Climate Change Adaptation Research Facility.
- AFAD, (2020). 2019 Yılına Bakış ve Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri.
- AFAD, (2008). <https://www.afad.gov.tr/afet-haritalari>
- Aerts, J. C., Botzen, W. W., Emanuel, K., Lin, N., De Moel, H., & Michel-Kerjan, E. O. (2014). Evaluating flood resilience strategies for coastal megacities. *Science*, 344(6183), 473-475.
- Afionis, S., Sakai, M., Scott, K., Barrett, J., Gouldson, A. (2017). Consumption-based carbon accounting: does it have a future? *Wiley Interdiscip. Rev.: Clim. Change* 8 (1), 1e19. <https://doi.org/10.1002/wcc.438>.
- Akbari, H., Cartalis, C., Kolokotsa, D., Muscio, A., Pisello, A. L., Rossi, F., ... & Zinzi, M. (2016). Local climate change and urban heat island mitigation techniques—the state of the art. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22(1), 1-16.
- Albrecht, J., Arts, B. (2005). Climate policy convergence in Europe: An assessment based on National Communications to the UNFCCC. *Journal of European Public Policy* 12, 885-902.
- Aldunce, P., Handmer, J., Beilin, R., Howden, M. (2016). Is climate change framed as ‘business as usual’ or as a challenging issue? The practitioners’ dilemma. *Environ. Planning C: Government Policy* 34, 999–1019.
- Alexander, Serena E. (2020). Harnessing the opportunities and understanding the limits of state level climate action plans in the United States. 0264-2751 2020 Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102622>. *Cities* 99 (2020) 102622. ScienceDirect 2020.
- Amundsen, H., Hovelsrud, G.K., Aall, C., Karlsson, M., Westskog, H. (2018). Local governments as drivers for societal transformation: towards the 1.5°C ambition. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 31, 23–29. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.12.004>.
- Anderson, M. G., ve Holcombe, E. (2013). Community-based landslide risk reduction: managing disasters in small steps. World Bank Publications.
- Andrade, J.C.S., Dameno, A., Perez, J., de Andres Almeida, J.M., Lumbreras, J. (2018). Implementing city-level carbon accounting: a comparison between Madrid and London. *J. Clean. Prod.* 172, 795e804. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.163>.
- Andrade, M. d. F; P. Kumar; E. D. de Freitas; R. Y. Ynoue; J. Martins; L. D. Martins; T. Nogueira; P. Perez-Martinez; R. M. de Miranda; T. Albuquerque; F. L. T. Gonçalves; B. Oyama; Y. Zhang. (2017). Air quality in the megacity of São Paulo: Evolution over the last 30 years and future perspectives. *Atmospheric Environment* 159, 66–82.

- Anguelovski, I., Shi, L., Chu, E., Gallagher, D., Goh, K., Lamb, Z., Reeve, K., Teicher, H. (2016). Equity impacts of urban land use planning for climate adaptation: critical perspectives from the global North and South. *J. Plan. Educ. Res.* 36, 333–348. <https://doi.org/10.1177/0739456x16645166>.
- Anguelovski, I., Carmin, J. (2011). Something borrowed, everything new: innovation and institutionalization in urban climate governance. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 3, 169e175.
- Araos, M., Berrang-Ford, L., Ford, J.D., Austin, S.E., Biesbroek, R., Lesnikowski, A. (2016). Climate change adaptation planning in large cities: a systematic global assessment. *Environ. Sci. Pol.* 66, 375–382. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.009>.
- Archie, K., Chapman, R., & Flood, S. (2018). Climate change response in New Zealand communities: Local scale adaptation and mitigation planning. *Environmental Development*.
- Archie, K.M. (2014). Barriers to Planning and Hurdles to Implementation in the Southern Rocky Mountain Region of North America. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change* 19 (5), 569–587.
- Archie, K.M., Dilling, L., Milford, J.B., Pampel, F.C. (2014). Unpacking the 'information barrier': Comparing perspectives on information as a barrier to climate change adaptation in the interior mountain West. *Journal of Environmental Management* 133, 397-410.
- Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*, 23(1). <https://doi.org/10.1002/joc.859>
- Arnott, J.C., Moser, S.C., Goodrich, K.A. (2016). Evaluation that counts: a review of climate change adaptation indicators and metrics using lessons from effective evaluation and science-practice interaction. *Environ. Sci. Pol.* 66, 383–392. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.017>.
- Atun, F. (2018). Chapter 26 - Barriers to Societal Response and a Strategic Action Plan Toward Climate Change Adaptation and Urban Resilience in Turkey, *Smart, Resilient and Transition Cities*, Elsevier, 2018, Pages 209-213, ISBN 9780128114773, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811477-3.00026-2>.
- Aylett, A. (2015). Institutionalizing the urban governance of climate change adaptation: results of an international survey. *Urban Climate* 14, 4–16
- Azevedo, Isabel., Horta, Isabel., Leal, Vítor M.S. (2017). "Analysis of the relationship between local climate change mitigation actions and greenhouse gas emissions – Empirical insights," *Energy Policy*, Elsevier, vol. 111(C), pages 204-213.
- Bai, X., Dawson, R. J., Ürge-Vorsatz, D., Delgado, G. C., Barau, A. S., Dhakal, S., ... Schultz, S. (2018). Six research priorities for cities and climate change. *Nature*, 555(7694), 23–25.
- Baker, I., Peterson, A., Brown, G., & McAlpine, C. (2012). Local government response to the impacts of climate change: An evaluation of local climate adaptation plans. *Landscape and Urban Planning*, 107(2), 127–136. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.05.009>.

- Barker, A., Clay, G., Rothwell, J., Gilchrist, A., Tantanasi, I., Morrison, R., & Payne, S. (2019). Understanding GreenInfrastructure at Different Scales: a signposting guide. The University of Manchester. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26366.95045>
- Barrera, F., Reyes-Paecke, S., Banzhaf, E. (2016). Indicators for green spaces in contrasting urban settings. *Ecological Indicators*, Volume 62, 212-219
- Bazzaz, et al. (2019). A summary for urban policymakers: What the IPCC special report on global warming 1.5 °C means for cities. <https://doi.org/10.24943/SCPM.2018>.
- Berry PM, Brown S, Chen M, Kontogianni A, Rowlands O, Simpson G, et al. (2014). Crosssectoral interactions of adaptation and mitigation measures. *Clim Change* 2014; 128:381–93. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1214-0>.
- Bertoldi, P. (2018). Guidebook ‘How to Develop a Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)’. Part 1 - the SECAP Process, Step-by-Step towards Low Carbon and Climate Resilient Cities by 2030. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Bertrand, F. (2013). L’institutionnalisation locale des politiques climatiques en France. In: Rocher, L. (Ed.), *Les territoires face aux changement climatiques. Une premiere generation d’initiatives locales*. Peter Lang, Bruxelles, pp. 25–71. <https://doi.org/10.3726/978-3-0352-6360-2>.
- Bertoldi, P., Kona, A., Rivas, S., Dallemand, J.F. (2018). Towards a global comprehensive and transparent framework for cities and local governments enabling an effective contribution to the Paris climate agreement. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 30, 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.03.009>.
- Biello, D. (2014). Climate change will be solved in cities – or not at all. *Scientific American*.
- Bierbaum, R., Smith, J.B., Lee, A., Blair, M., Carter, L., Chapin, F.S., Fleming, P., Ruffo, S., Stults, M., McNeeley, S., Wasley, E., Verduzco, L. (2013). A comprehensive review of climate adaptation in the United States: more than before, but less than needed. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang.* 18, 361–406. <https://doi.org/10.1007/s11027-012-9423-1>.
- Biesbroek, G.R., Swart, R.J., van der Knaap, W.G.M. (2009). The mitigation-adaptation dichotomy and the role of spatial planning. *Habitat Int.* 33 (3), 230–237.
- Birkmann, J., Welle, T., Solecki, W., Lwasa, S., Garschagen, M. (2016). Boost resilience of small and mid-sized cities. *Nature News*, 537(7622), 605.
- Blennow, K., Persson, J., Gonçalves, L. M. S., Borys, A., Dutcă, I., Hynynen, J., ... & Reyser, C. P. (2020). The role of beliefs, expectations and values in decision-making favoring climate change adaptation—implications for communications with European forest professionals. *Environmental Research Letters*, 15(11), 114061.
- Bonamente, E., Rossi, F., Coccia, V., Pisello, A. L., Nicolini, A., Castellani, B., ... & Santamouris, M. (2013). An energy-balanced analytic model for urban heat canyons: comparison with experimental data. *Advances in building energy research*, 7(2), 222-234.
- Bosello F, Carraro C, De Cian E. (2010). Climate policy and the optimal balance between mitigation. *Adaptation and Unavoided Damage* 2010;1(2):71–92. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1594636>.

- Bouyer, O., Serengil, Y. (2016). Carbon Stored in Harvested Wood Products in Turkey and Projections for 2020. *Journal of Faculty of Forestry*. Volume 66, No:1, 295-302.
- Buhaug, H., & Urdal, H. (2013). An urbanization bomb? Population growth and social disorder in cities. *Global Environmental Change*, 23(1), 1–10.
- Bulkeley, H., & Betsill, M. M. (2013). Revisiting the urban politics of climate change. *Environmental politics*, 22(1), 136-154.
- Busayo, E. T., Kalumba, A. M., & Orimoloye, I. R. (2019). Spatial planning and climate change adaptation assessment: Perspectives from Mdantsane Township dwellers in South Africa. *Habitat International*, 90, 101978.
- Brooks, S. (2017). No, cities are not actually leading on climate. Enough with the mindless cheerleading. Available on: www.greentechmedia.com/articles/read/hard-truths-about-city-failures-with-clean-energy#gs.VKdFI78.
- Byrne, J., Hughes, K., Rickerson, W., & Kurdgelashvili, L. (2007). American policy conflict in the greenhouse: Divergent trends in federal, regional, state, and local green energy and climate change policy. *Energy Policy*, 35(9), 4555–4573.
- Cai, B., Guo, H., Cao, L., Guan, D., Bai, H. (2018). Local strategies for China's carbon mitigation: an investigation of Chinese city-level CO₂ emissions. *J. Clean. Prod.* 178, 890e902.
- Campos I, Guerra J, Ferreira JG, Schmidt L, Alves F, Vizinho A, et al. (2016). Understanding climate change policy and action in Portuguese municipalities: a survey. *Land Use Policy* 2017;62:68–78. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.12.015>.
- Capon, S. J., Chambers, L. E., Mac Nally, R., Naiman, R. J., Davies, P., Marshall, N., Pittock, J., Reid, M., Capon, T., Douglas, M., Catford, J., Baldwin, D. S., Stewardson, M., Roberts, J., Parsons, M., & Williams, S. E. (2013). Riparian Ecosystems in the 21st Century: Hotspots for Climate Change Adaptation? *Ecosystems*, 16(3). <https://doi.org/10.1007/s10021-013-9656-1>
- Carmin J, Nadkarni N, Rhie C. (2012). Progress and challenges in urban climate adaptation planning. Boston, MA. 2012.
- Carter, J.G. (2018). Urban climate change adaptation: exploring the implications of future land cover scenarios. *Cities* 77, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.01.014>.
- Carter JG. (2011). Climate change adaptation in European cities. *Curr Opin Environ Sustain* 2011;3(3):193–8. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.12.015>.
- Castan Broto, V. (2017). Urban governance and the politics of climate change. *World Dev.* 93 (C), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.031>.
- Castan Broto, V., Bulkeley, H. (2013). A survey of urban climate change experiments in 100 cities. *Glob. Environ. Chang.* 23, 92e102.
- Catalán, B., Saurí, D., & Serra, P. (2008). Urban sprawl in the Mediterranean? *Landscape and Urban Planning*, 85(3–4). <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.11.004>
- CEDD, (2013). Hong KONG GEO guidance on the assessment of natural slopes for landslide hazards: http://www.cedd.gov.hk/eng/publications/guidance_notes/doc/TGN22.pdf
Erisim tarihi: 25 Nisan 2021.

- Chang, Y., Xiao, J., Li, X., Frohking, S., Zhou, D., Schneider, A., Weng, Q., Yu, P., Wang, X., Li, X., Liu, S., & Wu, Y. (2021). Exploring diurnal cycles of surface urban heat island intensity in Boston with land surface temperature data derived from GOES-R geostationary satellites. *Science of the Total Environment*, 763. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144224>
- Chatzidimitriou, A; S. Yannas. (2016). Microclimate design for open spaces: Ranking urban design effects on pedestrian thermal comfort in summer. *Sustainable Cities and Society* 26, 27– 47.
- C40 Cities, (2017). <http://www.c40.org/>, Erisim tarihi 24.08.2020.
- Cobbinah, P. B. (2020) Urban resilience in climate change hotspot. *Land Use Policy*, 100, 104948.
- Cobbinah, P. B., Asibey, M. O., Opoku-Gyamfi, M., & Peprah, C. (2019). Urban planning and climate change in Ghana. *Journal of Urban Management*, 8(2), 261-271.
- Cobbinah, P. B., Poku-Boansi, M., & Peprah, C. (2017). Urban environmental problems in Ghana. *Environmental Development*, 23, 33–46.
- Corfee-Morlot J., Kamal-Chaoui L., Donovan M.G., Cochran I., Robert A., Teasdale P.J. (2009). *Cities, Climate Change and Multilevel Governance*. OECD Environment Working Papers. N° 14. OECD Publishing.
- Cortekar, J., Bender, S., Brune, M., Groth, M. (2016). Why climate change adaptation in cities needs customised and flexible climate services. *Climate Services* 4, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2016.11.002>.
- Communication From The Commission to the European Parliament (Comm), (2014). The Council, The European Economic And Social Committee and the Committee of the Regions A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030/*com/2014/015 final */2014.
- Covenant of Mayors (CoM), (2016b). Covenant of Mayors Official Website – Action Plans. (http://www.covenantofmayors.eu/actions/sustainable-energy-action-plans_en.html) (Erisim tarihi: 20.08.2020).
- Davidson, K., Briggs, J., Nolan, E., Bush, J., Håkansson, I., & Moloney, S. (2020). The making of a climate emergency response: Examining the attributes of climate emergency plans. *Urban Climate*, 33, 100666.
- Dawson RJ. (2011). Potential pitfalls on the transition to more sustainable cities and how they might be avoided. *Carbon Manag* 2011;2(2):175–88. <https://doi.org/10.4155/cmt.11.8>.
- Deetjen, T. A., Conger, J. P., Leibowicz, B. D., & Webber, M. E. (2018). Review of climate action plans in 29 major US cities: Comparing current policies to research recommendations. *Sustainable cities and society*, 41, 711-727.
- de Gregorio Hurtado S, Olazabal M, Salvia M, Pietrapertosa F, Olazabal E, Geneletti D, D'Alonzo V, Di Leo S, Reckien D. (2015). Understanding how and why cities engage with climate policy: an analysis of local climate action in Spain and Italy. *TeMA- J Land Use Mobil Environ* 2015:23–46. <https://doi.org/10.6092/1970-9870/3649>.

- de Gregorio Hurtado, S., Olazabal, M., Salvia, M., Pietrapertosa, F., Olazabal, E., Geneletti, D., ... Reckien, D. (2014). Implications of governance structures on urban climate action: Evidence from Italy and Spain. BC3 working paper series. vol. 2.
- de Gregorio Hurtado S, Olazabal M, Salvia M, Pietrapertosa F, Olazabal E, Geneletti D, D'Alonzo V, Feliú E, Di Leo DR S. (2014). Implications of governance structures on urban climate action: evidence from Italy and Spain. 2014.
- de Souza Leao, E. B., do Nascimento, L. F. M., de Andrade, J. C. S., & de Oliveira, J. A. P. (2020). Carbon accounting approaches and reporting gaps in urban emissions: An analysis of the Greenhouse Gas inventories and climate action plans in Brazilian cities. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118930.
- de Wit, R., Kainz, A., Goler, R., Žuvela-Aloise, M., Hahn, C., Zuccaro, G., ... & Geyer-Scholz, A. (2020). Supporting climate proof planning with CLARITY's climate service and modelling of climate adaptation strategies—the Linz use-case. *Urban Climate*, 34, 100675.
- Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geletti, D., Orru, H., Bhave, A.G., Mittal, N., Feliu, E., Faehnle, M. (2014). Mitigating and adapting to climate change: multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *J. Environ. Manag.* 146, 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.025>.
- Directorate-General for Research and Innovation, (2015). A European research and innovation Roadmap for Climate Services. <https://doi.org/10.2777/702151>.
- Dodman, D. (2009). Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. *Environ. Urbanization* 21 (1), 185e201. <https://doi.org/10.1177/0956247809103016>.
- Dubois, G., Ceron, J. P., Dubois, C., Frias, M. D., & Herrera, S. (2016). Reliability and usability of tourism climate indices. *Earth Perspectives*.
- Duhan, D., & Pandey, A. (2013). Statistical analysis of long term spatial and temporal trends of precipitation during 1901–2002 at Madhya Pradesh, India. *Atmospheric Research*, 122, 136-149.
- Duncker, P. S., Raulund-Rasmussen, K., Gundersen, P., Katzensteiner, K., De Jong, J., Ravn, H. P., Smith, M., Eckmüllner, O., & Spiecker, H. (2012). How forest management affects ecosystem services, including timber production and economic return: Synergies and trade-offs. *Ecology and Society*, 17(4). <https://doi.org/10.5751/ES-05066-170450>
- Du Pont, Y.R., Meinshausen, M. (2018). Warming assessment of the bottom-up Paris agreement emissions pledges. *Nat. Commun.* 1–10 Issue 9.
- Ehler, B. Cicin-Sain, R. Knecht, R. South, R. Weiher., (1997). Guidelines to assist policy makers and managers of coastal areas in the integration of coastal management programs and national climate-change action plans *Ocean Coast Manag.*, 37 (1997), pp. 7-27 [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(97\)00049-5](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(97)00049-5)
- Eliasson, I. (2000). The use of climate knowledge in urban planning. *Landscape 601 and Urban Planning* 48, 1-2, 31–44.
- European Commission (EC), (2014). Adaptation Strategies for European Cities, in: European Commission DG Climate Action (Ed.).

- European Commission (EC), (2013a). Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital. COM(2013) 249 final, Brussels, 6.5.2013.
- European Commission (EC), (2013b). Commission Staff Working Document. Technical information on Green Infrastructure (GI) Brussels, 6.5.2013. SWD(2013) 155.
- European Commission (EC), (2008). Communication N. 30: 20 20 by 2020 - Europe's Climate Change Opportunity. European Commission, Brussels.
- EEA, (2017). Urban environment European Environment Agency. www.eea.europa.eu/themes/urban/intro, Erisim tarihi: 02.09.2020.
- European Commission, (2011b). A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050, Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. European Commission, Brussels, Belgium, p. 15.
- EU Covenant of Mayor for Climate and Energy, (2020). Covenant initiatives: Covenant in Figures; Erisim tarihi: 25.08.2020. Available from: <https://www.covenantofmayors.eu/about/covenant-initiative/covenant-in-figures.html>.
- European Parliament, (2009). Decision No 406/2009/EC on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020, in: European Parliament and the Council of the European Union (Ed.), L 140/136. Official Journal of the European Union, Strasbourg, France.
- Fallmann, J., Emeis, S. (2020). How to Bring Urban and Global Climate Studies together with Urban Planning and Architecture, Developments in the Built Environment, <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100023>.
- Fallmann, J., Emeis, S., Suppan, P. (2014). Mitigation of urban heat stress - a modelling case study for the area of Stuttgart. *Erde J Geogr Soc Berlin* 144, 202–216.
- Fan, H., Sailor, D.J. (2005). Modeling the impacts of anthropogenic heating on the urban climate of Philadelphia: a comparison of implementations in two PBL schemes. *Atmos. Environ.* 39 (1), 73–84.
- Field, C. B., & Barros, V. R. (Eds.). (2014). *Climate change 2014—Impacts, adaptation and vulnerability: Regional aspects*. Cambridge University Press.
- Franzen, A., Mader, S. (2018). Consumption-based versus production-based accounting of CO₂ emissions: is there evidence for carbon leakage? *Environ. Sci. Policy* 84 (January), 34e40. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.02.009>.
- Fudge, S., Peters, M. (2009). Motivating carbon reduction in the UK: the role of local government as an agent of social change. *J. Integr. Environ. Sci.* 6 (2), 103–120. <https://doi.org/10.1080/19438150902732101>.
- Fuhr, H., Hickmann, T., Kern, K. (2018). The role of cities in multi-level climate governance: local climate policies and the 1.5 C target. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 30, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.10.006>.

- Fünfgeld, H., McEvoy, D. (2014). Frame divergence in climate change adaptation policy: insights from Australian local government planning. *Environ. Planning C: Government Policy* 32 (4), 603–622.
- Forster, P.M., Forster, H.I., Evans, M.J., Gidden, M. J., Jones, C. D., Keller, C. A. et al. (2020). Current and future global climate impacts resulting from COVID-19. *Nature Climate Change* 10, 913–919. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0883-0>.
- Forman, R. T., & Wu, J. (2016). Where to put the next billion people. *Nature News*, 537(7622), 608
- Founda, D., & Santamouris, M. (2017). Synergies between Urban Heat Island and Heat Waves in Athens (Greece), during an extremely hot summer (2012). *Scientific reports*, 7(1), 1–11.
- Gago, E.J., Roldan, J., Pacheco-Torres, R., Ordóñez, J. (2013). The city and urban heat islands: A review of strategies to mitigate adverse effects. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 25, 749–758.
- Gallezot, H., Kalanquin, A., Morandi, B., Brédif, H. (2010). “Changements climatiques l'adaptation à l'ordre du jour”. *Compte rendu de journées (Paris, 7-8 Octobre 2008)*. *Nat. Sci. Sociétés* 18, 344–347. <https://doi.org/10.1051/nss:2010045>.
- Geels, F. W. (2011). The role of the cities in technological transitions: Analytical clarifications and historical examples. In H. Bulkeley, V. C. Broto, M. Hodson, & S. Marvin (Eds.). *Cities and low carbon transitions* (pp. 13–28). New York: Routledge.
- Geneletti, D., & Zardo, L. (2016). Ecosystem-based adaptation in cities: An analysis of European urban climate adaptation plans. *Land Use Policy*, 50, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.003>.
- GET, (2018). Implementing the EBRD Green Economy Transition. Technical Guide for Consultants: Reporting on projects performance against the Green Economy Transition Approach by Climate Policy Initiative.
- Gill, S.E., Handley, J.F., Ennos, A.R., Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built Environ.* 33.1.115. 115–113(19). <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115>.
- Glaeser, E. (2011). Cities, productivity, and quality of life. *Science*, 333(6042), 592–594.
- Global covenant of Mayors, (2020). Available from: www.globalcovenantofmayors.org; Erisim tarihi: 25.08.2020
- Ghoneem, M. Y. M. (2016). Planning for climate change, why does it matter?(from phenomenon to integrative action plan). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 216, 675–688.
- Gocic, M., & Trajkovic, S. (2013). Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. *Global and Planetary Change*, 100, 172–182.
- Gouldson A, Sudmant A, Khreis H, Papargyropoulou E. (2018). The economic and social benefits of low-carbon cities: a systematic review of the evidence. *Coalit Urban Transitions 2018*. https://doi.org/10.1007/978-3-540-32210-8_6.

- Gouldson, A., Colenbrander, S., Sudmant, A., Godfrey, N., Millward-Hopkins, J., & Fang, W. (2015). et al. Accelerating Low-Carbon Development in the World's Cities. Contributing paper for Seizing the Global Opportunity: Partnerships for Better Growth and a Better Climate London and Washington, DC: New Climate Economy. Available at: <http://newclimateeconomy.report/misc/working-papers>.
- Grafakos, S., Viero, G., Reckien, D., Trigg, K., Viguie, V., Sudmant, A., Graves, C., Foley, A., Heidrich, O., Mirailles, J.M., Carter, J., Chang, L.H., Nador, C., Liseri, M., Chelleri. (2020). "Integration of mitigation and adaptation in urban climate change action plans in Europe: A systematic assessment," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier, vol. 121(C).
- Grafakos S, Trigg K, Landauer M, Chelleri L, Dhakal S. (2019). Analytical framework to evaluate the level of integration of climate adaptation and mitigation in cities. *ClimChange* 2019:1–20. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02394-w>.
- Grubler, A., Bai, X., Buettner, T., Dhakal, S., Fisk, D. J., Ichinose, T., ... & Weisz, H. (2012). Urban energy systems.
- Gupta, J. (2007). The multi-level governance challenge of climate change. *Environ. Sci.* 4 (3), 131–137
- Guyadeen D, Thistlethwaite J, Henstra D. (2018). Evaluating the quality of municipal climate change plans in Canada. *Clim Change* 2018:1–23. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2312-1>.
- Gümüş, A.E. (2012) Ankara ili biyoiklimsel konfor analizi SDÜ Orman Fakültesi Dergisi SDU Faculty of Forestry Journal 2012, 13: 48-56
- Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Bangalore, M., & Rozenberg, J. (2016). Unbreakable: building the resilience of the poor in the face of natural disasters. World Bank Publications.
- Hamed, K. H. (2008). Trend detection in hydrologic data: the Mann–Kendall trend test under the scaling hypothesis. *Journal of hydrology*, 349(3-4), 350-363.
- Hamidi, S., & Ewing, R. (2014). A longitudinal study of changes in urban sprawl between 2000 and 2010 in the United States. *Landscape and Urban Planning*, 128. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.04.021>
- Harmancioglu N.B. (2020) Introduction. In: Harmancioglu N., Altinbilek D. (eds) *Water Resources of Turkey*. World Water Resources, vol 2. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11729-0_1
- Harris, P.G., Chow, A.S.Y., Symons, J. (2012). Greenhouse gas emissions from cities and regions: international implications revealed by Hong Kong. *Energy Policy* 44, 416e424. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.012>.
- Hayes, M. J., Wilhelmi, O. V., & Knutson, C. L. (2004). Reducing drought risk: bridging theory and practice. *Natural Hazards Review*, 5(2), 106-113.
- Heidrich, O., Reckien, D., Olazabal, M., Foley, A., Salvia, M., De Gregorio Hurtado, S., Orru, H., Flacke, J., Geneletti, D., Pietrapertosa, F., Hamann, J.J.-P., Tiwary, A., Feliu, E., Dawson, R.J. (2016). National climate policies across Europe and their impacts on cities strategies. *J. Environ. Manag.* 168, 36–45. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.043>.

- Heidrich O, Dawson RJ, Reckien D, Walsh CL. (2013). Assessment of the climate preparedness of 30 urban areas in the UK. *Climate Change* 2013;120:771–84. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0846-9>.
- Hennig, E. I., Schwick, C., Soukup, T., Orlitová, E., Kienast, F., & Jaeger, J. A. G. (2015). Multi-scale analysis of urban sprawl in Europe: Towards a European de-sprawling strategy. *Land Use Policy*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.08.001>
- Hernandez, Y., Guimarães Pereira, Â., Barbosa, P. (2018). Resilient futures of a small island: a participatory approach in Tenerife (Canary Islands) to address climate change. *Environ. Sci. Pol.* 80, 28–37.
- Hertel, T. W. (2017). Land use in the 21st century: Contributing to the Global Public Good. *Review of Development Economics*, 21(2), 213–236.
- Hidalgo, J; V. Masson; A. Baklanov; G. Pigeon; L. Gimeno. (2008). Advances in urban climate modeling. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1146, 354–374.
- Huang, Y., Tian, Z., Ke, Q., Liu, J., Irannezhad, M., Fan, D., ... & Sun, L. (2020). Nature-based solutions for urban pluvial flood risk management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 7(3), e1421.
- Hunt A, Watkiss P. (2011). Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. *Clim Change* 2011;104(1):13–49. <https://doi.org/10.1007/s10584-010-9975-6>.
- Hsieh, C.-M., Huang, H.-C. (2016). Mitigating urban heat islands: A method to identify potential wind corridor for cooling and ventilation. *Comput. Environ. Urban Syst.* 57, 130–143.
- Hsu, A., Weinfurter, A.J., Zu, K. (2017). Aligning subnational climate actions for the new post Paris climate regime. *Clim. Change* 142, 419–432.
- ICLEI - International Council for Local Environmental Initiatives (2010). *Changing Climate, Changing Communities: Guide and Workbook for Municipal Climate Adaptation*. Toronto: ICLEI Canada.
- INDC, (2015). Republic of Turkey. Intended Nationally Determined Contribution. [https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The INDC of TURKEY v.15.19.30.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The%20INDC%20of%20TURKEY%20v.15.19.30.pdf)
- IPCC, (2019). Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.
- IPCC, (2018). *Global Warming of 1.5 °C - an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. New York: IPCC.

- IPCC, (2015). Climate change 2014 - synthesis report. Intergovernmental Panel on Climate Change, World Meteorological Organization, Genève, Switzerland. [ISBN 978-92-9169-143-2].
- 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, IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.: [Core writing team, R.K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.)].
- 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. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
- IPCC, (2012). Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (Eds.) Available from Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Shaftesbury Road, Cambridge CB2 8RU ENGLAND, 582 pp. Available from June 2012
- IPCC, (2007). “Climate Change 2007: Synthesis Report”, IPCC Fourth Assessment Report, Cambridge, 26-73
- IPCC (2007). Climate Change Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers, IPCC, 2007, <http://www.ipcc.ch>.
- IPCC, (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Hayama, Kanagawa, IGES, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- IPCC, (2001). “Human Settlements, Energy, and Industry”, IPCC Third Assessment Report, Working Group II, Chapter 7, Cambridge, 382-411
- IPCC, (2001). Summary for Policy Makers, A Report of Working Group II on “Impacts, Adaptation and Vulnerability”
- Jabareen, Y. (2015). City planning deficiencies & climate change – the situation in developed and developing cities. *Geoforum* 63, 40–43. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.05.017>.
- JASPERS Guidance Note, 2017. The Basics of Climate Change Adaptation Vulnerability and Risk Assessment.
- Jha, A. K., Miner, T. W., & Stanton-Geddes, Z. (Eds.). (2013). Building urban resilience: principles, tools, and practice. World Bank Publications.
- Jones, C., Hine, D. W., & Marks, A. D. (2017). The future is now: Reducing psychological distance to increase public engagement with climate change. *Risk Analysis*, 37(2), 331–341.
- Juhola, S., Keskitalo, E., Westerhoff, L. (2011). Understanding the framings of climate change adaptation across multiple scales of governance in Europe. *Environ. Politics* 20 (4), 445–463.

- Kalantari, Z., Ferreira, C.S.S., Walsh, R.P.D., Ferreira, A.J.D., Destouni, G. (2017). Urbanization development under climate change: hydrological responses in a peri-urban mediterranean catchment. *Land Degrad. Dev.* 28, 2207e2221.
- Kane S, Shogren JF. (2000). Linking adaptation and mitigation in climate change policy. In: Kane SM, Yohe GW, editors. *Societal Adaptation to Climate Variability and Change*. Dordrecht: Springer; 2000. p. 75–102. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-3010-5_6.
- Kaynar, İ.S. (2017). Ankara'nın 11 eylül 1957 sel felaketi ve siyasi gündemi. *Ankara Araştırma Dergisi*, 5(2), 197-224.
- Keenan, R. J. (2015). Climate change impacts and adaptation in forest management: a review. In *Annals of Forest Science* (Vol. 72, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s13595-014-0446-5>.
- Keesstra, S., Nunes, J., Novara, A., Finger, D., Avelar, D., Kalantari, Z., Cerda, A. (2018). The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services. *Sci. Total Environ.* 610, 997e1009.
- Kelemen, R.D. (2010). Globalizing European Union environmental policy. *Journal of European Public Policy* 17, 335-349.
- Kendall, M. (1975). *Multivariate analysis* Charles Griffin.
- Kern, K. (2019). Cities as leaders in EU multilevel climate governance: embedded upscaling of local experiments in Europe. *Environ. Pol.* 28 (1), 125–145. <https://doi.org/10.1080/09644016.2019.1521979>.
- Kern K., Alber G. (2008). *Governing Climate Change in Cities: Modes of Urban Climate Governance in Multi-Level Systems*. In: *Competitive Cities and Climate Change – OECD Conference Proceedings, Milan (Italy); October 2008*.
- Khailani, D.K., Perera, R. (2013). Mainstreaming disaster resilience attributes in local development plans for the adaptation to climate change induced flooding: a study based on the local plan of Shah Alam City, Malaysia. *Land Use Policy* 30, 615–627.
- Kızılırmak Havzası Eylem Proje Raporu, (2013). *Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması, TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü (ÇE), T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Eylem Proje Raporu*.
- Kızılırmak Havzası Erozyonla Mücadele Eylem Planı, (2013). *Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü*.
- Kleerekoper, L., van Esch, M., Salcedo, T.B. (2012). How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. *Resour. Conserv. Recycl.* 64, 30–38.
- Klein RJT, Schipper ELF, Dessai S. (2005). Integrating mitigation and adaptation into climate and development policy: three research questions. *Environ Sci Policy* 2005; 8(6):579–88. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2005.06.010>.
- Kona, A., Bertoldi, P., Monforti-Ferrario, F., Rivas, S., Dallemand, J.F. (2018). Covenant of Mayors signatories leading the way towards 1.5 degree global warming pathway. *Sustain. Cities Soc.* 41, 568–575. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.017>.

- Kongsager R, Locatelli B, Chazarin F. (2016). Addressing climate change mitigation and adaptation together: a global assessment of agriculture and forestry projects. *Environ Manage* 2016;57(2):271–82. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0605-y>.
- Korah, P. I., Cobbinah, P. B., & Nunbogu, A. M. (2017b). Spatial planning in Ghana: Exploring the contradictions. *Planning Practice and Research*, 32(4), 361–384.
- Köle, M. M., & Yiğitbaşıoğlu, H. (2014)., Küresel İklim Değişikliğinin Ankara İli Ana Su Kaynaklarına Olası Etkisi. *Coğrafya Dergisi*, (27), 67-77.
- Krause, R. (2010). Policy innovation, intergovernmental relations, and the adoption of climate protection initiatives by U.S. cities. *J. Urban Aff.* 33 (1), 45–60.
- Křeček, J., Haigh, M., Hofer, T., Kubin, E. and C. Promper. (2017). *Ecosystem Services of Headwater Catchments*. Springer Netherlands. [ISBN 978-93-81891-36-0].
- Kumar, P., Druckman, A., Gallagher, J., Gatersleben, B., Allison, S., Eisenman, T. S., ... & Morawska, L. (2019). The nexus between air pollution, green infrastructure and human health. *Environment international*, 133, 105181.
- Landauer M, Juhola S, Söderholm M. (2015). Inter-relationships between adaptation and mitigation: a systematic literature review. *Clim Change* 2015;131:505–17. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1395-1>.
- Laukkonen J, Blanco PK, Lenhart J, Keiner M, Cavric B, Kinuthia-Njenga C. (2009). Combining climate change adaptation and mitigation measures at the local level. *Habitat Int* 2009;33(3):287–92. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2008.10.003>.
- Lauwaet, D., De Ridder, K., Saeed, S., Brisson, E., Chatterjee, F., Van Lipzig, N. P. M., ... & Hooyberghs, H. (2016). Assessing the current and future urban heat island of Brussels. *Urban Climate*, 15, 1-15.
- Law, E. P., Diemont, S. A. W., & Toland, T. R. (2017). A sustainability comparison of green infrastructure interventions using emergy evaluation. *Journal of Cleaner Production*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.039>
- Lawler, J. J., Spencer, B., Olden, J. D., Kim, S. H., Lowe, C., Bolton, S., Beamon, B. M., Thompson, L., & Voss, J. G. (2013). Mitigation and Adaptation Strategies to Reduce Climate Vulnerabilities and Maintain Ecosystem Services. In *Climate Vulnerability: Understanding and Addressing Threats to Essential Resources* (Vol. 4). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384703-4.00436-6>
- Lee, S.-H., Baik, J.-J. (2010). Statistical and dynamical characteristics of the urban heat island intensity in Seoul. *Theor. Appl. Climatol.* 100 (1–2), 227–237.
- Lefranc-Morin, A. (2019). *Villes Moyennes et Transition Écologique. Des Actions Locales, une Attente de Cadre National*. Commissariat général à l'égalité des territoires (CGET), Paris, pp. 28. https://www.cget.gouv.fr/sites/cget.gouv.fr/files/atoms/files/en_detail_synthese_cget_villes_moyennes_transition_ecologique.pdf.
- Levermore, G; J. Parkinson; K. Lee; P. Laycock; S. Lindley. (2018). The increasing trend of the urban heat island intensity. *Urban Climate* 24, 360–368.

- Lioubimtseva, E. & Da Cunha, C. (2018). Progress in climate change adaptation planning: a comparative study of the US and French small and mid-size cities 2007-2017. American Association of Geographers' Annual Meeting. New Orleans, LA , US.
- Li, D; W. Liao; A. J. Rigden; X. Liu; D. Wang; S. Malyshev; E. Shevliakova. (2019). Urban heat island: Aerodynamics or imperviousness? *Sci. Adv.* 5, 4, eaau4299.
- Li, K., Chen, Y., Wang, M., & Gong, A. (2019). Spatial-temporal variations of surface urban heat island intensity induced by different definitions of rural extents in China. *Science of the Total Environment*, 669. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.100>
- Li, Y., Qian, X., Zhang, L., Dong, L. (2017a). Exploring spatial explicit greenhouse gas inventories: location-based accounting approach and implications in Japan. *J. Clean. Prod.* 167, 702e712.
- Li, H., Zhou, Y., Li, X., Meng, L., Wang, X., Wu, S., & Sodoudi, S. (2018b). A new method to quantify surface urban heat island intensity. *Science of the Total Environment*, 624. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.360>
- Li, Y., Du, W., Huisingh, D. (2017b). Challenges in developing an inventory of greenhouse gas emissions of Chinese cities: a case study of Beijing. *J. Clean. Prod.* 161, 1051e1063. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.072>.
- Li, X., Zhou, W., Ouyang, Z. (2013). Relationship between land surface temperature and spatial pattern of greenspace: What are the effects of spatial resolution? *Landsc. Urban Plan.* 114, 1–8.
- Liao, W., Liu, X., Li, D., Luo, M., Wang, D., Wang, S., ... & Yang, X. (2018). Stronger contributions of urbanization to heat wave trends in wet climates. *Geophysical Research Letters*, 45(20), 11-310.
- Little, L. R., Hobday, A. J., Parslow, J., Davies, C. R., & Grafton, R. Q. (2015). Funding climate adaptation strategies with climate derivatives. *Climate Risk Management*, 8, 9-15.
- Lombardi, M., Laiola, E., Tricase, C., Rana, R. (2017). Assessing the urban carbon footprint: an overview. *Environ. Impact Assess. Rev.* 66 (June), 43e52. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.06.005>.
- Lopez, R. (2014). Urban sprawl in the United States: 1970-2010. *Cities and the Environment*, 7(1).
- LULUCF (2019) “Technical Assistance for Developed Analytical Basis for Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) Sector” Project co-funded by the European Union and the Republic of Turkey Project Identification No: EuropeAid/136031/IH/SER/TR Contract No: TR2013/0327.05.01-03/001 Development of methodological approach for land use, land use change monitoring.
- Luo, Z., Asproudi, C. (2015). Subsurface urban heat island and its effects on horizontal ground-source heat pump potential under climate change. *Appl. Therm. Eng.* 90, 530–537.
- LULUCF, Activity 1.2 Report, (2019). Technical Assistance for Developed Analytical Basis for Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) Sector “Activity 1.2: Report on how research can support the improvement of the Turkish GHG Inventory for the LULUCF sector”. Project Identification No: EuropeAid/136031/IH/SER/TR. Contract No: TR2013/0327.05.01-03/001

- LULUCF, Activity 2.2 Report, (2019). Technical Assistance for Developed Analytical Basis for Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) Sector “Activity 2.2: Training Program Report”. Project Identification No: EuropeAid/136031/IH/SER/TR. Contract No: TR2013/0327.05.01-03/001
- LULUCF, Activity 3.1 Report, (2019). Technical Assistance for Developed Analytical Basis for Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) Sector “Final report of the work on project activity 3.1: Development of a program of work (PoW) to support and improve the calculation and reporting of GHG emissions and removals from the LULUCF sector”. Project Identification No: EuropeAid/136031/IH/SER/TR. Contract No: TR2013/0327.05.01-03/001
- Magli, S., Lodi, C., Contini, F., Muscio, A., Tartarini, P. (2016). Dynamic analysis of the heat released by tertiary buildings and the effects of urban heat island mitigation strategies. *Energy Build.* 114, 164–172.
- Mann, H. B. (1945). Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 245-259.
- Makar, P. A., Gravel, S., Chirkov, V., Strawbridge, K. B., Froude, F., Arnold, J., & Brook, J. (2006). Heat flux, urban properties, and regional weather. *Atmospheric environment*, 40(15), 2750-2766.
- Martos, A; R. Pacheco-Torres; J. Ordóñez; E. Jadraque-Gago. (2016). Towards successful 594 environmental performance of sustainable cities: Intervening sectors. A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 57, 479–495.
- Marzluff, J. M., Alberti, M., Bradley, G., Endlicher, W., Ryan, C., Shulenberger, E., Simon, U., and ZumBrunnen, C. (2008). *Urban Ecology. An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature*. Springer Science+Business Media LLC, Boston, MA.
- Mason, S. G., & Fragkias, M. (2018). Metropolitan planning organizations and climate change action. *Urban Climate*, 25, 37-50.
- McEvoy D, Lindley S, Handley J. (2016) Adaptation and mitigation in urban areas: synergies and conflicts. *Proc Inst Civ Eng Munic Eng* 2006;159(4):185–91. <https://doi.org/10.1680/muen.2006.159.4.185>.
- McMahon, E. T., & Benedict, M. A. (2000). Green infrastructure. *Planning Commissioners Journal*, 37(4), 4-7.
- MEA. (2005). *Millennium ecosystem assessment. Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment*. Avaliação Do Milênio Dos Ecossistemas.
- Measham, T. G., Preston, B. L., Smith, T. F., Brooke, C., Gorrdard, R., Withycombe, G., et al. (2011). Adapting to climate change through local municipal planning: Barriers and challenges. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 16(8), 889–909. <https://doi.org/10.1007/s11027-011-9301-2>.
- Meeus, L., Oliveira Fernandes, E., Leal, V., Azevedo, I., Delarue, E., Glachant, J.M. (2011). *Smart Cities Initiative: How to Foster a Quick Transition Towards Local Sustainable Energy Systems*. © European University Institute, pp. 2011 (ISBN: 978-92-9084- 068-8).

- Mechler, R., & Schinko, T. (2016). Identifying the policy space for climate loss and damage. *Science*, 354(6310), 290-292.
- Melica, G., Bertoldi, P., Kona, A., Iancu, A., Rivas, S., & Zancanella, P. (2018). Multilevel governance of sustainable energy policies: The role of regions and provinces to support the participation of small local authorities in the Covenant of Mayors. *Sustainable cities and society*, 39, 729-739.
- Messori G, Brocchieri F, Morello E, Ozgen S, Caserini S. (2020). A climate mitigation action index at the local scale: Methodology and case study. *Journal of Environmental Management*. 2020 Apr;260:110024. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.110024.
- Mi, Z., Guan, D., Liu, Z., Liu, J., Viguie, V., Fromer, N., Wang, Y. (2019). Cities: the core of climate change mitigation. *J. Clean. Prod.* 207, 582–589. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.034>.
- Michaelowa, K., & Michaelowa, A. (2017). Transnational climate governance initiatives: designed for effective climate change mitigation?. *International Interactions*, 43(1), 129-155.
- Mills, G; H. Cleugh; R. Emmanuel; W. Endlicher; E. Erell; G. McGranahan; E. Ng; A. Nickson; J. Rosenthal; K. Steemer. (2010). Climate Information for Improved Planning and Management of Mega Cities (Needs Perspective). *Procedia Environmental Sciences* 1, 228–246.
- Mirzaei, P.A., Haghighat, F. (2010). Approaches to study urban heat island–abilities and limitations. *Build. Environ.* 45 (10), 2192–2201.
- Mora, C., Dousset, B., Caldwell, I. R., Powell, F. E., Geronimo, R. C., Bielecki, C. R., ... & Trauernicht, C. (2017). Global risk of deadly heat. *Nature climate change*, 7(7), 501-506.
- Moritz, M. A., Batllori, E., Bradstock, R. A., Gill, A. M., Handmer, J., Hessburg, P. F., ... & Syphard, A. D. (2014). Learning to coexist with wildfire. *Nature*, 515(7525), 58-66.
- Moser, S.C., Ekstrom, J.A. (2010). A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. *P Natl Acad Sci USA* 107 (51), 22026–22031. <https://doi.org/10.1073/pnas.1007887107>.
- Mulugetta, Y., Jackson, T., Van der Horst, D. (2010). Carbon reduction at community scale. *Energy Policy* 38, 7541–7545. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.05.050>.
- Nazarnia, N., Schwick, C., & Jaeger, J. A. G. (2016). Accelerated urban sprawl in Montreal, Quebec City, and Zurich: Investigating the differences using time series 1951-2011. *Ecological Indicators*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.020>
- Newman, P. (2020). "Cool planning: How urban planning can mainstream responses to climate change." *Cities* 103
- Newman, P., Beatley, T., & Boyer, H. (2017). *Resilient cities: Overcoming fossil fuel dependence*. Washington DC: Island Press.
- Newman, P. (2017a). Decoupling economic growth from fossil fuels. *Modern Economy*, 8, 791–805. <https://doi.org/10.4236/me.2017.86055>.
- Newman, P. (2017b). The rise and rise of the renewable city. *Renewable Energy and Environmental Sustainability*, 4(2), 1–5. <https://doi.org/10.1051/rees/2017008>.

- Nieto, J., Carpintero, Ó., Miguel, L.J. (2018). Less than 2°C? An economic-environmental evaluation of the Paris agreement. *Ecol. Econ.* 146, 69–84.
- NIR Turkey (2020). Turkish GHG Inventory Report 1990-2018, TUIK 2020.
- Olazabal, M., Galarraaga, I., Ford, J., Sainz De Murieta, E., Lesnikowski, A. (2019). Are local climate adaptation policies credible? A conceptual and operational assessment framework. *Int. J. Urb. Sust. Dev.* 1–20. <https://doi.org/10.1080/19463138.2019.1583234>.
- Olazabal M, Hurtado SDG, Olazabal E, Pietrapertosa F, Salvia M, Geneletti D, et al. (2014). How are Italian and Spanish cities tackling climate change ? A local comparative study. 2014. Oke, T.R., 1988. The urban energy balance. *12 (4)*, 471–508.
- Oke, T. R. (1988). The urban energy balance. *Progress in Physical Geography*, 12(4). <https://doi.org/10.1177/030913338801200401>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2014). The cost of air pollution. Health impacts of road transport. Accessed at http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/environment/the-cost-of-air-pollution_9789264210448 Erisim tarihi: 24/08/2020.
- Ostrom, E. (2012). Nested externalities and polycentric institutions: must we wait for global solutions to climate change before taking actions at other scales? *Econ. Theory* 49, 353–369.
- Ostrom, E. (2010). Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*, 20(4), 550–557.
- Ottelin, J., Heinonen, J., Junnila, S. (2018). Carbon footprint trends of metropolitan residents in Finland: how strong mitigation policies affect different urban zones. *J. Clean. Prod.* 170, 1523e1535.
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Stratejik Planı. (2019). 2019-2023 OGM Yayınları, Ankara
- Özdemir, M., Tonbul, C., Serengil, Y., Yurtseven, I., Albers, P.P., Inan, M. (2018). Ormanların Su ve Toprak Koruma Fonksiyonlarının Planlamaya Yönelik Değerlendirmesi: Marmara Bölgesi Örnek Çalışması. *Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*. 10.6601/2013-2016/2018.
- Palermo, V., and Hernandez Gonzalez, Y. (2020). Group discussions on how to implement a participatory process in climate adaptation planning: a case study in Malaysia, *ECOLOGICAL ECONOMICS*, ISSN 0921-8009 (online), 177, p. 106791, JRC117309.
- Pan, H., Page, J., Zhang, L., Chen, S., Cong, C., Destouni, G., ... & Deal, B. (2019). Using comparative socio-ecological modeling to support Climate Action Planning (CAP). *Journal of Cleaner Production*, 232, 30-42.
- Pan, H., Zhang, L., Cong, C., Deal, B., Wang, Y. (2019). A dynamic and spatially explicit modeling approach to identify the ecosystem service implications of complex urban systems interactions. *Ecol. Indicat.* 102, 426e436.
- Pan, H., Deal, B., Destouni, G., Zhang, Y., Kalantari, Z. (2018b). Sociohydrology modeling for complex urban environments in support of integrated land and water resource management practices. *Land Degrad. Dev.* 29, 3639e3652.

- Pancost, R. D. (2016). Cities lead on climate change. *Nature Geoscience*, 9(4), 264-266.
- Parsaee, M., Joybari, M. M., Mirzaei, P. A., & Haghighat, F. (2019). Urban heat island, urban climate maps and urban development policies and action plans. *Environmental Technology & Innovation*, 14, 100341.
- Parrish, D. D. (2016). Air quality improvement in Los Angeles—perspectives for developing cities.
- Parrish, D. D.; H. B. Singh; L. Molina; S. Madronich. (2011). Air quality progress in North American megacities: A review. *Atmospheric Environment* 45, 39, 7015–7025.
- Pasimeni, M.R., Petrosillo, I., Aretano, R., Semeraro, T., De Marco, A., Zaccarelli, N., Zurlini, G. (2014). *Energy Policy* 65, 165–174. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.027>.
- Peters, G.P. (2008). From production-based to consumption-based national emission inventories. *Ecol. Econ.* 65 (1), 13e23. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.10.014>.
- Pietrapertosa, F., Salvia, M., Hurtado, S. D. G., d'Alonzo, V., Church, J. M., Geneletti, D., ... & Reckien, D. (2019). Urban climate change mitigation and adaptation planning: are Italian cities ready?. *Cities*, 91, 93-105.
- Prasad, N, Federica, R., Shah, F, Trohanis, Z., Kessler, E., Sinha, R. (2009). *Climate Resilient Cities : A Primer on Reducing Vulnerabilities to Disasters*. Washington, DC: World Bank. © World Bank.
- Queensland University of Technology 2010. Impacts and adaptation response of infrastructure and communities to heatwaves: the southern Australian experience of 2009.
- Rajagopalan, P., Lim, K.C., Jamei, E. (2014). Urban heat island and wind flow characteristics of a tropical city. *Sol. Energy* 107, 159–170.
- Razzaghmanesh, M., Beecham, S., Salemi, T. (2016). The role of green roofs in mitigating Urban Heat Island effects in the metropolitan area of Adelaide, South Australia. *Urban For. Urban Green.* 15, 89–102.
- Rees, W., & Wackernagel, M. (1996). Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable – And why they are a key to sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 16(4–6), 223–248.
- Reckien, D., Salvia, M., Pietrapertosa, F., Simoes, S.G., Olazabal, M., De Gregorio Hurtado, S., Geneletti, D., Krkoška Lorencová, E., D'Alonzo, V., Krook-Riekkola, A., Fokaides, P.A., Ioan. (2019). "Dedicated versus mainstreaming approaches in local climate plans in Europe," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier, vol. 112(C), pages 948-959.
- Reckien, D., Salvia, M., Heidrich, O., Church, J.M., Pietrapertosa, F., De Gregorio-Hurtado, S., D'Alonzo, V., Foley, A., Simoes, S.G., Krkoška Lorencová, E., Orru, H., Orru, K., Wejs, A., Flacke, J., Olazabal, M., Geneletti, D., Feliu, E., Vasilie, S., Nador, C., Krook-Riekkola, A., Matosović, M., Fokaides, P.A., Ioannou, B.I., Flamos, A., Spyridaki, N.-A., Balzan, M.V., Fülöp, O., Paspaldzhiev, I., Grafakos, S., Dawson, R. (2018). How are cities planning to respond to climate change? Assessment of local climate plans from 885 cities in the EU-28. *J. Clean. Prod.* 191, 207–219. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.220>.

- Reckien, D., Flacke, J., Olazabal, M., Heidrich, O. (2015). The Influence of Drivers and Barriers on Urban Adaptation and Mitigation Plans—An Empirical Analysis of European Cities. *PLoS ONE* 10, e0135597 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135597>.
- Reckien, D., Flacke, J., Dawson, R.J., Heidrich, O., Olazabal, M., Foley, A., Hamann, J.J.P., Orru, H., Salvia, M., De Gregorio Hurtado, S., Geneletti, D., Pietrapertosa, F. (2014). Climate change response in Europe: What's the reality? Analysis of adaptation and mitigation plans from 200 urban areas in 11 countries. *Climatic Change* 122, 331-340. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0989-8>.
- Richard, E. (2016). *L'adaptation aux changements climatiques*. Presses Universitaires de Rennes, Rennes, pp. 283 (978–2–7535-4369-0978–2-7535-4369-0).
- Rizwan, A.M., Dennis, L.Y., Chunho, L. (2008). A review on the generation determination and mitigation of Urban Heat Island. *J. Environ. Sci.* 20 (1), 120–128.
- Roelfsema, M., Harmsen, M., Olivier, J. J., Hof, A. F., & van Vuuren, D. P. (2018). Integrated assessment of international climate mitigation commitments outside the UNFCCC. *Global Environmental Change*, 48, 67-75.
- Rosenzweig, C., Solecki, W., Hammer, S.A., Mehrotra, S. (2010). Cities lead the way in climate change action. *Nature* 467 (7318), 909–911. <https://doi.org/10.1038/467909a>.
- Roupsard, P., Amielh, M., Maro, D., Coppalle, A., Branger, H., Connan, O., Laguionie, P., Hebert, D., & Talbaut, M. (2013). Measurement in a wind tunnel of dry deposition velocities of submicron aerosol with associated turbulence onto rough and smooth urban surfaces. *Journal of Aerosol Science*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2012.07.006>
- Runhaar H, Wilk B, Persson Å, Uittenbroek C, Wamsler C. (2018). Mainstreaming climate adaptation: taking stock about “what works” from empirical research worldwide. *Reg Environ Change* 2018;18:1201–10. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1259-5>.
- Sakarya Havzası Eylem Proje Raporu, (2013). Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması, TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü (ÇE), 5118601(ÇTÜE.13.152), T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı, Eylem Proje Raporu, 2013.
- Sakarya Havzası Erozyonla Mücadele Eylem Planı, (2013). Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü.
- Sarzynski, A. (2015). Public Participation, Civic Capacity, and Climate Change Adaptation in Cities. *Urban Climate*. 14. pp. 52–67.
- Satterthwaite, D. (2008). Cities' contribution to global warming: notes on the allocation of greenhouse gas emissions. *Environment and urbanization* 20, 2, 539–549.
- Scussolini, P., Aerts, J. C. J. H., Jongman, B., Bouwer, L. M., Winsemius, H. C., de Moel, H., and Ward, P. J. (2016). FLOPROS: an evolving global database of flood protection standards, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 16, 1049–1061, <https://doi.org/10.5194/nhess-16-1049-2016>, 2016.
- Seavy, N. E., Gardali, T., Golet, G. H., Griggs, F. T., Howell, C. A., Kelsey, R., Small, S. L., Viers, J. H., & Weigand, J. F. (2009). Why climate change makes riparian restoration more important than ever: Recommendations for practice and research. *Ecological Restoration*, 27(3). <https://doi.org/10.3368/er.27.3.330>

- Serengil, Y. (2018). Climate Change and Carbon Management: Agriculture, Forests and Other Land Uses. UNDP. www.tr.undp.org › dam › turkey › undp_iklim_web
- Serengil, Y., Özdemir, E., Pamukçu Albers, P., Özkan, U. (2018). İklim Değişikliği İle Mücadelede Ormanlar ve İlişkili Ekosistemlerin Kritik Rolü: Karbon Tutma ve Su Üretim. İklim Değişikliği ve Kalkınma. pp:101-121, ISBN: 978-605-2270-19-6.
- Serengil, Y., Swank, W.T., Vose, J.M. (2012). Alterations on flow variability due to converting hardwood forests to pine. *iForest* (2012) 5: 44-49.
- Serengil, Y.; Augustaitis, A.; Bytnerowicz, A.; Grulke, N.; Kozovitz, A.R.; Matyssek, R.; Müller-Starck, G.; Schaub, M.; Wieser, G.; Coskun, A.A.; Paoletti, E. (2011). Adaptation of forest ecosystems to air pollution and climate change: a global assessment on research priorities. *iForest – Biogeosciences and Forestry* 4, 44-48.
- Seto, K. C., Dhakal, S., Bigio, A., Blanco, H., Delgado, G. C., Dewar, D., ... & Ramaswami, A. (2014). Human settlements, infrastructure and spatial planning.
- Shan, Y., Guan, D., Liu, J., Mi, Z., Liu, Z., Liu, J., Schroeder, H., Cai, B., Chen, Y., Shao, S., Zhang, Q. (2017). Methodology and applications of city level CO₂ emission accounts in China. *J. Clean. Prod.* 161, 1215e1225.
- Shen, L., & Sun, Y. (2016). Review on carbon emissions, energy consumption and low-carbon economy in China from a perspective of global climate change. *Journal of Geographical Sciences*, 26(7), 855-870.
- Sims, R. E. H., Schock, R. N., Adegbululgbé, A., Fenhann, J., Konstantinaviciute, I., Moomaw, W., et al. (2007). Energy supply. In B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, & L. A. Meyer (Eds.). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter4.pdf>.
- Skoulika, F., Santamouris, M., Boemi, N., Kolokotsa, S. (2014). On the thermal characteristics and the mitigation potential of a medium size urban park in Athens, Greece. *Landsc. Urban Plan.* 123, 73–86.
- Smith-Schoenwalder, C. (2019). The making of an emergency. In: US News, Retrieved from. <https://www.usnews.com/news/the-report/articles/2019-08-16/whatsbehind-the-climate-emergency-declarations>.
- Solecki, W., Rosenzweig, C., Dhakal, S., Roberts, D., Barau, A.S., Schultz, S., Ürge-Vorsatz, D. (2018). City transformation in a 1.5C warmer world. *Nat. Clim. Chang.* 8 (3), 177–181. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0101-5>.
- Solecki, W. (2015). *Climate change and U.S cities: Vulnerability, impacts, and adaptation. Land policy annual review* Chicago, IL: Lincoln Land Institute.
- Soucy, A., De Urioste-Stone, S., Rahimzadeh-Bajgiran, P., Weiskittel, A., & McGreavy, B. (2020). Understanding characteristics of forest professionals and small woodlot owners for communicating climate change adaptation. *Trees, Forests and People*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2020.100036>
- Sousa-Silva, R., Verbist, B., Lomba, Â., Valent, P., Suškevičs, M., Picard, O., Hoogstra-Klein, M. A., Cosofret, V. C., Bouriaud, L., Ponette, Q., Verheyen, K., & Muys, B. (2018).

- Adapting forest management to climate change in Europe: Linking perceptions to adaptive responses. *Forest Policy and Economics*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.01.004>
- Stathopoulos, T; H. Wu; J. Zacharias. (2004). Outdoor human comfort in an urban climate. *Building and Environment* 39, 3, 297–305.
- Stone B, J. Vargo, and D. Habeeb. (2012). Managing climate change in cities: Will climate action plans work? *Landscape and Urban Planning* 107, 263–271.
- Stults M & Woodruff SC. (2017). Looking under the hood of local adaptation plans: shedding light on the actions prioritized to build local resilience to climate change. *Mitig Adapt Strategies Glob Change* 2017;22:1249–79. <https://doi.org/10.1007/s11027-016-9725-9>.
- Sullivan R, Gouldson A, Webber P. (2013). Erratum to Funding low carbon cities: local perspectives on opportunities and risks. *Clim Policy* 2013:1–13. <https://doi.org/10.1080/14693062.2012.759698>.
- Sudmant, A., Gouldson, A., Millward-Hopkins, J., Scott, K., Barrett, J. (2018). Producer cities and consumer cities: using production- and consumption-based carbon accounts to guide climate action in China, the UK, and the US. *J. Clean. Prod.* 176, 654e662. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.139>.
- Sutton, P., 2017. Local-First Implementation: Why a Strong Climate Declaration Is Needed at the Local Government Level and What it Can Do. Research and Strategy for Transition Initiation Inc. Retrieved from. http://www.green-innovations.asn.au/RSTI/Local=first_implementation_local-govt.pdf.
- Swart, R., Raes, F. (2007). Making integration of adaptation and mitigation work: mainstreaming into sustainable development policies? *Clim. Pol.* 7 (4), 288–303.
- Tang, K.H.D. (2019). Climate change in Malaysia: trends, contributions, impacts, mitigation and adaptations. *Sci. Total Environ.* 650, 1858–1871.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2010-2023). “Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi”
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2011-2023). “İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı”.
- Technical Assistance for Developed Analytical Basis for Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) Sector (LULUCF, Activity 1.2 Report) (2019)., “Activity 1.2: Report on how research can support the improvement of the Turkish GHG Inventory for the LULUCF sector”. Project Identification No: EuropeAid/136031/IH/SER/TR. Contract No: TR2013/0327.05.01-03/001
- Technical Assistance for Developed Analytical Basis for Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) Sector (LULUCF, Activity 2.2 Report) (2019)., “Activity 2.2: Training Program Report”. Project Identification No: EuropeAid/136031/IH/SER/TR. Contract No: TR2013/0327.05.01-03/001
- Technical Assistance for Developed Analytical Basis for Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) Sector (LULUCF, Activity 3.1 Report) (2019)., “Final report of the work on project activity 3.1: Development of a program of work (PoW) to support and improve the calculation and reporting of GHG emissions and removals from the LULUCF

sector". Project Identification No: EuropeAid/136031/IH/SER/TR. Contract No: TR2013/0327.05.01-03/001

- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A. (2009). Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43, 67 pages.
- Tolunay, D., Karabıyık, S.B. (2013). Türkiye sera gazları ulusal envanterinde ormancılık sektörü için yapılan karbon hesaplamalarının değerlendirilmesi. Uluslararası Katılımlı V. Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, 18-20 Eylül 2013, Eskişehir.
- TUIK, (2020). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>
- UK Government National Planning Policy Framework (2019) guidance on planning in areas subject to slope instability: <http://planningguidance.communities.gov.uk/blog/guidance/land-stability/land-stability-guidance/>
- Unger, J. (2004). Intra-urban relationship between surface geometry and urban heat island: review and new approach. Clim. Res. 27 (3), 253–264.
- UN, (2016). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. Accessed a <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> Erisim tarihi: 24/08/2020.
- UN, (2015). Resolution adopted by the general assembly on 25 september 2015. Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. New York: UN: n.d.
- UNFCCC, (2005). United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) consolidated version with amendments to annexes. Published in November 2005 by UNFCCC Secretariat with support from UNOG. FCCC-Informal-103/ FCCC-Informal-140
- U.S. Census Bureau, (2017). United States 2017 Population Estimates. www.census.gov/data.html (Erisim tarihi: 02.09.2020).
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, (2019). World Population Prospects 2019: Highlights. ST/ESA/SER.A/423.
- UN-Habitat World Cities Data Booklet UN Population Division, World Urbanization Prospects, (2018) 2018 Revision, key facts. Available from <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>. (Erisim tarihi: 30 Mart 2020)
- UN Habitat, (2016). The World's Cities Report. United Nations Human, pp. 264. <http://wcr.unhabitat.org/main-report/>.
- UN-Habitat, (2013). Global Report on Human Settlements 2013
- UN-Habitat, (2011). Cities and Climate Change: Global Report on Human Settlements 2011.
- UN/ISDR, 2007. Drought Risk Reduction Framework and Practices: Contributing to the Implementation of the Hyogo Framework for Action. United Nations secretariat of the

International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR), Geneva, Switzerland, 98+vi pp.”

- Urbaniec, K., Mikulcic, H., Wang, Y., Duic, N. (2018). System integration is a necessity for sustainable development. *J. Clean. Prod.* 195 (10), 122e132.
- Van der Heijden, J. (2019). Studying urban climate governance: where to begin, what to look for, and how to make a meaningful contribution to scholarship and practice. *Earth Syst. Gov.* <https://doi.org/10.1016/j.esg.2019.100005> (in press), Corrected Proof, Available online 1 May 2019.
- Van Staden, M., & Musco, F. (2010). Local governments and climate change: Sustainable energy planning and implementation in small and medium sized communities. Berlin.
- Vogel, J.K., Carney, M., Smith, J.B., Herrick, C., Stults, M., O’Grady, M., St. Juliana, A., Hosterman, H., Giangola, L. (2016). Climate adaptation. The state of practice in U.S. communities. The Kresge Foundation, pp. 264. <https://kresge.org/sites/default/files/library/climate-adaptation-the-state-of-practice-in-us-communities-fullreport.pdf>.
- Voinov, A., Kolagani, N., McCall, M. K., Glynn, P. D., Kragt, M. E., Ostermann, F. O., ... & Ramu, P. (2016). Modelling with stakeholders—next generation. *Environmental Modelling & Software*, 77, 196-220.
- Vousdoukas, M. I., Mentaschi, L., Voukouvalas, E., Verlaan, M., Jevrejeva, S., Jackson, L. P., & Feyen, L. (2018). Global probabilistic projections of extreme sea levels show intensification of coastal flood hazard. *Nature communications*, 9(1), 1-12.
- Wang, J., Liu, J., Wang, H., & Mei, C. (2020). Approaches to Multi-Objective Optimization and Assessment of Green Infrastructure and Their Multi-Functional Effectiveness: A Review. *Water*, 12(10), 2714.
- Wang, J., Gao, Y., & Wang, S. (2018). Assessing the response of runoff to climate change and human activities for a typical basin in the Northern Taihang Mountain, China. *Journal of Earth System Science*, 127(3), 1-15.
- Wang, X.-C., Klemes, J.J., Dong, X., Fan, W., Xu, Z., Wang, Y., Varbanov, P.S. (2019). Air pollution terrain nexus: a review considering energy generation and consumption. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 105, 71e85.
- Wang, Y., Akbari, H. (2016a). Analysis of urban heat island phenomenon and mitigation solutions evaluation for Montreal. *Sustainable Cities Soc.* 26, 438–446.
- Ward, R. D., Friess, D. A., Day, R. H., & MacKenzie, R. A. (2016). Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(4), e01211.
- Wamsler, C., Raggars, S. (2018). Principles for supporting city–citizen commoning for climate adaptation: from adaptation governance to sustainable transformation. *Environ Sci Policy* 85, 81–89.
- Wilbanks, T.J., Kates, R.W. (1999). Global change in local places: how scale matters. *Clim. Change* 43, 601–628.

- Wilby RL. (2007). A review of climate change impacts on the built environment. *Built Environ* 2007;33(1):31–45. <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.31>.
- Williamson, T. B., Johnston, M. H., Nelson, H. W., & Edwards, J. E. (2019). Adapting to climate change in canadian forest management: Past, present and future. *Forestry Chronicle*, 95(2). <https://doi.org/10.5558/tfc2019-015>
- Wilkins, D. E. (2014). *Practical planning: extending the classical AI planning paradigm*. Morgan Kaufmann Publishers. [ISBN 0-9834613-94-X].
- WAH, (2014). *Watershed Approach Handbook. Improving Outcomes and Increasing Benefits Associated with Wetland and Stream Restoration and Protection Projects*.
- WMO and WHO, (2015). *Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development*, <http://www.who.int/globalchange/publications/heatwaves-health-guidance/en/>
- Wolff, M., & Haase, D. (2019). Mediating sustainability and liveability-turning points of green space supply in European cities. *Frontiers in Environmental Science*, 7(May). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00061>
- World Bank (WB), Climate knowledge portal: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/turkey>
- World Bank. (2012). *Cities and Flooding. A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century*. Washington, DC: World Bank/IBDR. <http://www.gfdrr.org/gfdrr/urbanfloods>.
- World Health Organisation (WHO) (2013). *Health effects of particulate matter: Policy implications for countries in Eastern Europe, Caucasus and central Asia*. Accessed at http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulatematter-final-Eng.pdf, Erisim tarihi: 24/08/2020.
- World Meteorological Organization (2020). *United in Science. High-level Synthesis Report of Latest Climate Science Information Convened by the Science Advisory Group of the UN Climate Action Summit 2019*. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9937.
- Woodruff SC. (2018). City membership in climate change adaptation networks. *Environ Sci Policy* 2018;84:60–8. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.03.002>.
- Woodruff, S.C., Meerow, S., Stults, M., Wilkins, C. (2018). Adaptation to resilience planning: alternative pathways to prepare for climate change. *J. Plan. Educ. Res.* <https://doi.org/10.1177/0739456x18801057>. 0739456X18801057.
- Woodruff SC & Stults M. (2016). Numerous strategies but limited implementation guidance in US local adaptation plans. *Nat Clim Change* 2016;6:796–802. <https://doi.org/10.1038/nclimate3012>.
- Xu, L., Wang, X., Liu, J., He, Y., Tang, J., Nguyen, M., Cui, S. (2019). Identifying the trade-offs between climate change mitigation and adaptation in urban land use planning: an empirical study in a coastal city. *Environ. Int.* 133, 105162.
- Yang, X., Wang, Y., Sun, M., Wang, R., Zheng, P. (2018). Exploring the environmental pressures in urban sectors: an energy-water-carbon nexus perspective. *Appl. Energy* 228, 2298e2307.

- Yılmaz, M., & Ercoşkun, Ö. Y. (2020). Ankara’da Ulaşım Sistemlerinin Altında Kalan Dereler: Bentderesi Örneği. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (7), 1-18.
- Yu, Y. S., Zou, S., & Whittemore, D. (1993). Non-parametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas. *Journal of Hydrology*, 150(1), 61-80.
- Yuen, B., & Kohn, L. (2009). Climate change and urban planning in southeast Asia. *Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society (S.A.P.I.EN.S)*, 2(3), 1–11.
- Yüksel, U., Yılmaz O. (2008). “Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma”, *GÜ. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Vol 23 (4), 937-952
- Zhou, W., Huang, G., Cadenasso, M.L. (2011). Does spatial configuration matter? Understanding the effects of land cover pattern on land surface temperature in urban landscapes. *Landsc. Urban Plan.* 102 (1), 54–63.
- Zilman, John W. (2009). A history of climate activities. World Meteorological Organization, Bulletin 58 (3). Available at: <https://public.wmo.int/en/bulletin/history-climate-activities>.
- Zimmerman R, Faris C. (2011). Climate change mitigation and adaptation in North American cities. *Curr Opin Environ Sustain*;3(3):181–7. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.12.004>.
- Zölch, T., Maderspacher, J., Wamsler, C., & Pauleit, S. (2016). Using green infrastructure for urban climate-proofing: An evaluation of heat mitigation measures at the micro-scale. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 305-316.
- Žuvela-Aloise, M., Koch, R., Buchholz, S., & Früh, B. (2016). Modelling the potential of green and blue infrastructure to reduce urban heat load in the city of Vienna. *Climatic Change*, 135(3), 425-438.

EKLER

EK 1 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ MODEL PROJEKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ek 1. 1: Ankara ili için önemli iklim parametrelerinin öngörülen değişim (anomali) değerleri.

İklim Parametreleri	IPCC Senaryolar	2020-2039	2040-2059	2060-2079
P _{max-10}	RCP 2.6	1,47	1,51	1,63
	RCP 4.5	1,12	2,49	1,88
	RCP 8.5	1,83	3,20	4,46
Heat Index > 35°C	RCP 2.6	1,26	4,37	2,50
	RCP 4.5	1,47	6,13	6,22
	RCP 8.5	1,97	4,78	1,46
P _{ave}	RCP 2.6	-1,09	-0,49	-2,38
	RCP 4.5	-1,22	-1,75	-3,43
	RCP 8.5	-0,71	-3,24	-6,37
T _{ave}	RCP 2.6	1,10	1,40	1,34
	RCP 4.5	1,12	1,63	2,13
	RCP 8.5	1,33	2,39	3,50
D-50	RCP 2.6	0	0,05	0,05
	RCP 4.5	0	0,7	0,07
	RCP 8.5	0,07	0	0,02
T _{max} > 40 °C	RCP 2.6	1,08	1,97	1,64
	RCP 4.5	0,70	1,68	2,38
	RCP 8.5	0,82	2,52	5,69

(- değerler 1986-2005 periyoduna göre azalmayı, + değerler ise yine aynı döneme göre attısı ifade etmektedir).

Ek 1. 2: Sakarya Havzası için önemli iklim parametrelerinin öngörülen sapma (anomali) değerleri (1986-2005).

İklim Parametreleri	IPCC Senaryolar	2020-2039	2040-2059	2060-2079
P _{max-10}	RCP 2.6	0,22	0,44	0,39
	RCP 4.5	1,75	2,50	2,18
	RCP 8.5	2,97	3,54	5,48
Heat Index > 35°C	RCP 2.6	0	0	0
	RCP 4.5	0	0	0
	RCP 8.5	0	0	0,04
P _{ave}	RCP 2.6	-1,85	-0,50	-2,38
	RCP 4.5	-1,22	-1,76	-3,44
	RCP 8.5	-0,71	-3,24	-6,37
T _{ave}	RCP 2.6	1,06	1,27	1,22
	RCP 4.5	1,09	1,55	2,02
	RCP 8.5	1,29	2,29	3,42
D-50	RCP 2.6	0	0	0
	RCP 4.5	0	0	0
	RCP 8.5	0	0	0
T _{max} > 40 °C	RCP 2.6	0,21	0,20	0,38
	RCP 4.5	0,21	0,54	1,10
	RCP 8.5	0,27	1,26	3,88

Ek 1. 3: Kızılırmak Havzası için önemli iklim parametrelerinin öngörülen sapma (anomali) değerleri (1986-2005).

İklim Parametreleri	IPCC Senaryolar	2020-2039	2040-2059	2060-2079
P _{max-10}	RCP 2.6	-0,74	-0,66	-0,82
	RCP 4.5	0,29	0,84	0,38
	RCP 8.5	1,53	1,85	4,63
Heat Index > 35°C	RCP 2.6	0	0	0
	RCP 4.5	0	0	0
	RCP 8.5	0	0	0,02
P _{ave}	RCP 2.6	-1,03	-0,56	-1,15
	RCP 4.5	-0,30	-1,22	-3,42
	RCP 8.5	-0,23	-2,73	-4,62
T _{ave}	RCP 2.6	1,03	1,26	1,20
	RCP 4.5	1,07	1,58	2,01
	RCP 8.5	1,25	2,28	3,40
D-50	RCP 2.6	0	0	0
	RCP 4.5	0	0	0
	RCP 8.5	0	0	0
T _{max} > 40 °C	RCP 2.6	0,24	0,29	0,45
	RCP 4.5	0,28	0,75	1,30
	RCP 8.5	0,36	1,29	3,96

EK 2 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KIRILGANLIK VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

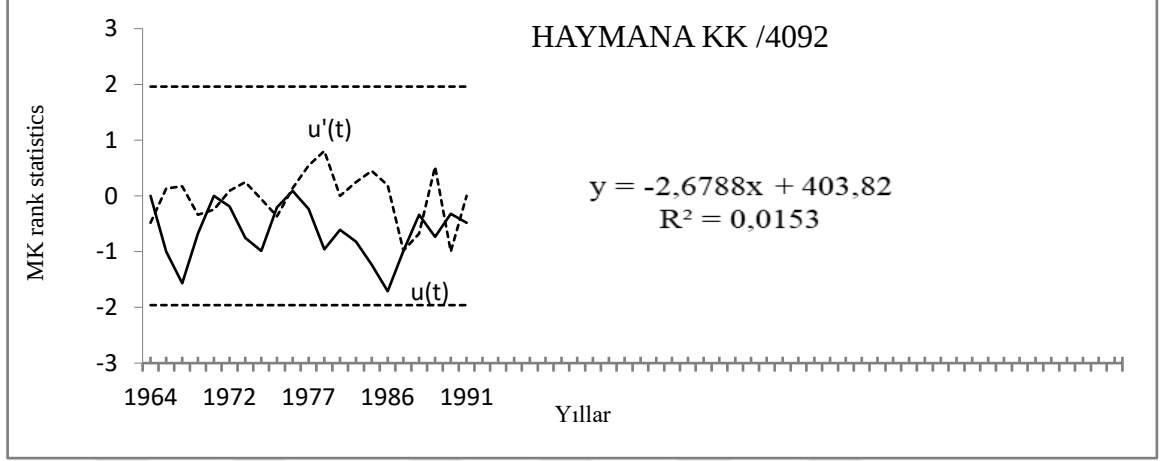
Ek 2. 1: İklim Değişikliği Kırılğanlık Değerlendirmesi.

İklim Değişikliği İlişkili Çevre Sorunu	Ankara ili			Sakarya Havzası			Kızılırmak Havzası		
	Duyarlılık	Maruziyet	Sonuç	Duyarlılık	Maruziyet	Sonuç	Duyarlılık	Maruziyet	Sonuç
Sel	5	5	25	4	3	12	4	3	12
Taşkın-Su baskını	5	5	25	4	3	12	4	3	12
Erozyon	3	3	9	3	2	6	3	4	12
Heyelan	5	3	15	4	2	8	4	2	8
Su sıkıntısı	5	5	25	3	3	9	3	4	12
Orman yangını	4	2	8	3	3	9	3	3	9
Kentleşme	5	5	25	4	3	12	4	3	16
Isı adası	5	5	25	4	3	12	4	3	12

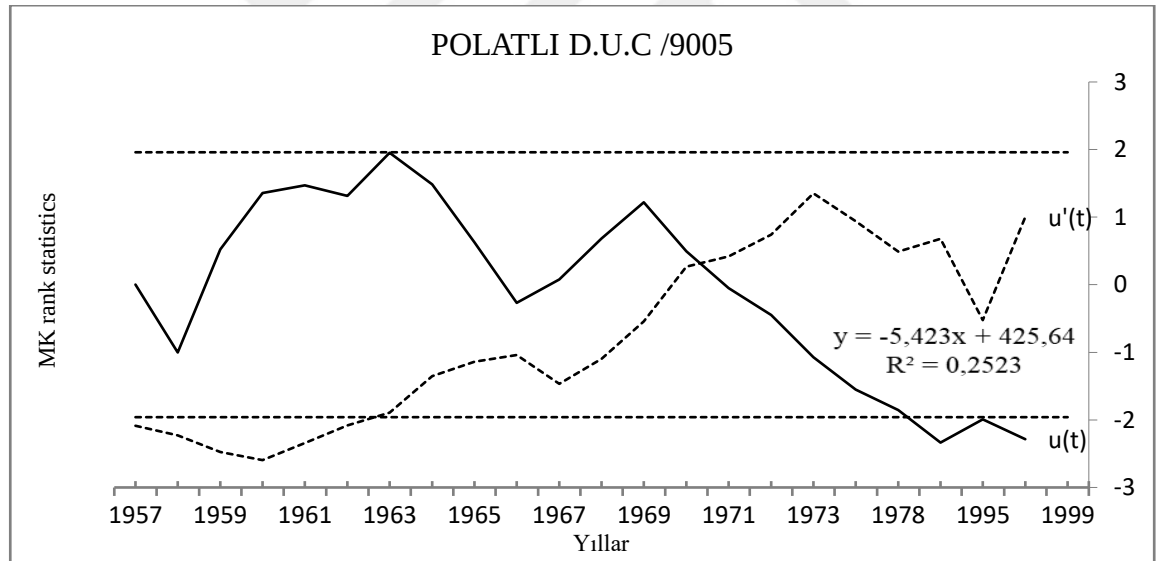
Ek 2. 2: İklim Değişikliği Risk Değerlendirmesi.

İklim Değişikliği İlişkili Çevre Sorunu	Ankara ili			Sakarya Havzası			Kızılırmak Havzası		
	Şiddet	Olasılık	Sonuç	Şiddet	Olasılık	Sonuç	Şiddet	Olasılık	Sonuç
Sel	4	3	12	3	3	9	4	4	16
Taşkın- Su baskını	4	3	12	3	3	9	4	4	16
Erozyon	3	3	9	2	2	4	3	3	9
Heyelan	3	3	9	2	2	4	2	2	4
Su sıkıntısı	5	5	25	3	3	9	3	3	9
Orman yangını	2	2	4	3	3	9	3	3	9
Kentleşme	5	5	25	3	3	9	3	3	9
Isı adası	5	5	25	3	3	9	3	3	9

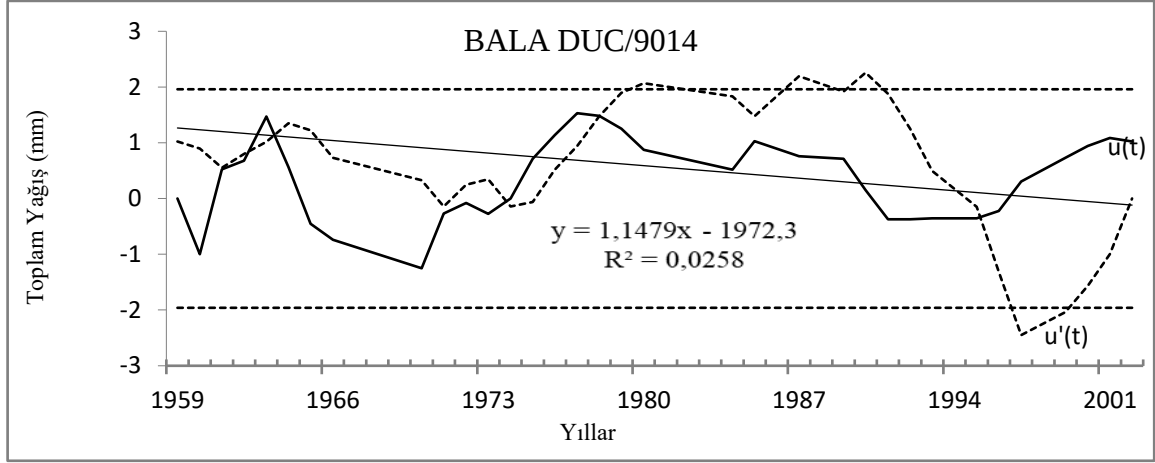
EK 3 ANKARA İLİ VE ÇEVRE İSTASYON VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ



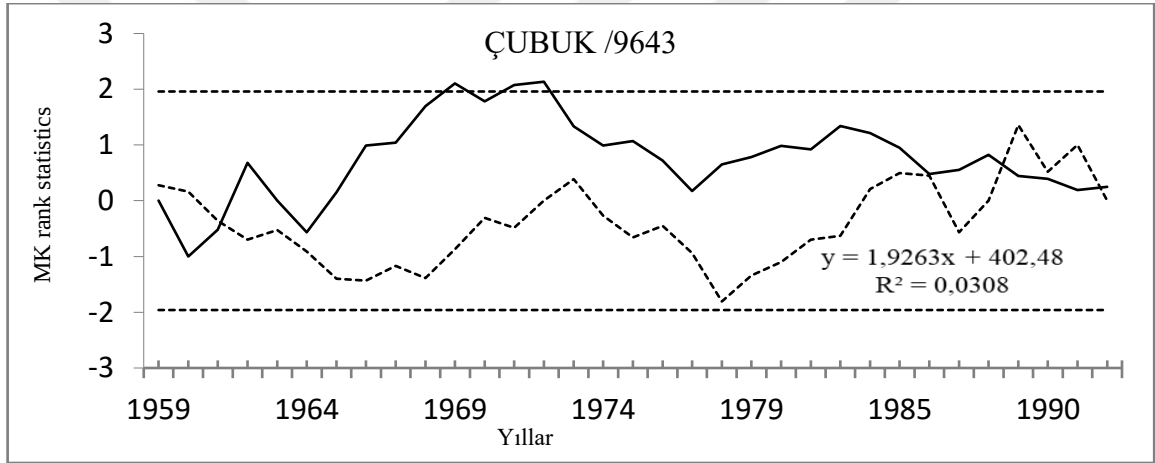
Ek 3. 1: Haymana KK (4092) istasyonunun toplam yağış eğilimi.



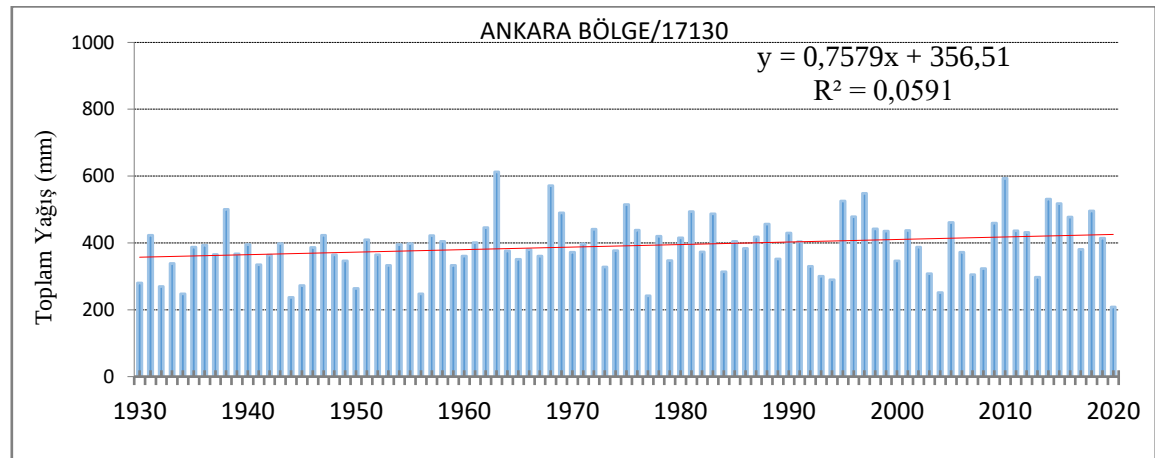
Ek 3. 2: Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun toplam yağış eğilimi.



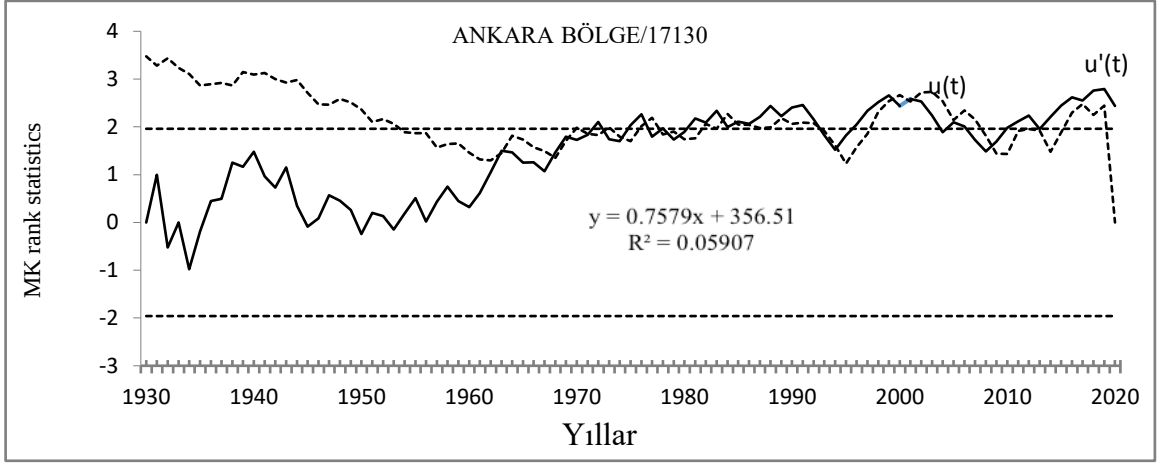
Ek 3. 3: Bala D.U.C (9014) istasyonunun toplam yağış eğilimi.



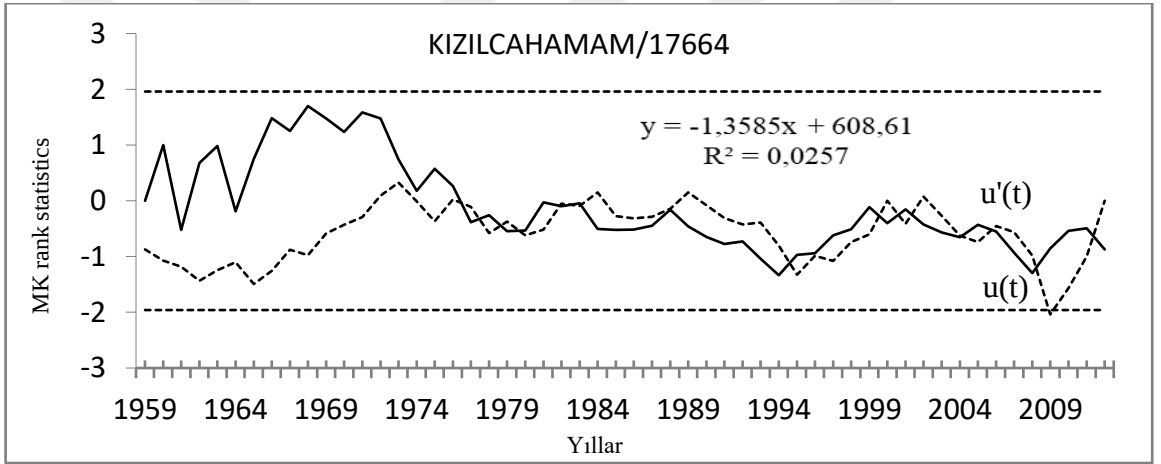
Ek 3. 4: Çubuk (9643) istasyonunun toplam yağış eğilimi.



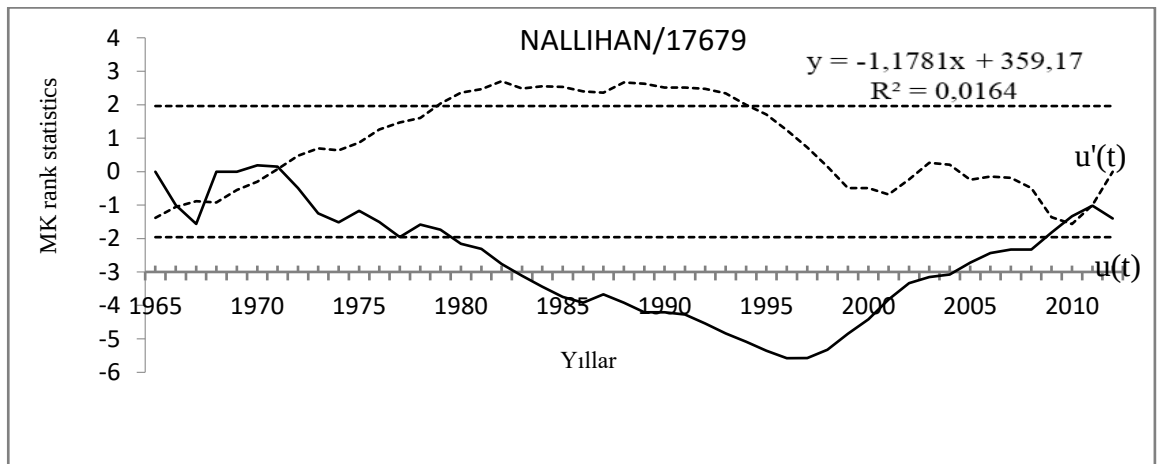
Ek 3. 5: Ankara Bölgesi (17130) istasyonunun toplam yağış eğilimi.



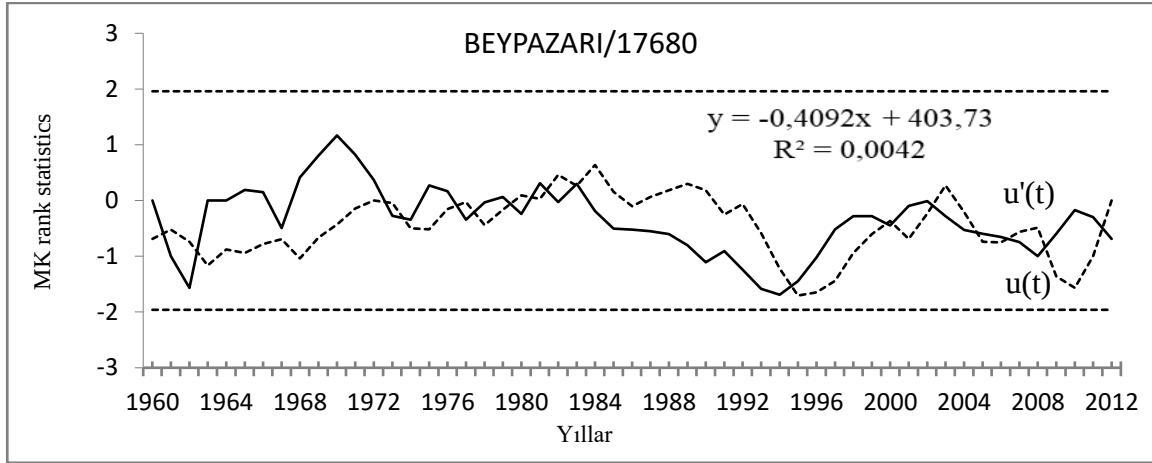
Ek 3. 6: Ankara Bölgesi (17130) istasyonunun toplam yağış eğilimi.



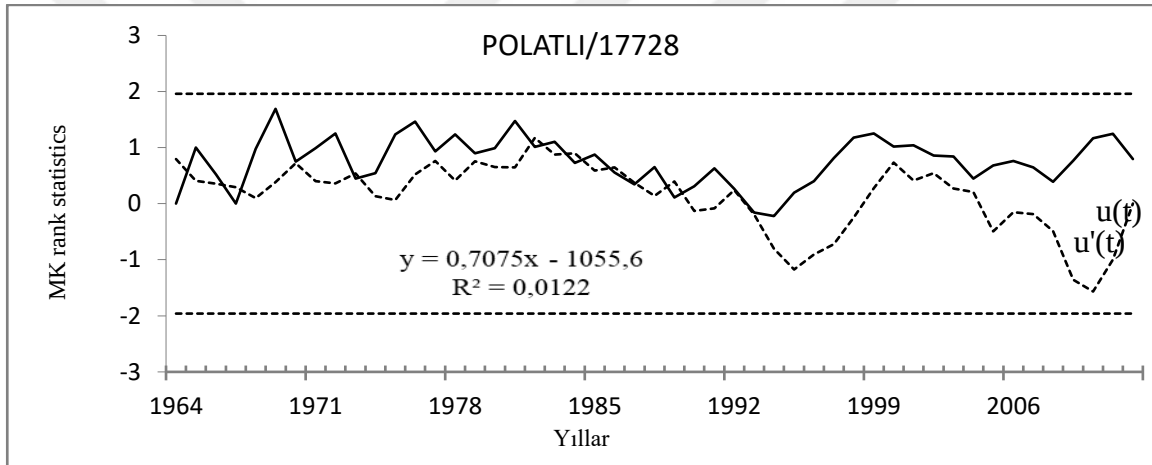
Ek 3. 7: Kızılcahamam (17664) istasyonunun toplam yağış eğilimi.



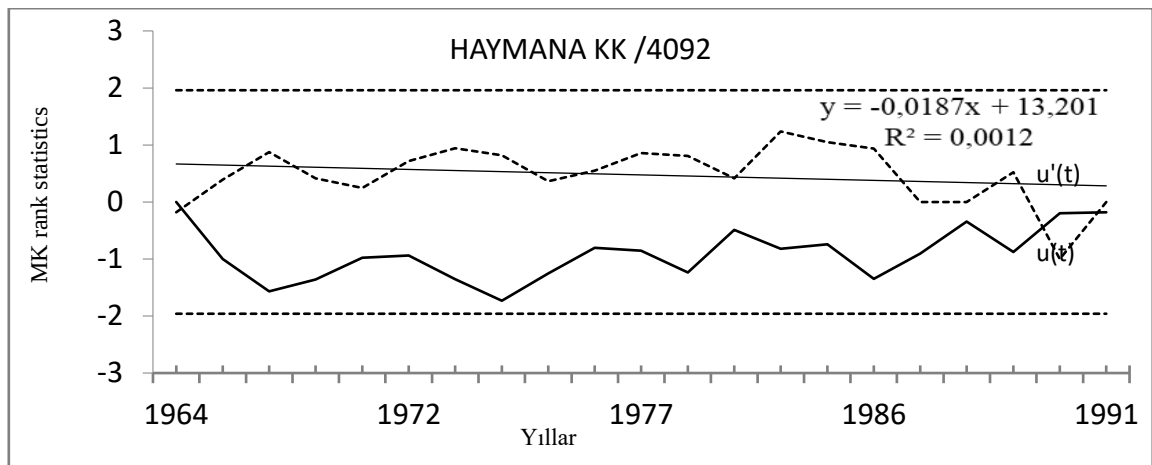
Ek 3. 8: Nallıhan (17679) istasyonunun toplam yağış eğilimi.



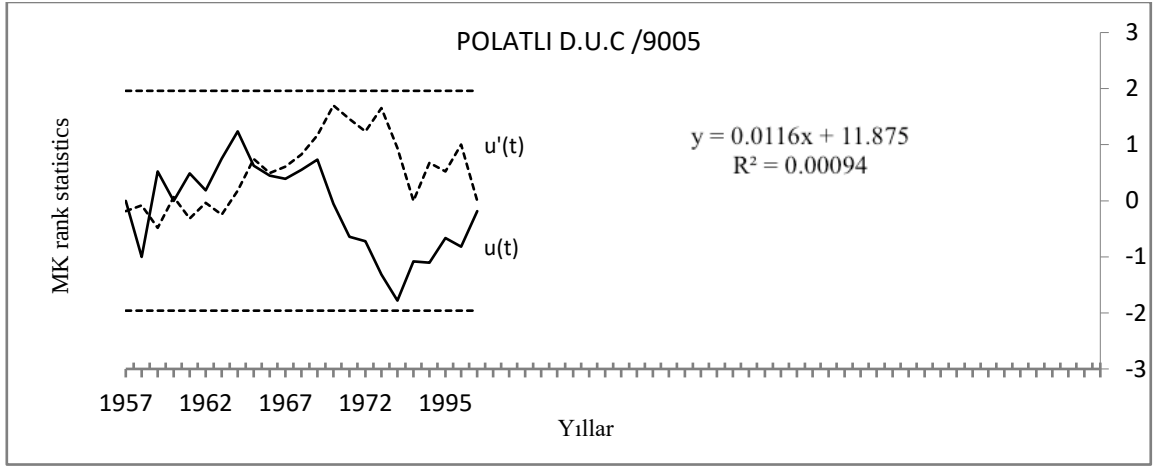
Ek 3. 9: Beypazarı (17680) istasyonunun toplam yağış eğilimi.



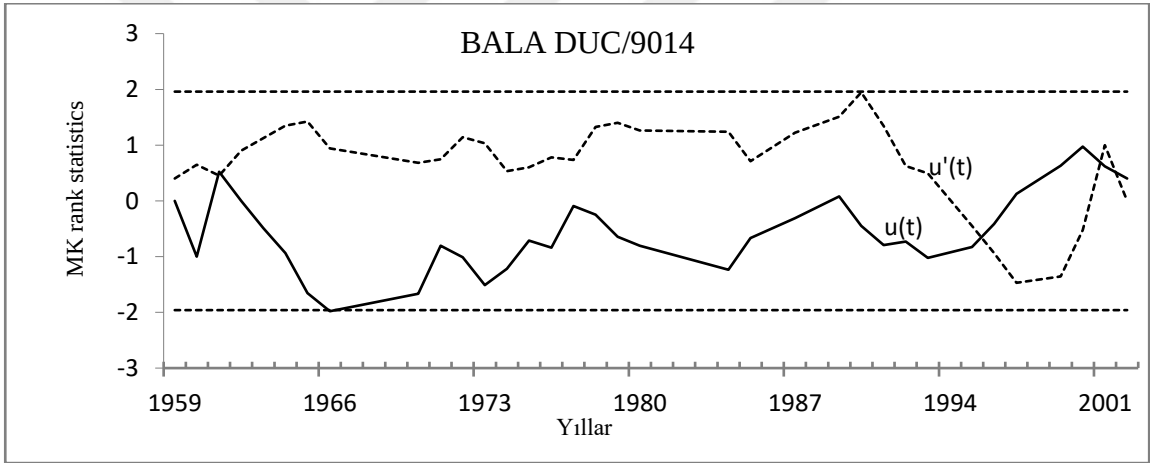
Ek 3. 10: Polatlı (17728) istasyonunun toplam yağış eğilimi.



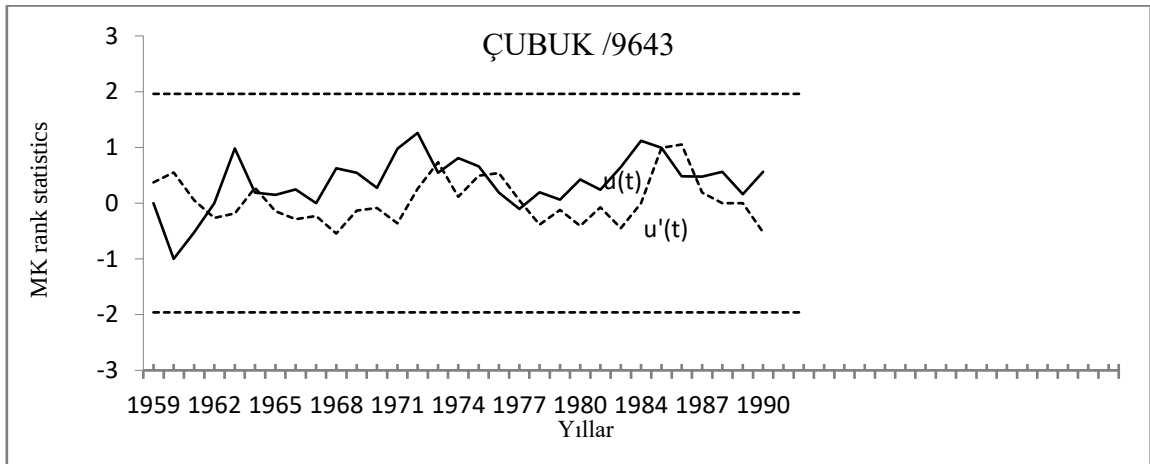
Ek 3. 11: Haymana KK (4092) istasyonunun ortalama maksimum yağış eğilimi.



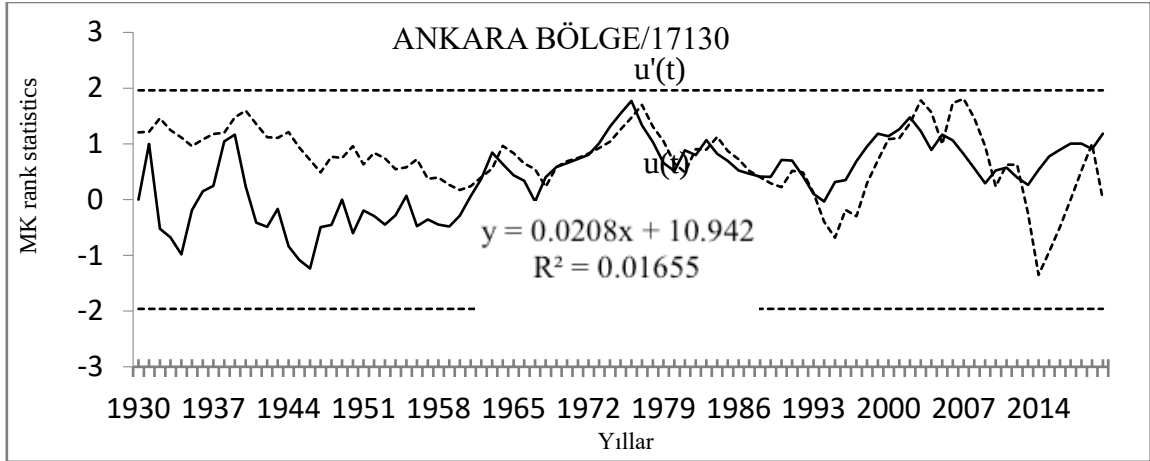
Ek 3. 12: Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun ortalama maksimum yağış eğilimi.



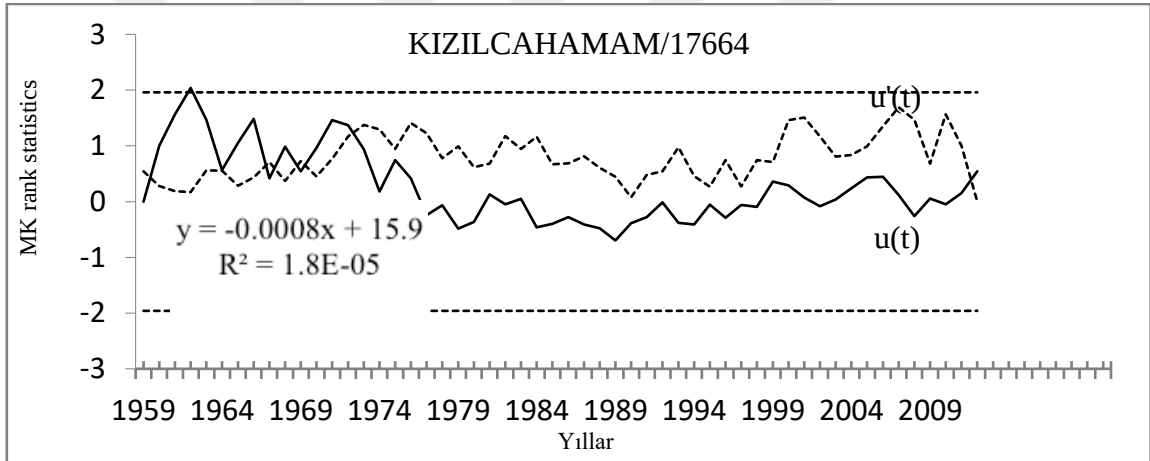
Ek 3. 13: Bala D.U.C (9014) istasyonunun ortalama maksimum yağış eğilimi.



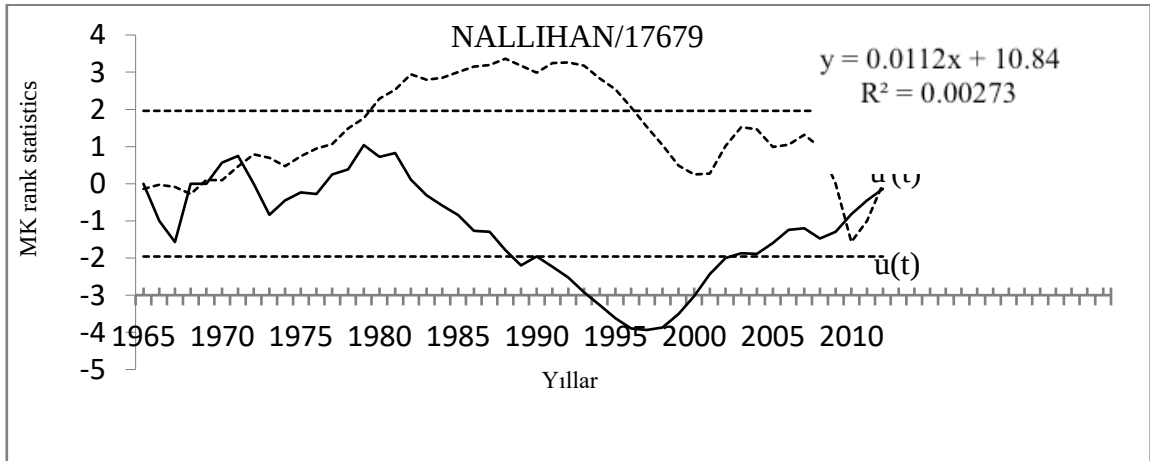
Ek 3. 14: Çubuk (9643) istasyonunun ortalama maksimum yağış eğilimi.



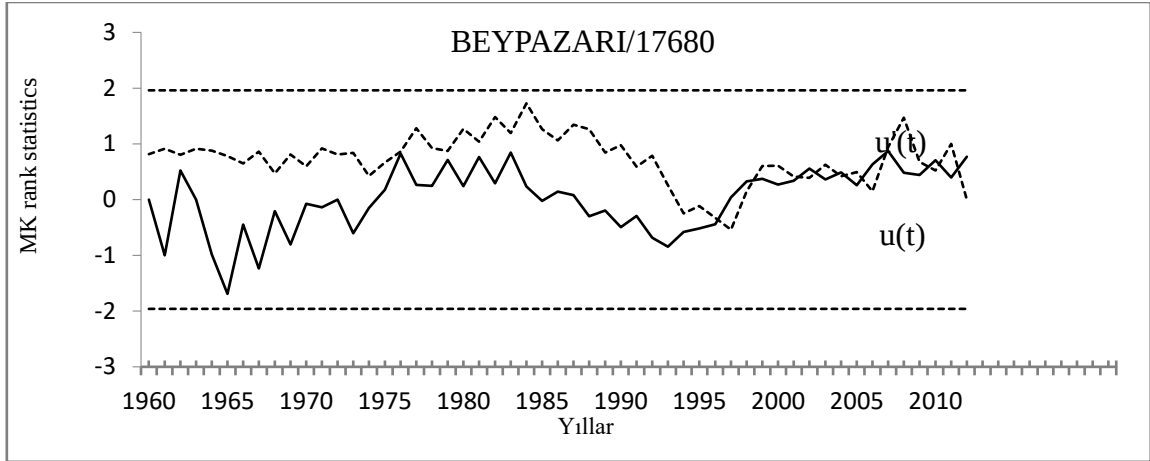
Ek 3. 15: Ankara Bölgesi (17130) istasyonunun ortalama maksimum yağış eğilimi.



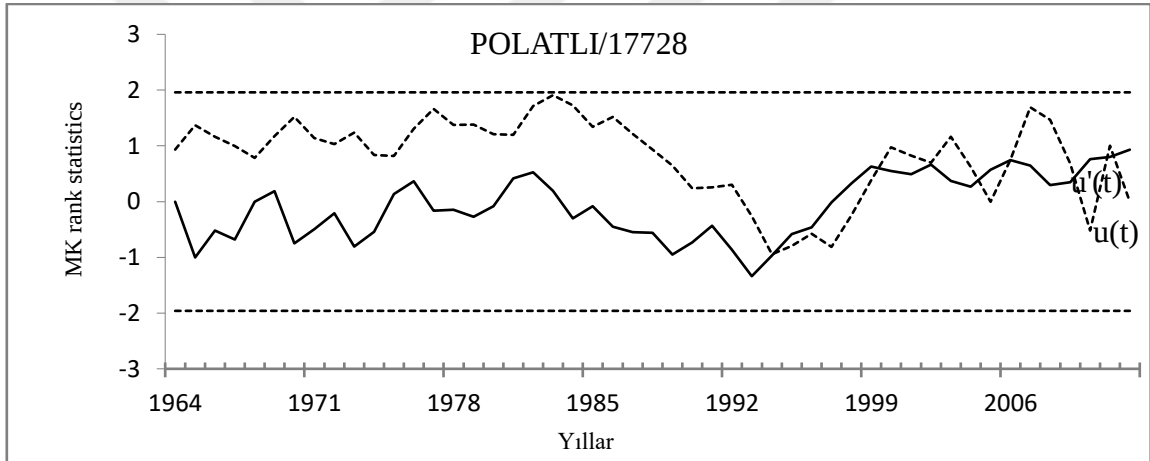
Ek 3. 16: Kızılcahamam (17664) istasyonunun ortalama maksimum yağış eğilimi.



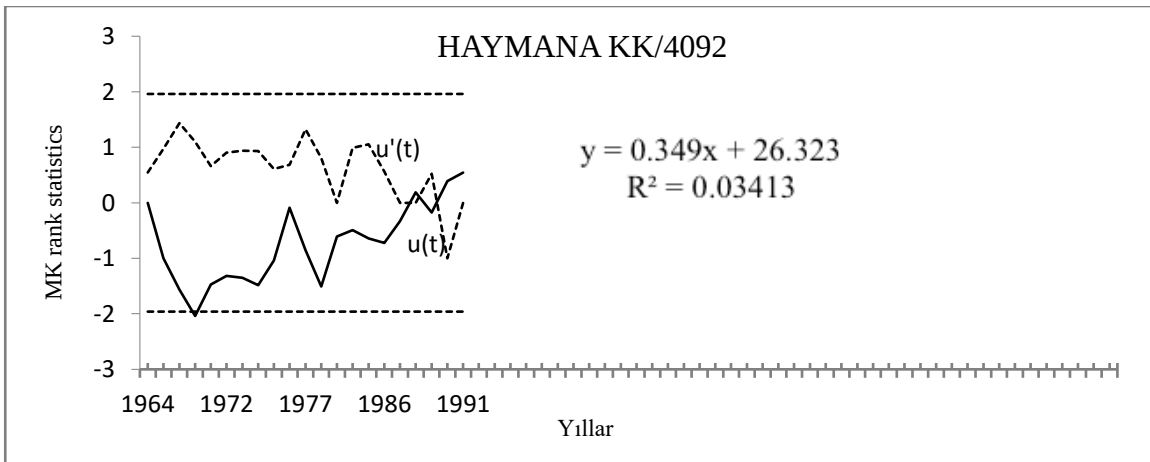
Ek 3. 17: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama maksimum yağış eğilimi.



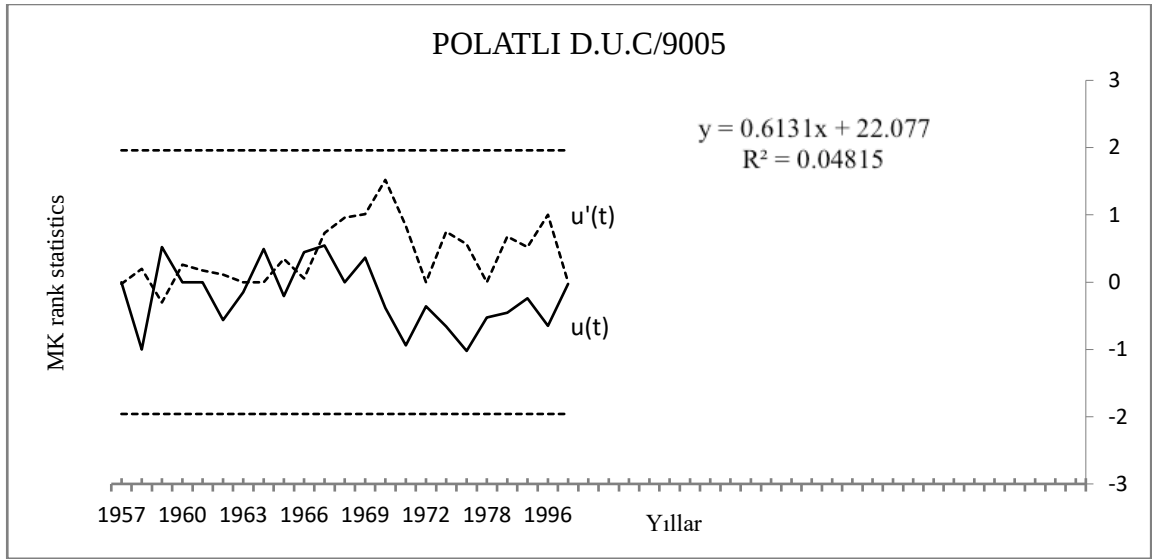
Ek 3. 18:Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama maksimum yağış eğilimi.



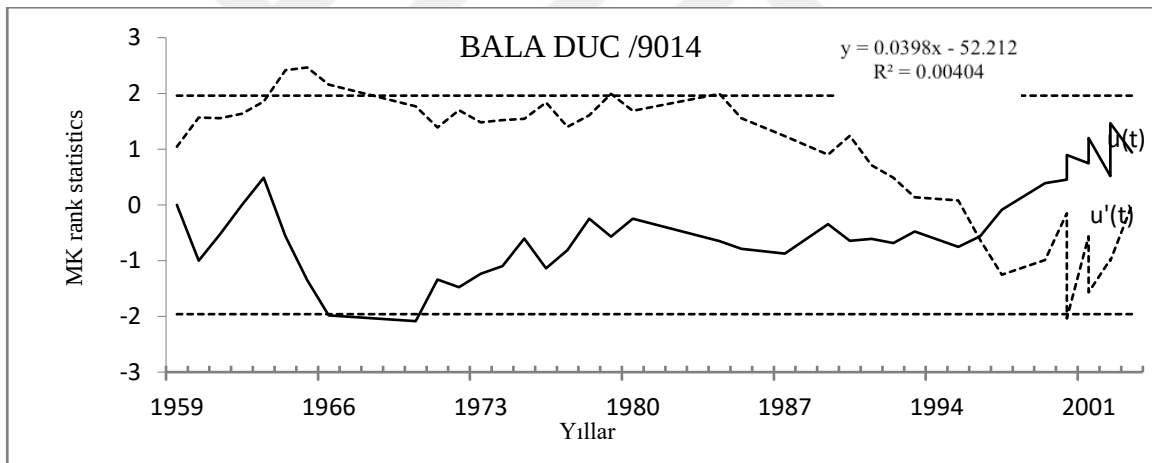
Ek 3. 19:Polatlı (17728) istasyonunun ortalama maksimum yağış eğilimi.



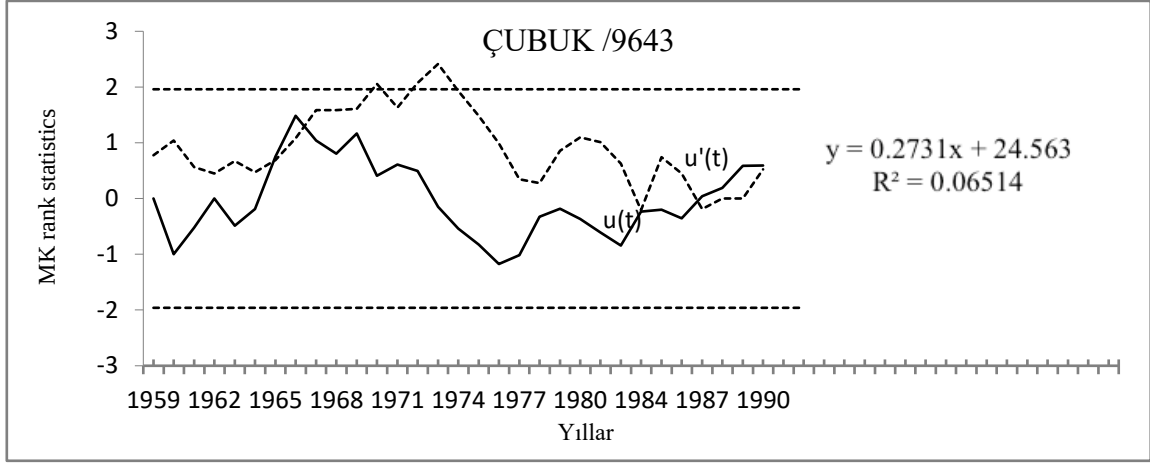
Ek 3. 20:Haymana KK (4092) istasyonunun maksimum yağış eğilimi.



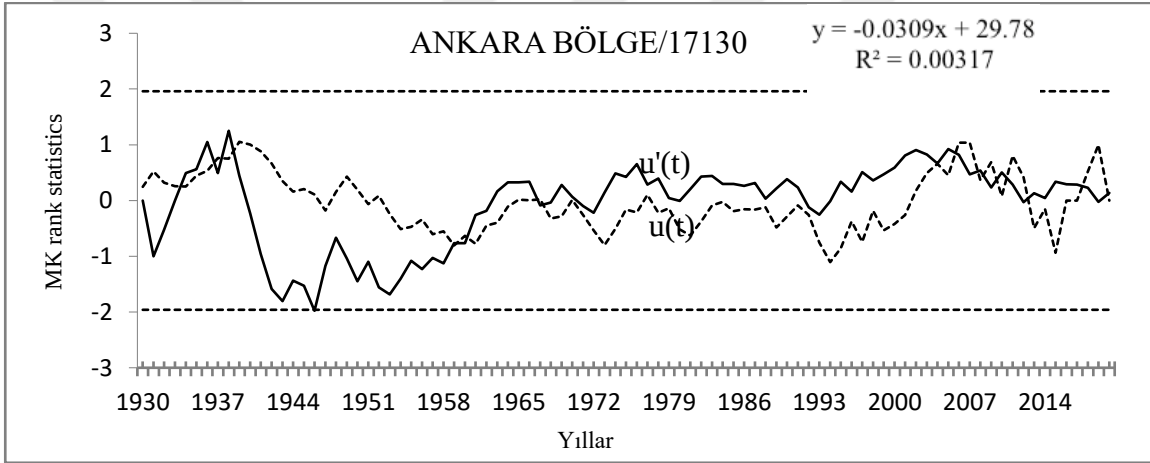
Ek 3. 21:Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun maksimum yağış eğilimi.



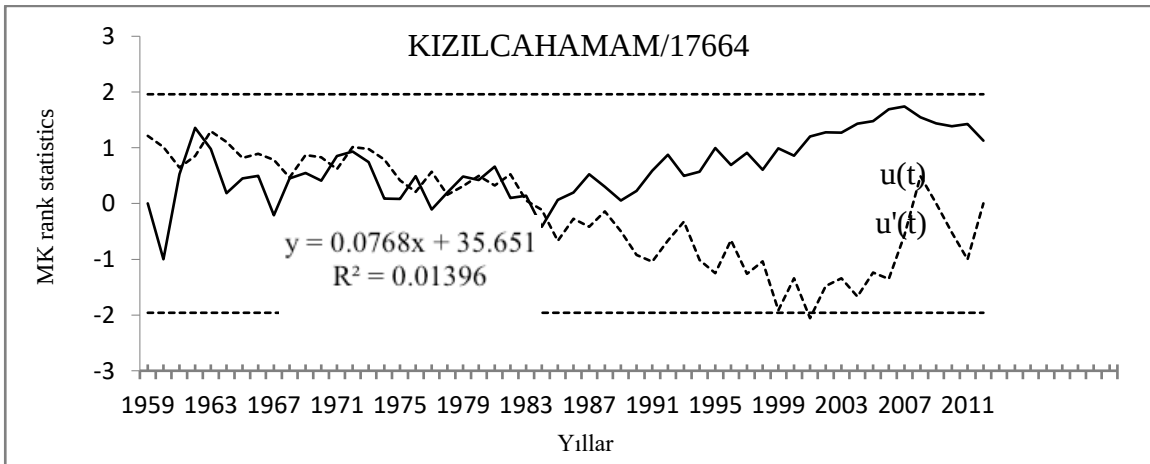
Ek 3. 22: Bala D.U.C (9014) istasyonunun maksimum yağış eğilimi.



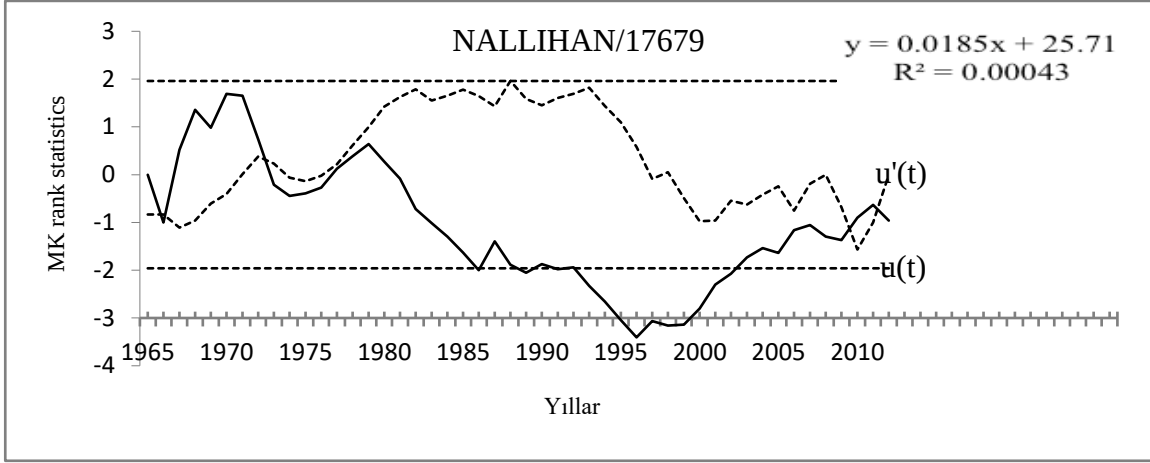
Ek 3. 23: Çubuk (9643) istasyonunun maksimum yağış eğilimi.



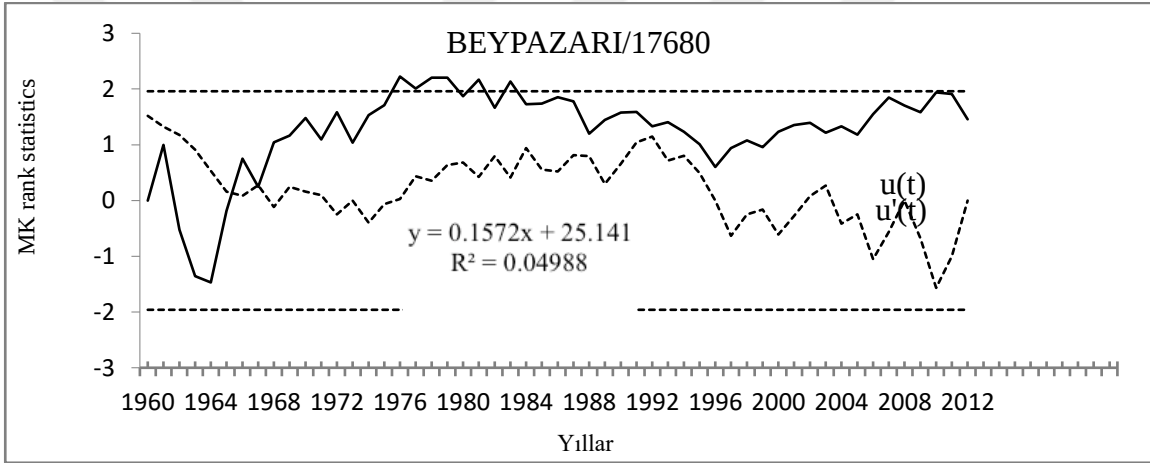
Ek 3. 24: Ankara Bölgesi (17130) istasyonunun maksimum yağış eğilimi.



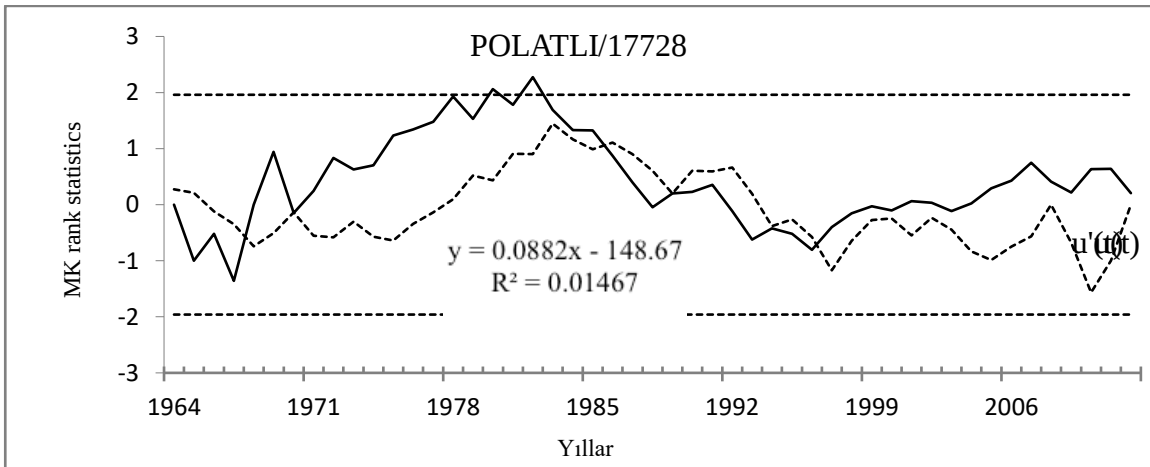
Ek 3. 25: Kızılcahamam (17664) istasyonunun maksimum yağış eğilimi.



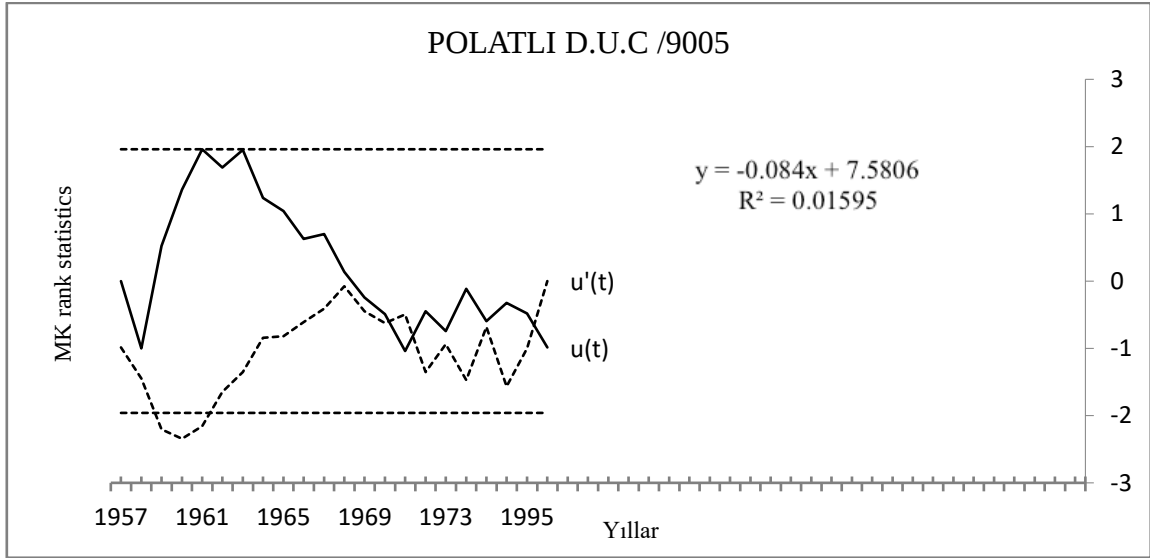
Ek 3. 26: Nallıhan (17679) istasyonunun maksimum yağış eğilimi.



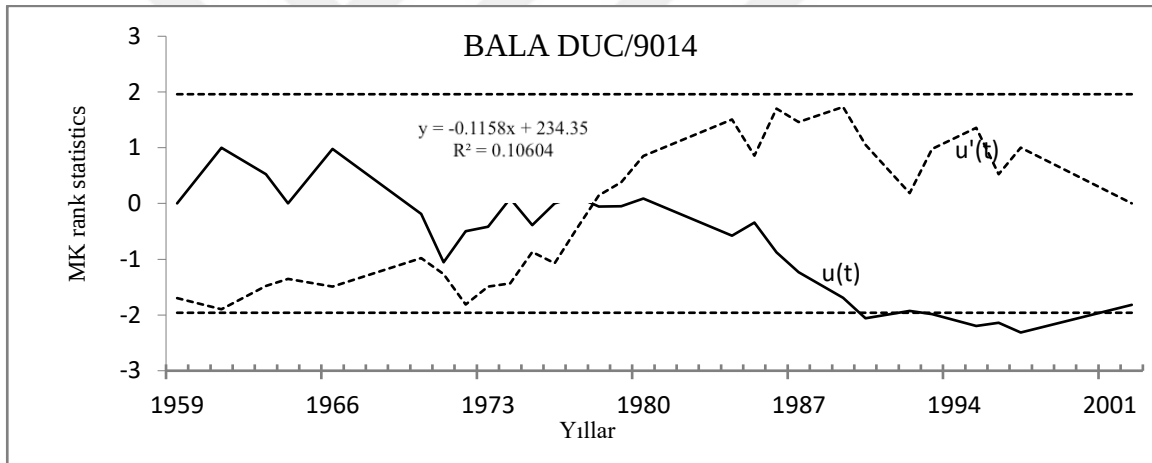
Ek 3. 27: Beypazarı (17680) istasyonunun maksimum yağış eğilimi.



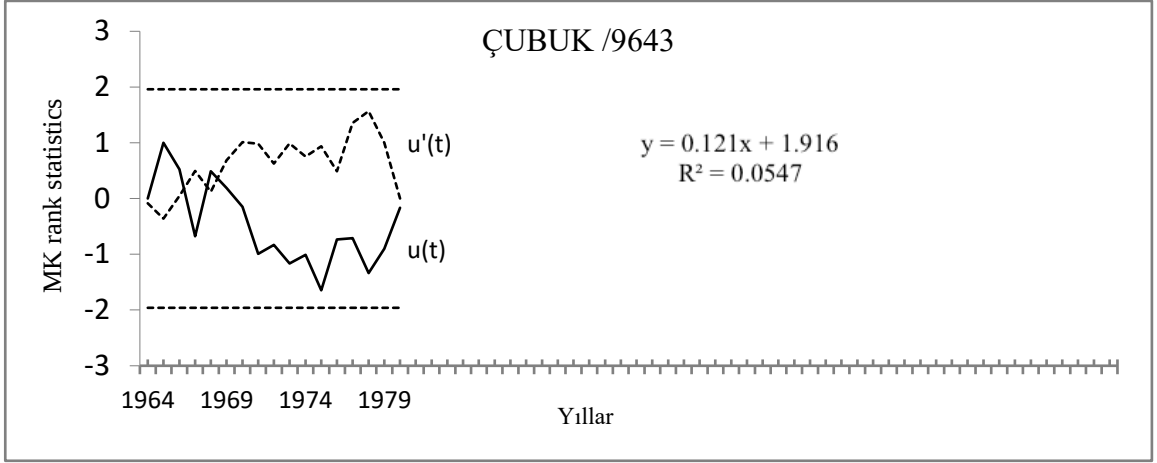
Ek 3. 28: Polatlı (17728) istasyonunun maksimum yağış eğilimi.



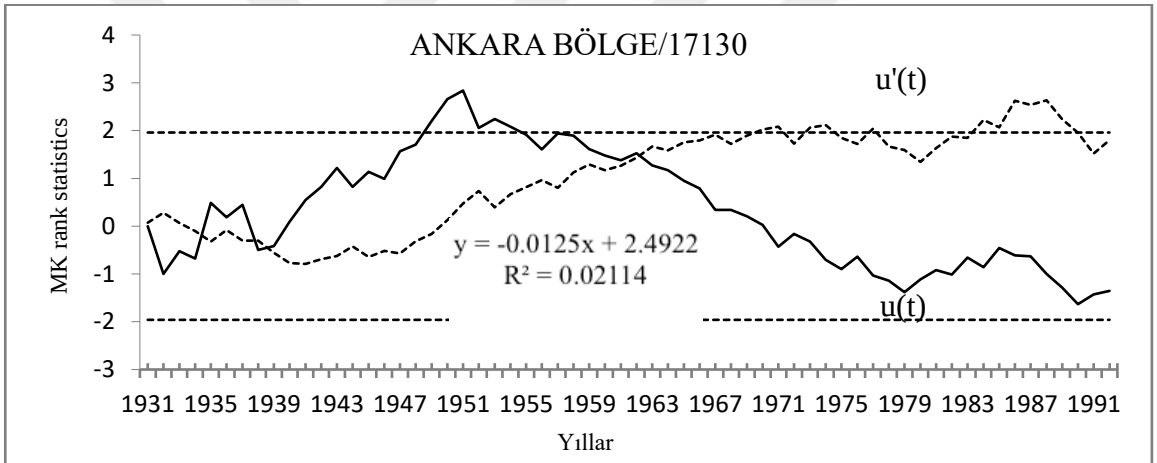
Ek 3. 29: Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun ortalama karlı günler eğilimi.



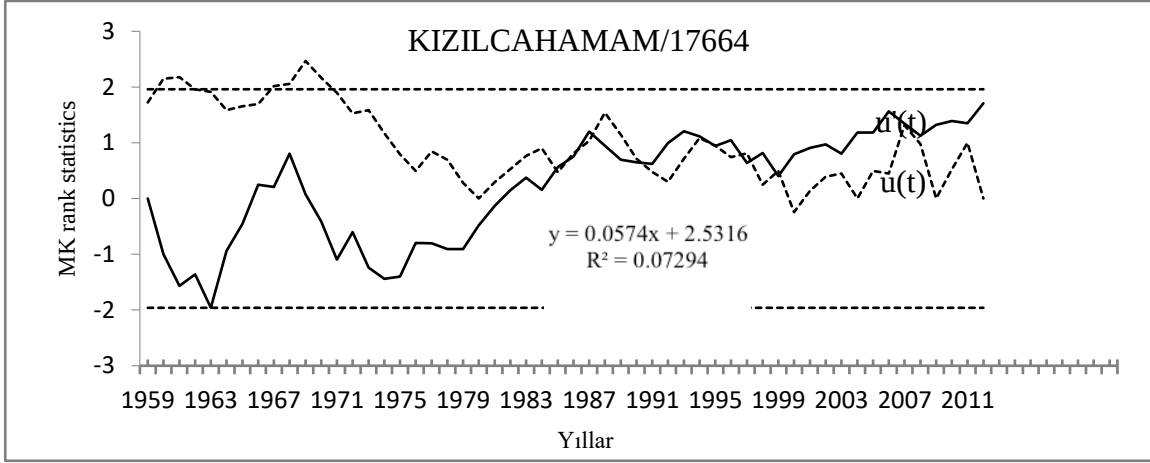
Ek 3. 30: Bala D.U.C (9014) istasyonunun ortalama karlı günler eğilimi.



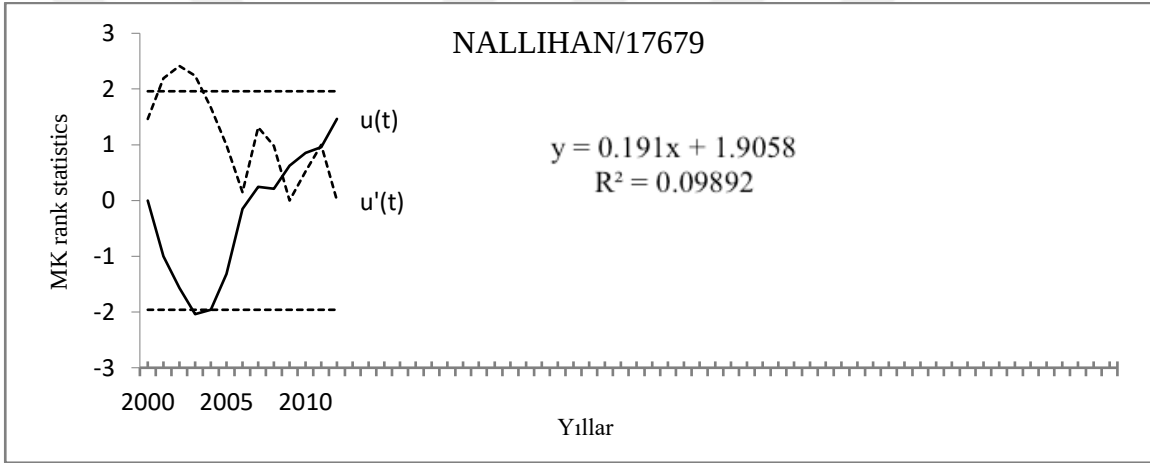
Ek 3. 31: Çubuk (9643) istasyonunun ortalama karlı günler eğilimi.



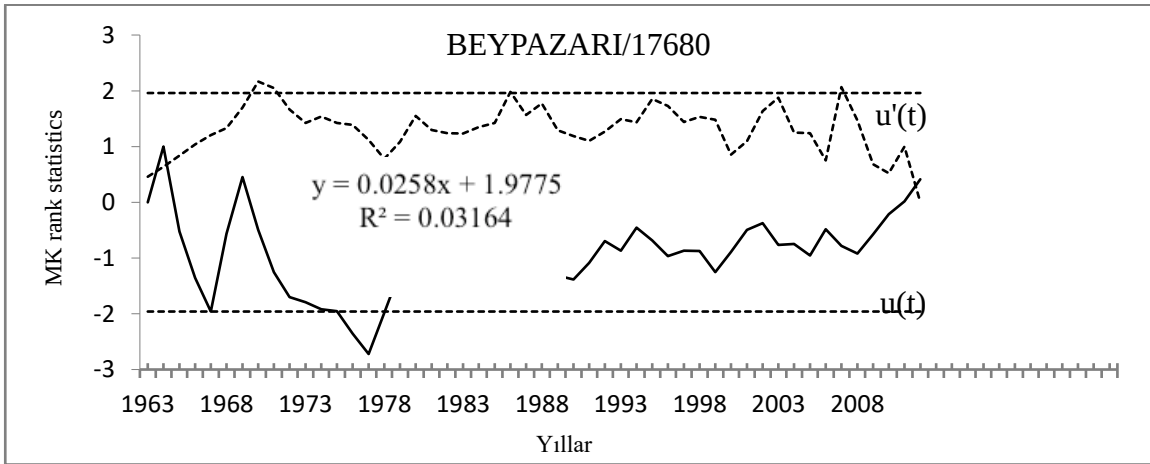
Ek 3. 32: Ankara Bölgesi (17130) istasyonunun ortalama karlı günler eğilimi.



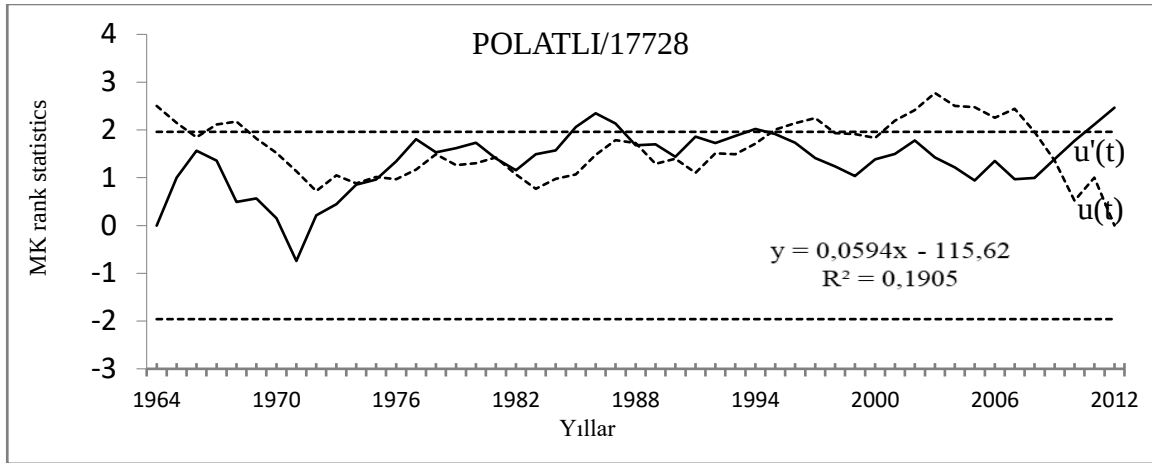
Ek 3. 33: Kızılcahamam (17664) istasyonunun ortalama karlı günler eğilimi.



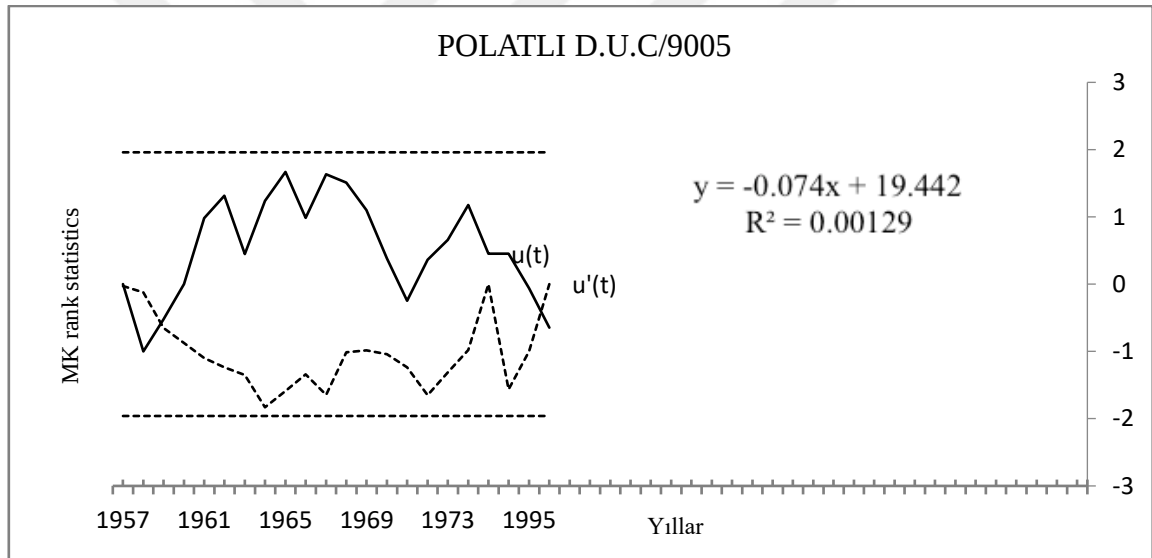
Ek 3. 34: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama karlı günler eğilimi.



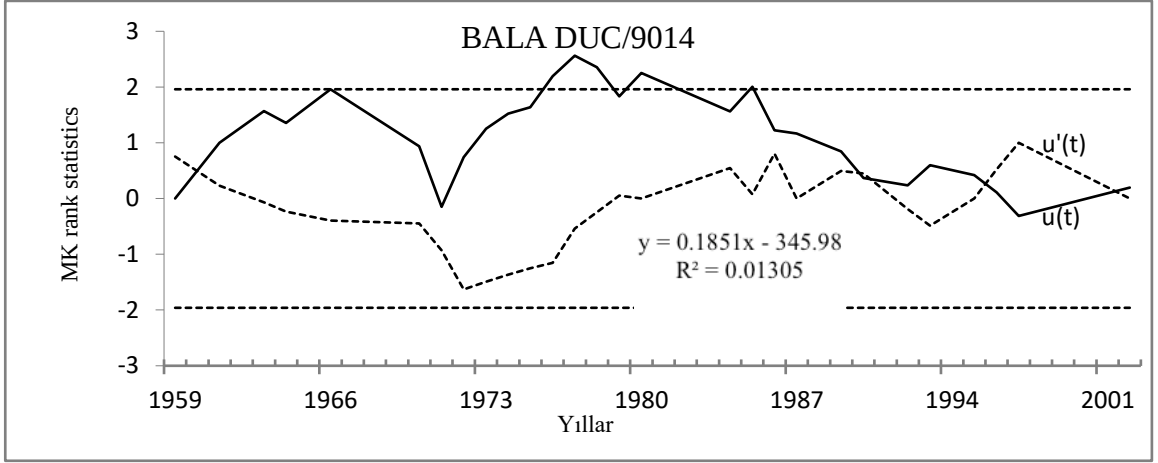
Ek 3. 35: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama karlı günler eğilimi.



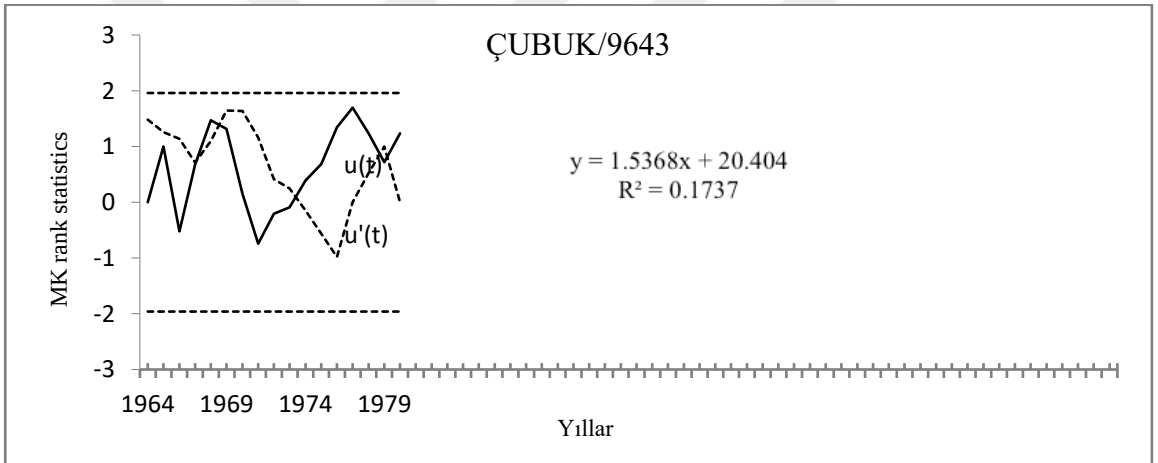
Ek 3. 36: Polatlı (17728) istasyonunun ortalama karlı günler eğilimi.



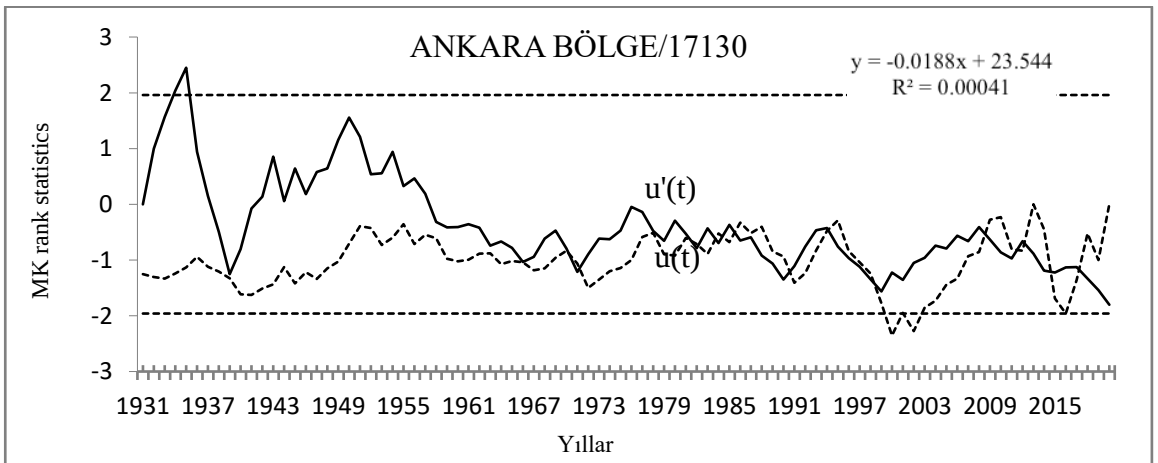
Ek 3. 37: Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun karla örtülü gün sayısı eğilimi.



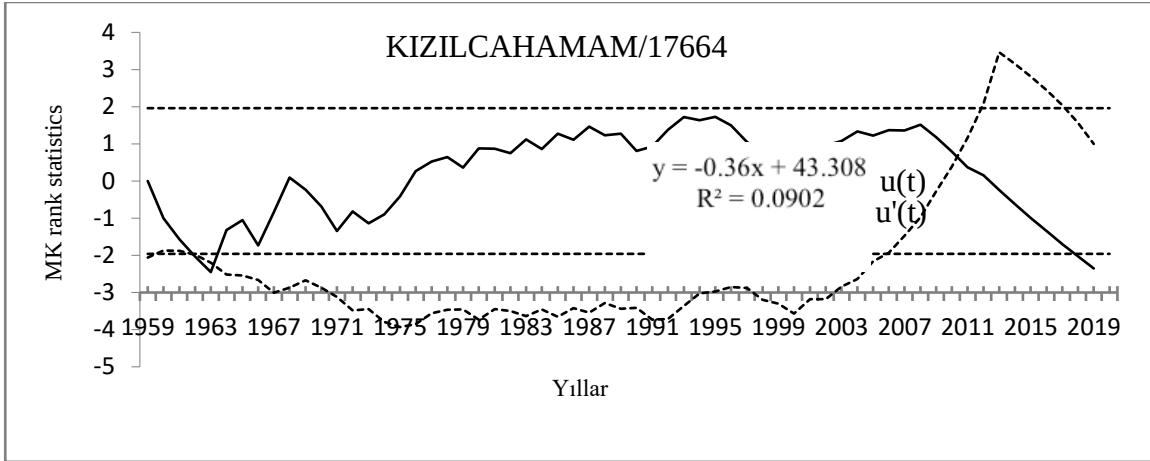
Ek 3. 38: Bala D.U.C (9014) istasyonunun karla örtülü gün sayısı eğilimi.



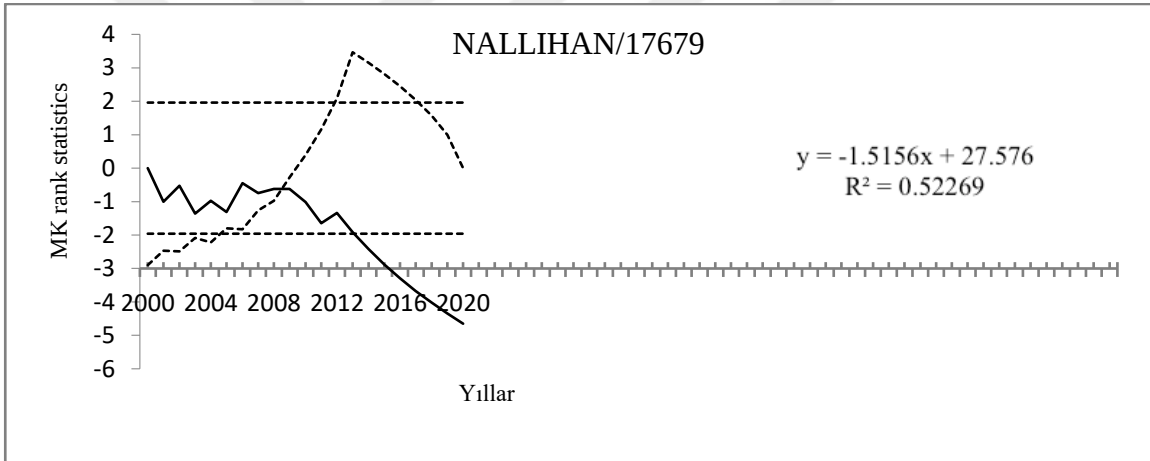
Ek 3. 39: Çubuk (9643) istasyonunun karla örtülü gün sayısı eğilimi.



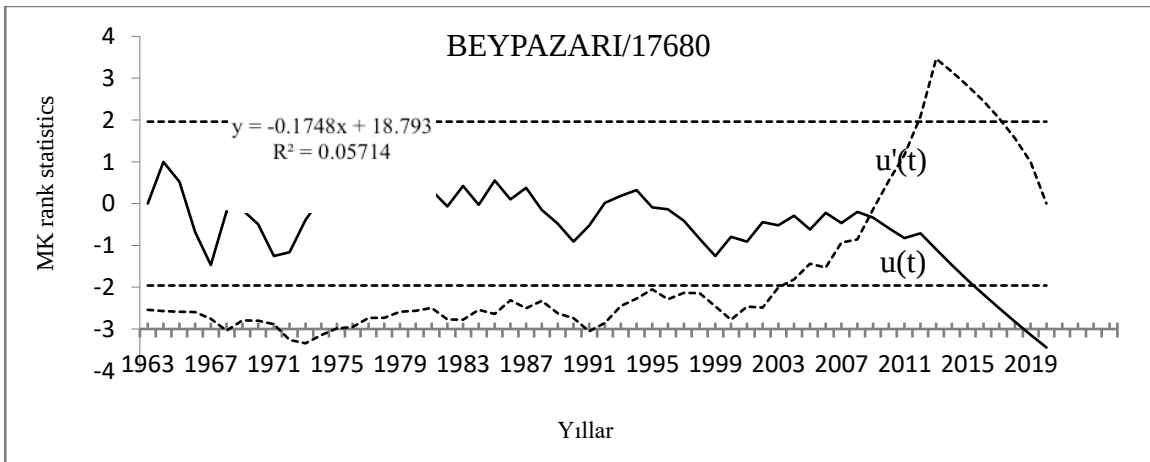
Ek 3. 40: Ankara Bölgesi (17130) istasyonunun karla örtülü gün sayısı eğilimi.



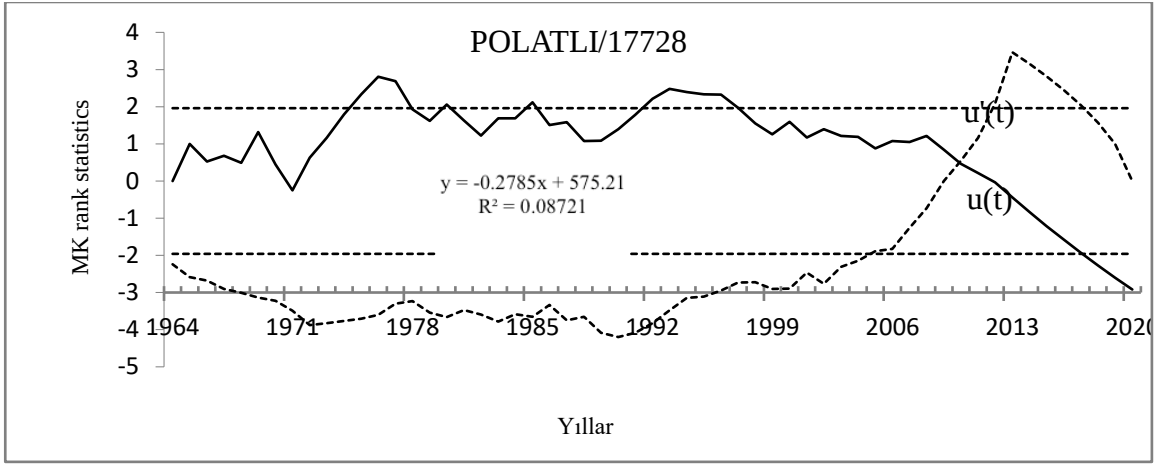
Ek 3. 41: Kızılcahamam (17664) istasyonunun karla örtülü gün sayısı eğilimi.



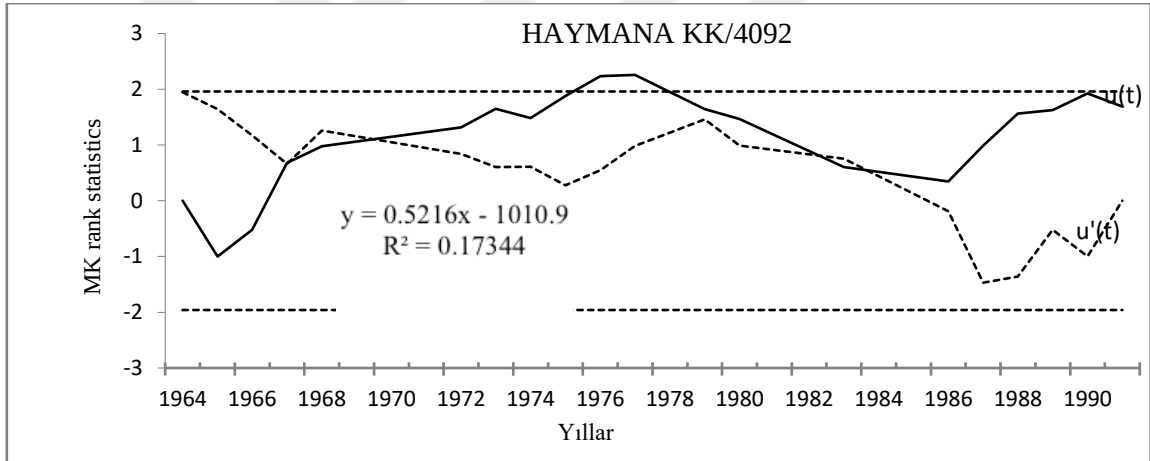
Ek 3. 42: Nallıhan (17679) istasyonunun karla örtülü gün sayısı eğilimi.



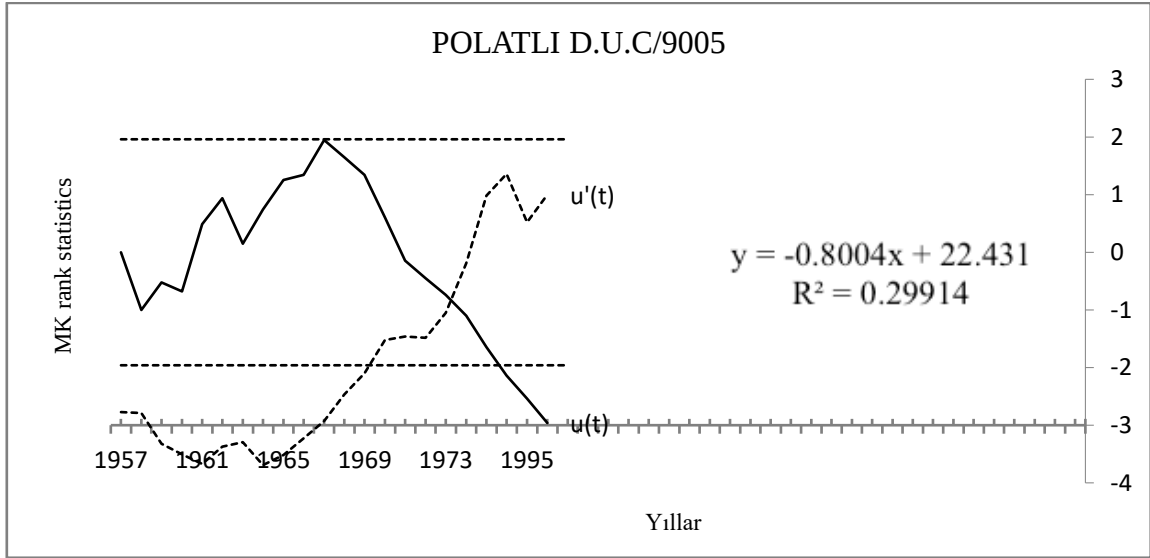
Ek 3. 43: Beypazarı (17680) istasyonunun karla örtülü gün sayısı eğilimi.



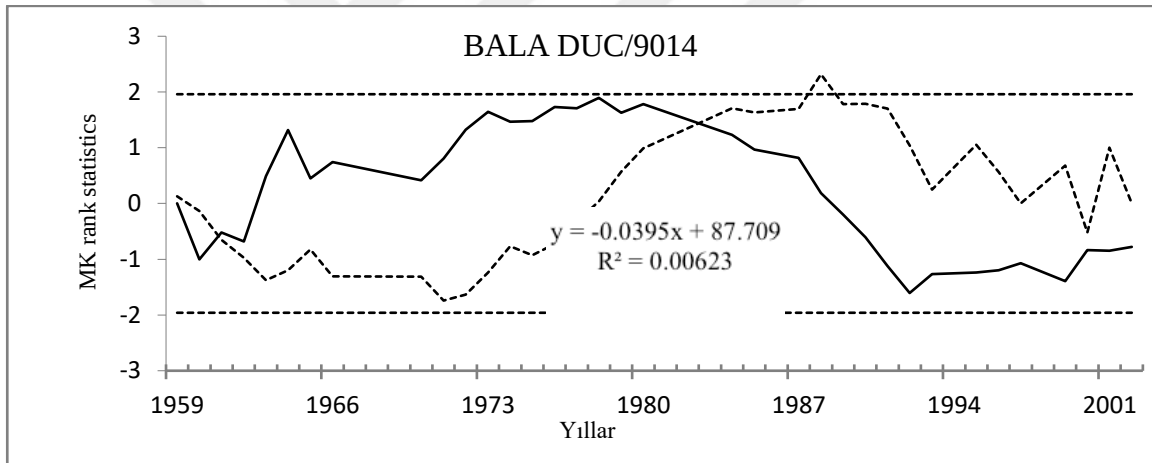
Ek 3. 44: Polatlı (17728) istasyonunun karla örtülü gün sayısı eğilimi.



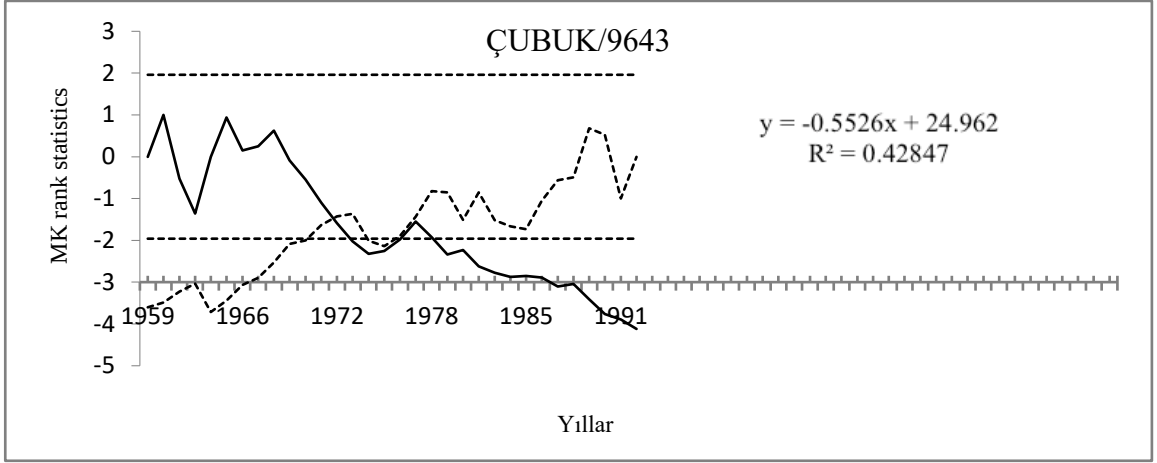
Ek 3. 45: Haymana KK (4092) istasyonunun karlı günler eğilimi.



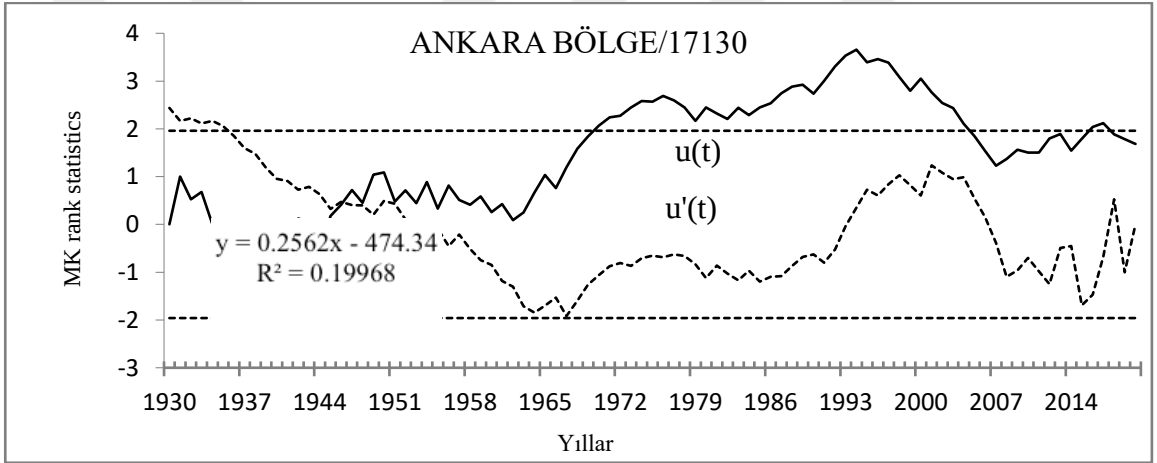
Ek 3. 46: Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun karlı günler eğilimi.



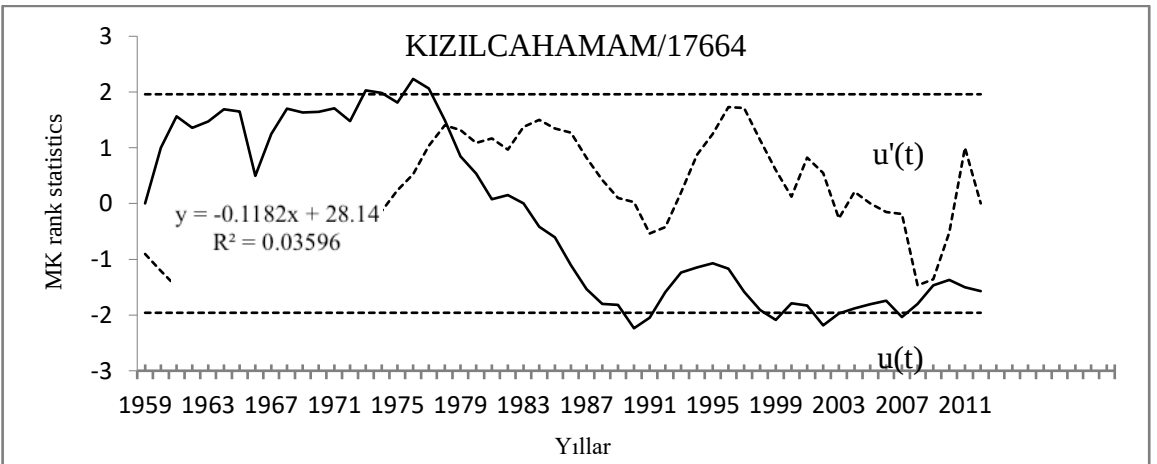
Ek 3. 47: Bala D.U.C (9014) istasyonunun karlı günler eğilimi.



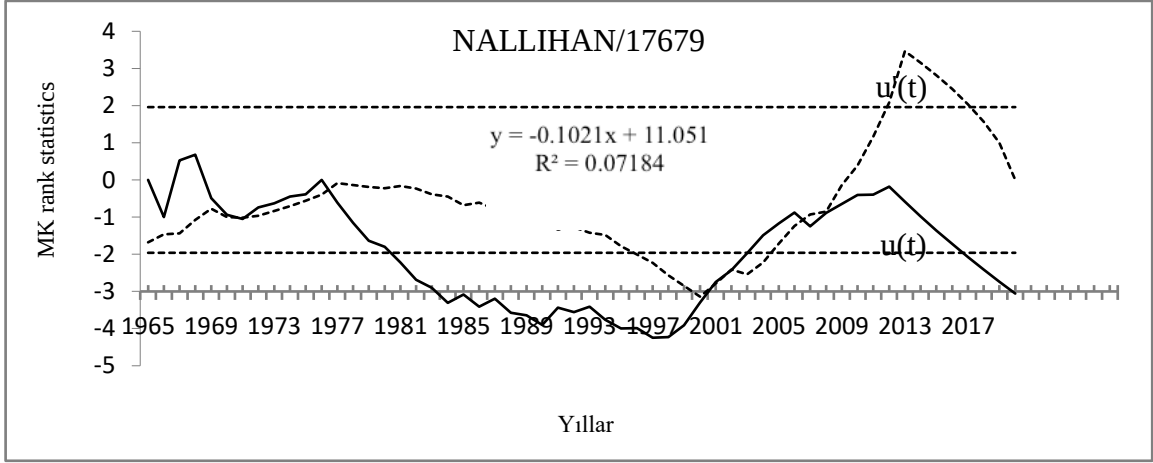
Ek 3. 48: Çubuk (9643) istasyonunun karlı günler eğilimi.



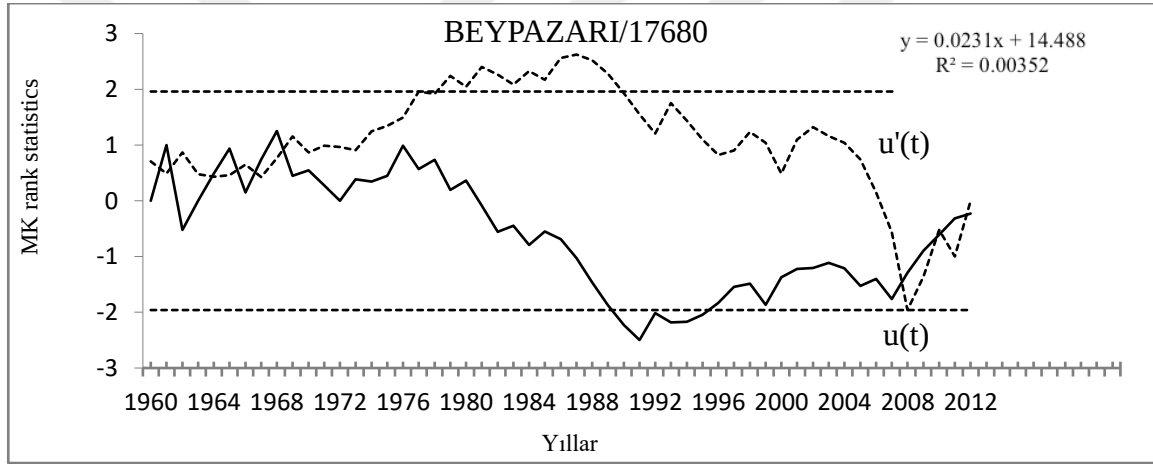
Ek 3. 49: Ankara Bölge (17130) istasyonunun karlı günler eğilimi.



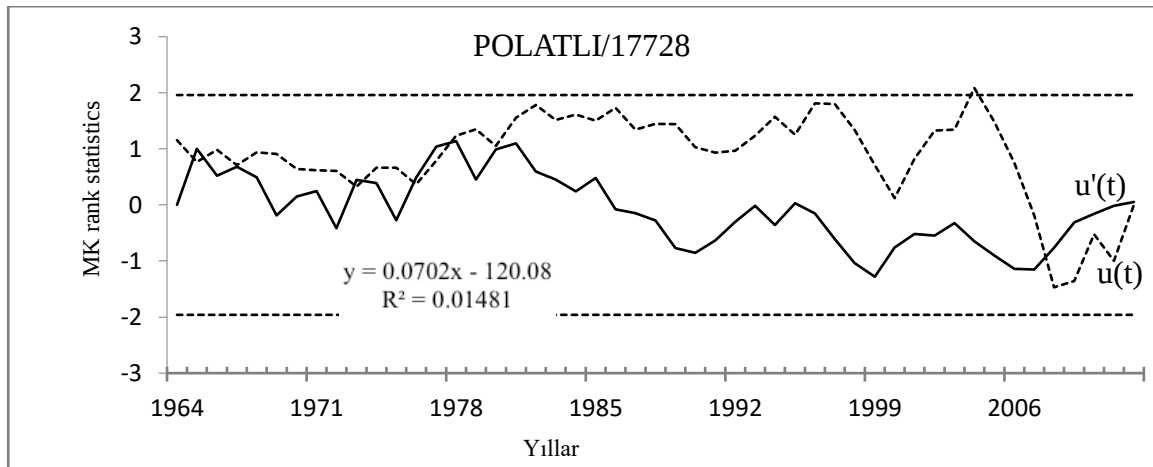
Ek 3. 50: Kızılcahamam(17664) istasyonunun karlı günler eğilimi.



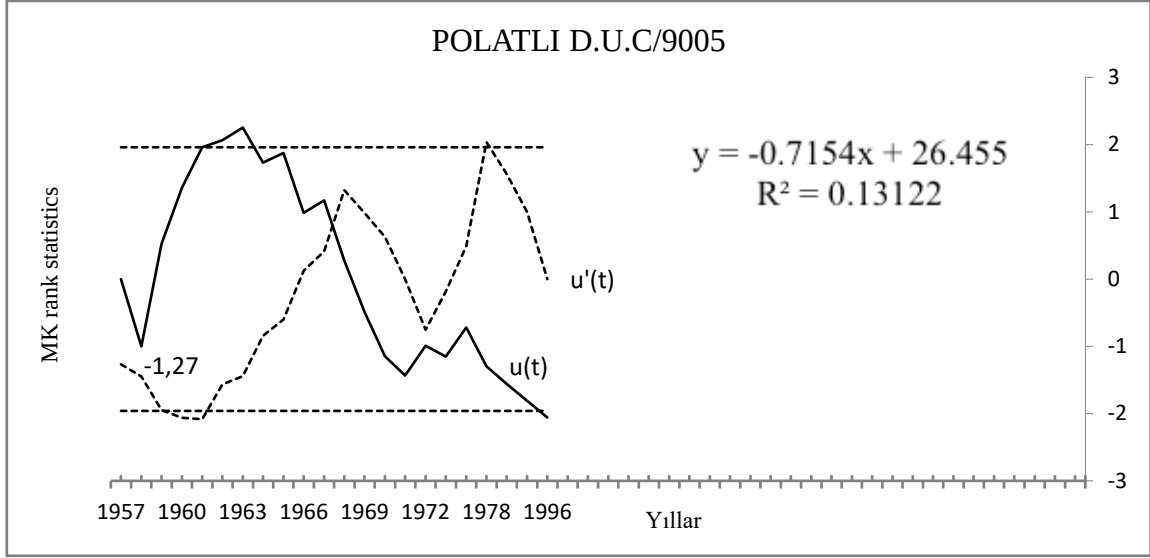
Ek 3. 51: Nallıhan (17679) istasyonunun karlı günler eğilimi.



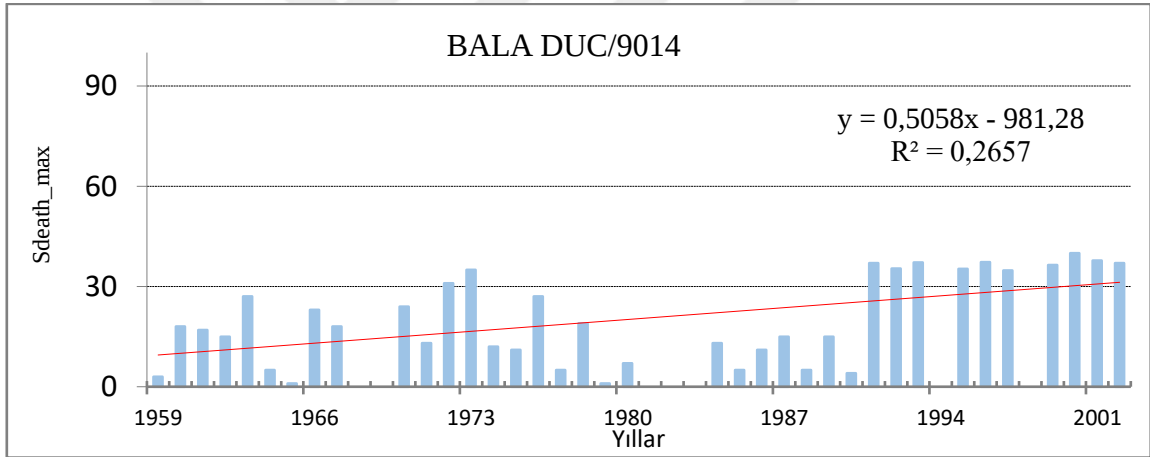
Ek 3. 52: Beypaşarı (17680) istasyonunun karlı günler eğilimi.



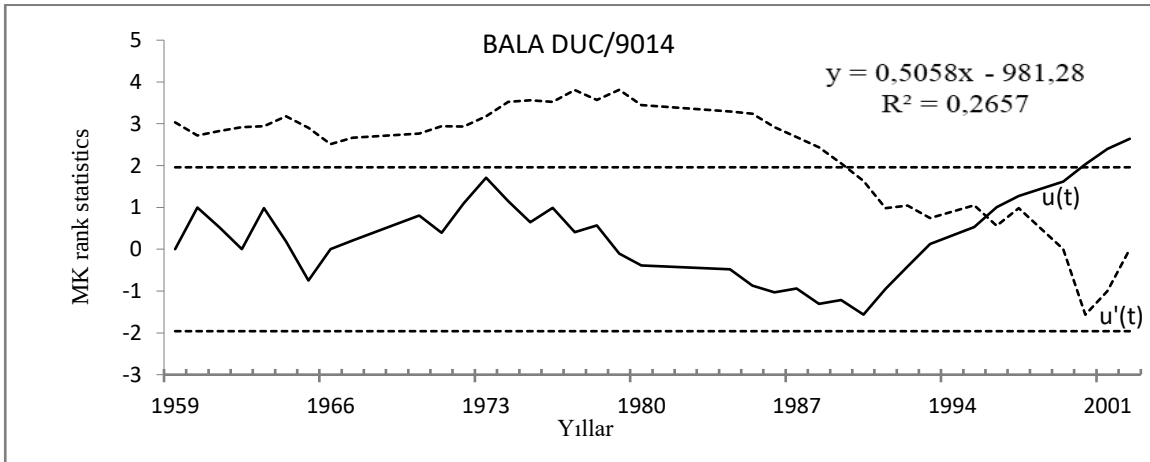
Ek 3. 53: Polatlı (17728) istasyonunun karlı günler eğilimi.



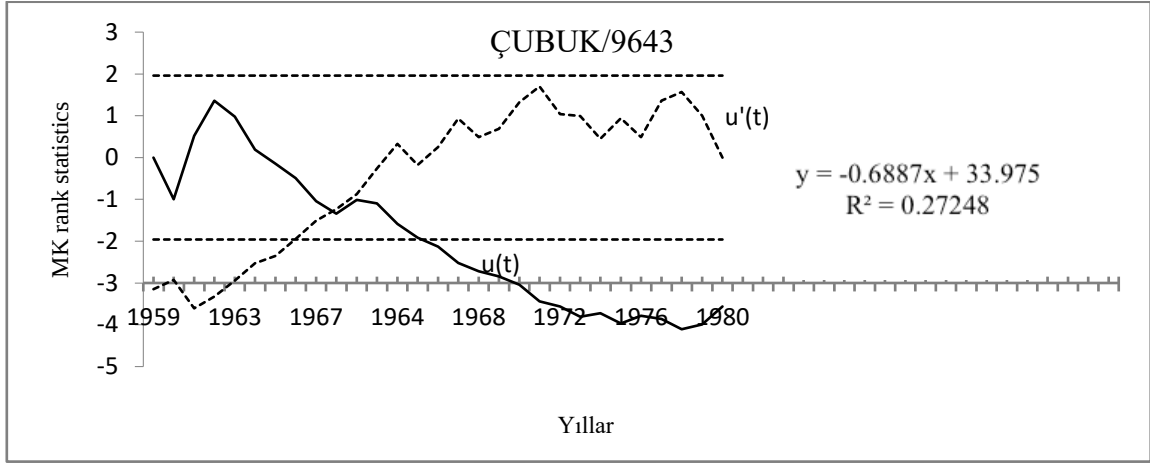
Ek 3. 54: Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun maksimum kar kalınlığı eğilimi.



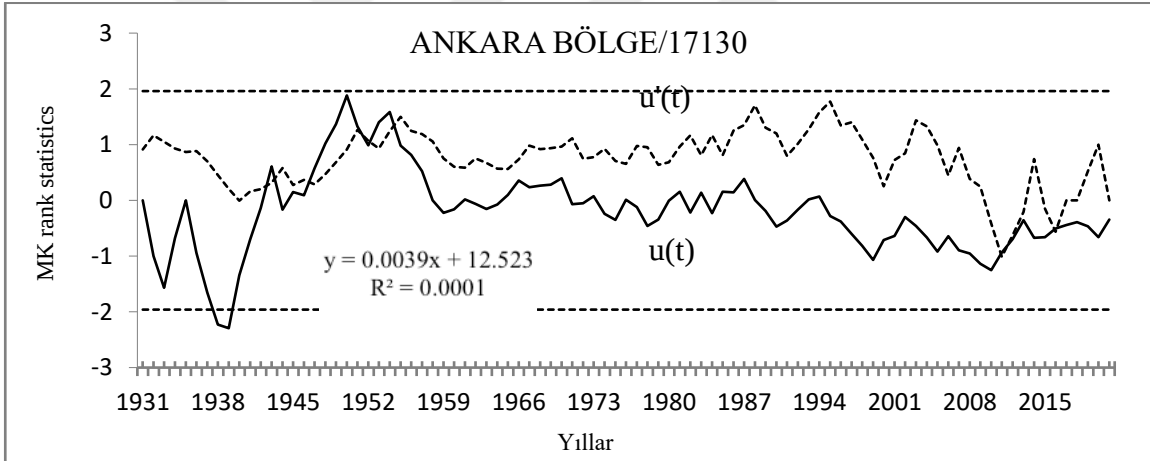
Ek 3. 55: Bala D.U.C (9014) istasyonunun maksimum kar kalınlığı eğilimi.



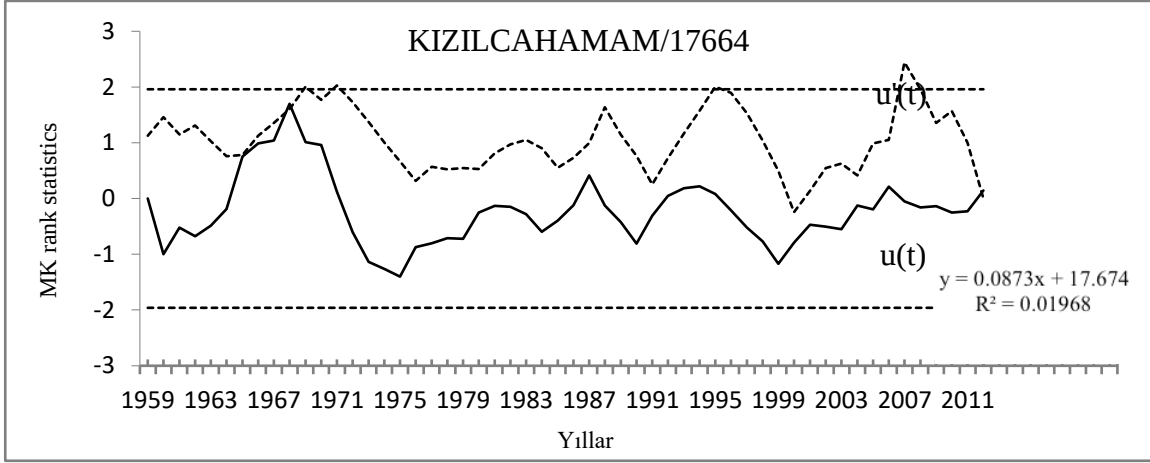
Ek 3. 56: Bala D.U.C (9014) istasyonunun maksimum kar kalınlığı eğilimi.



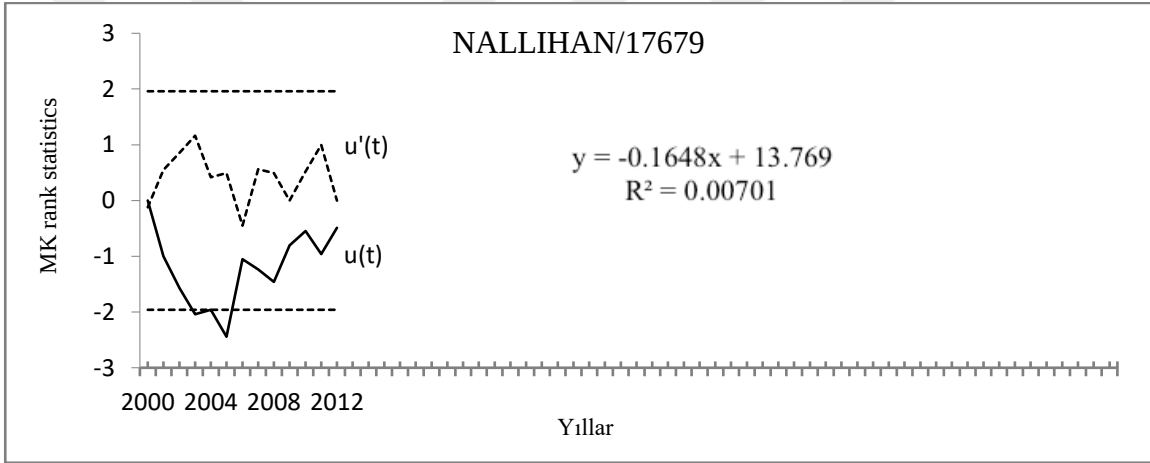
Ek 3. 57: Çubuk (9643) istasyonunun maksimum kar kalınlığı eğilimi



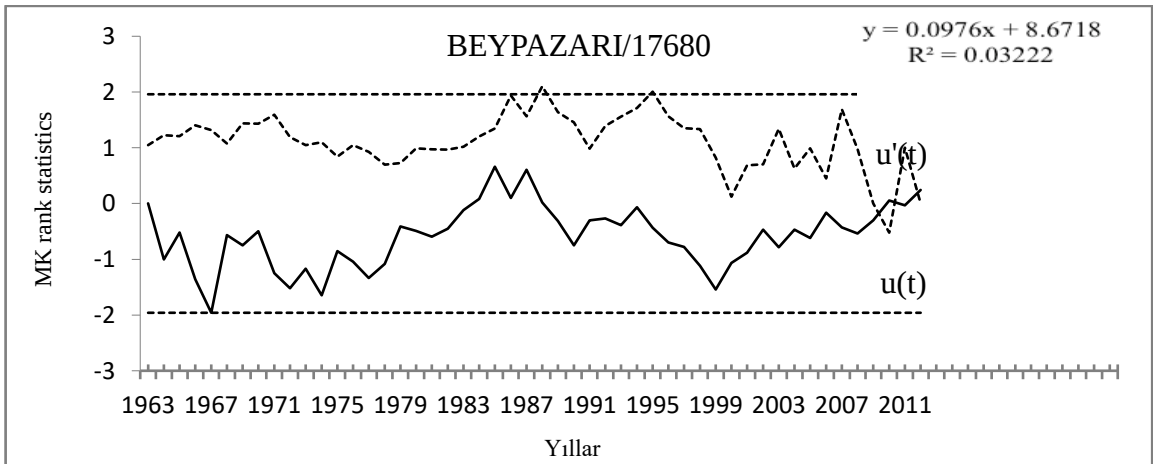
Ek 3. 58: Ankara Bölge (17130) istasyonunun maksimum kar kalınlığı eğilimi.



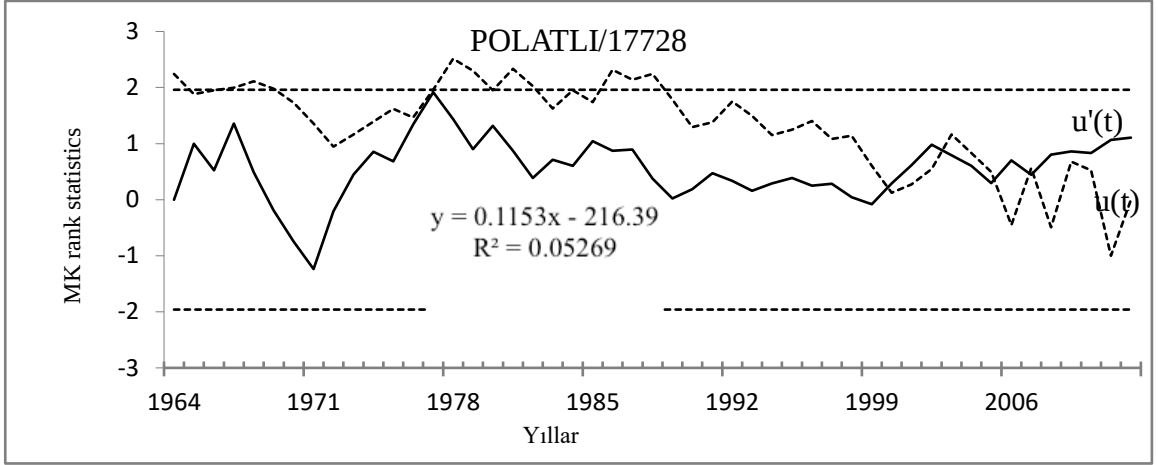
Ek 3. 59: Kızılcahamam (17664) istasyonunun maksimum kar kalınlığı eğilimi.



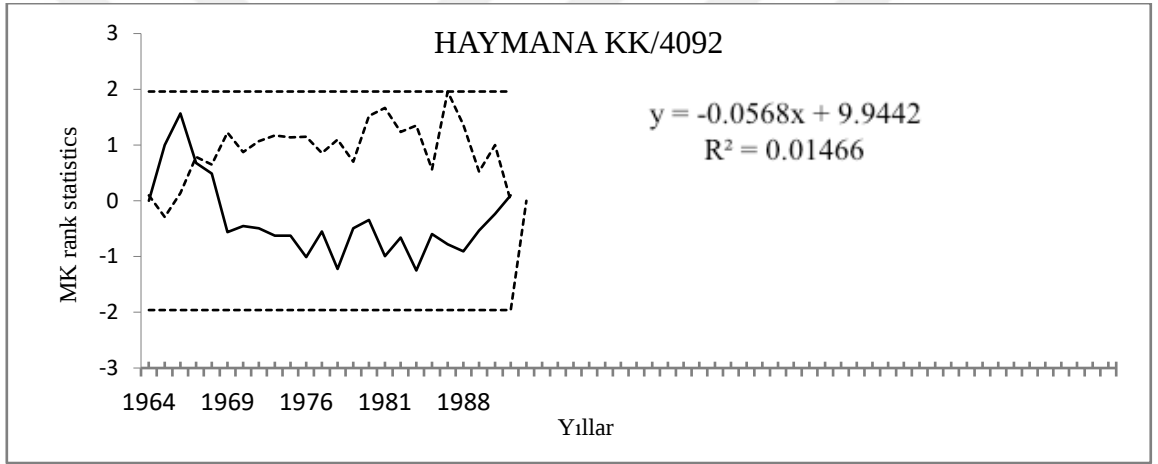
Ek 3. 60: Nallıhan (17679) istasyonunun maksimum kar kalınlığı eğilimi.



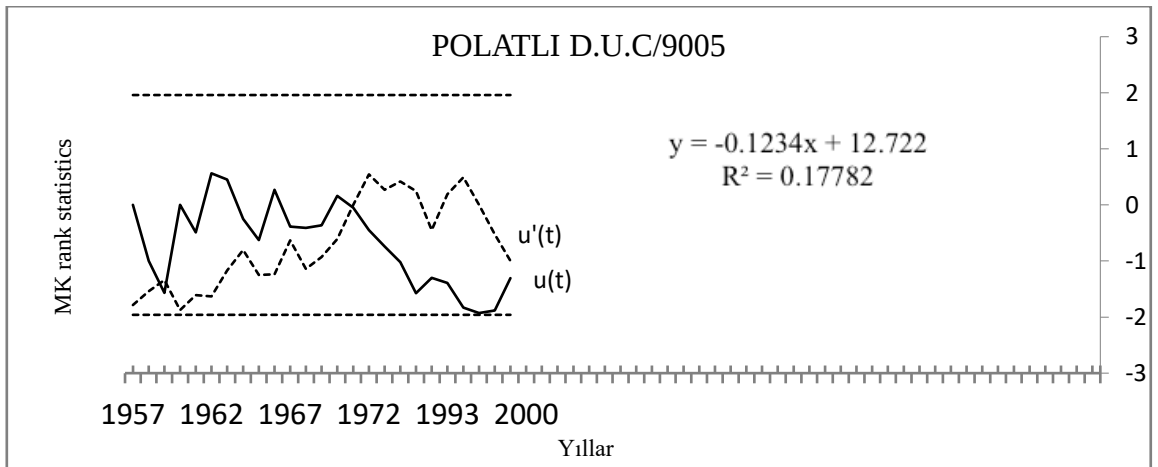
Ek 3. 61: Beypazarı (17680) istasyonunun maksimum kar kalınlığı eğilimi.



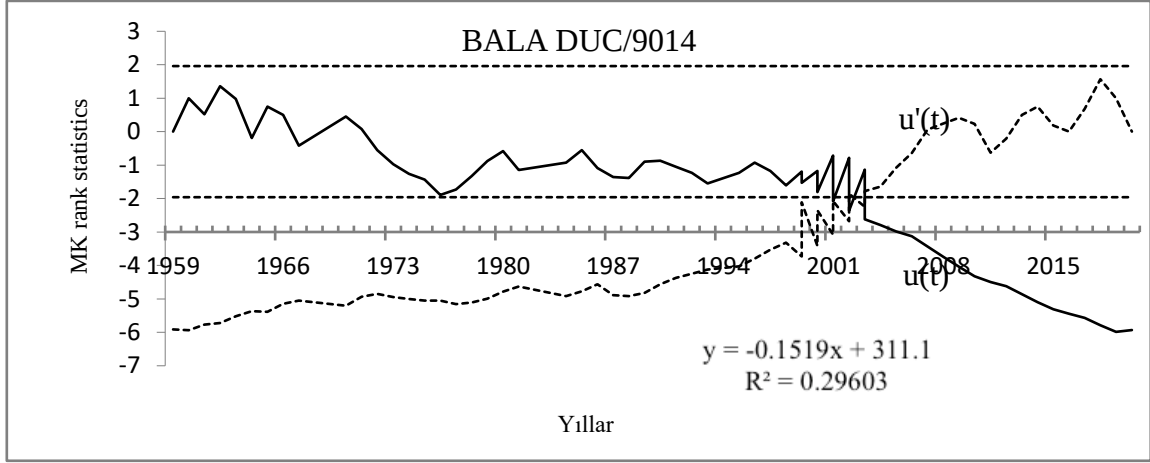
Ek 3. 62: Polatlı (17728) istasyonunun maksimum kar kalınlığı eğilimi.



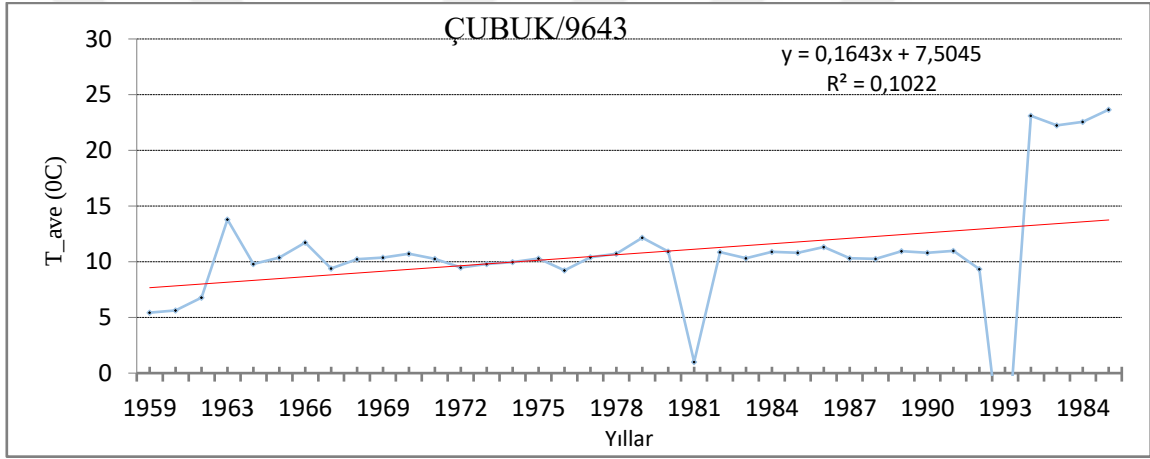
Ek 3. 63: Haymana KK (4092) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



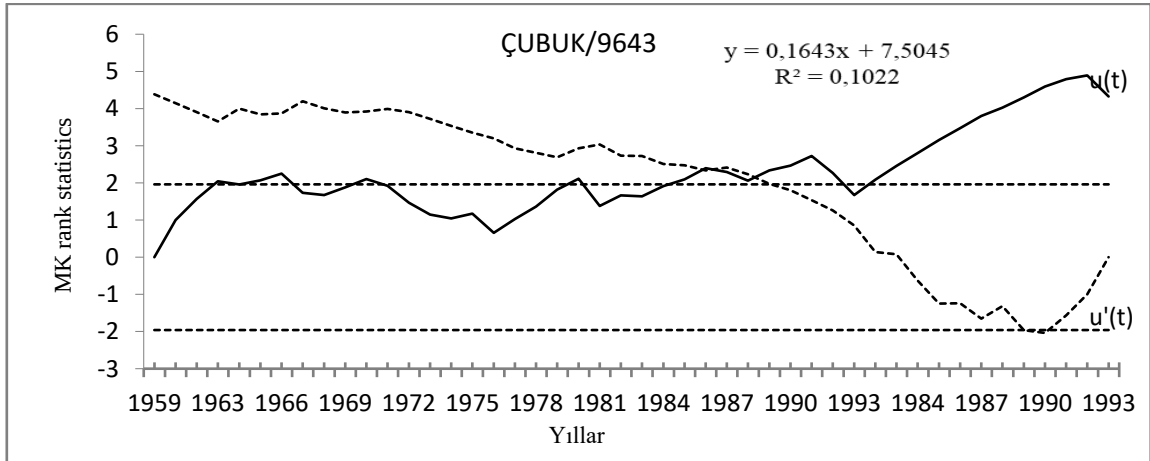
Ek 3. 64: Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



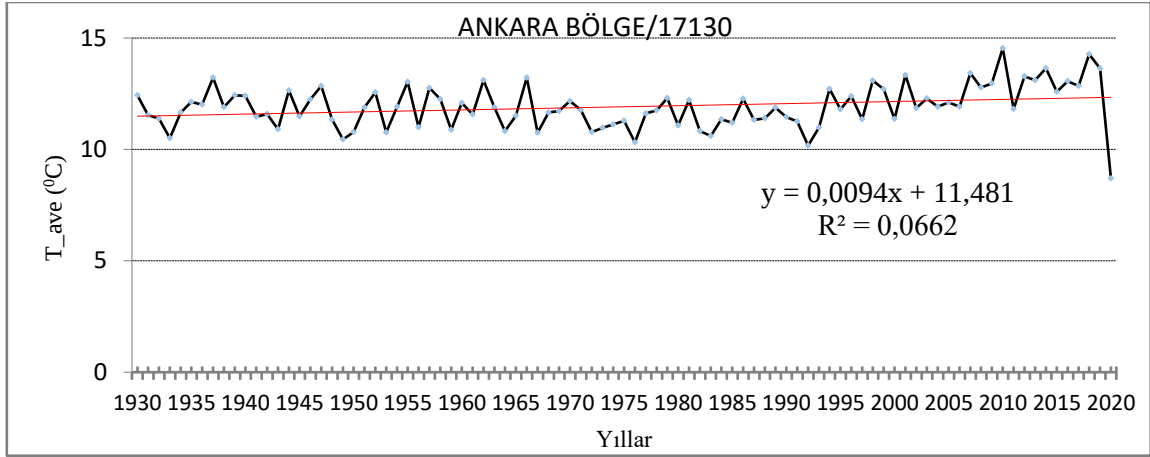
Ek 3. 65: Bala D.U.C (9014) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



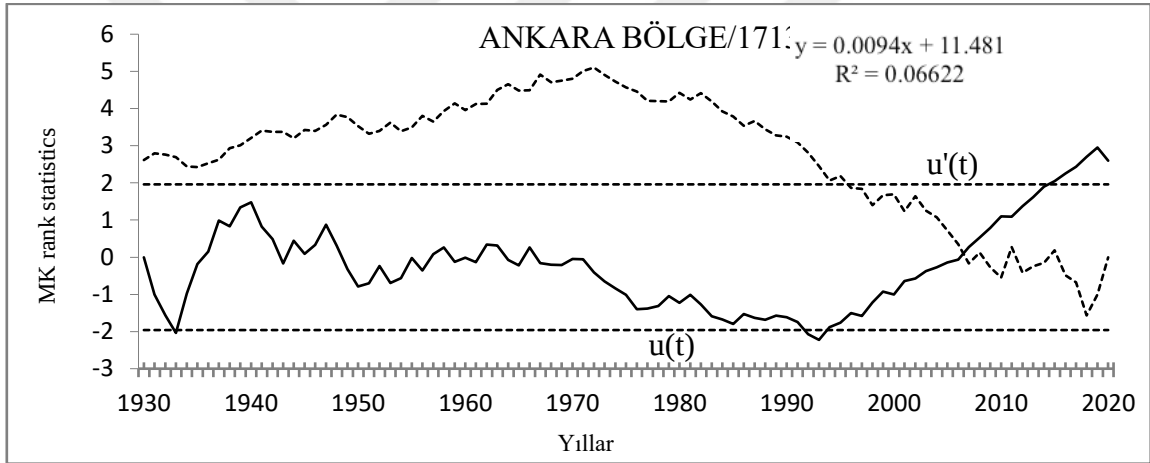
Ek 3. 66: Çubuk (9643) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



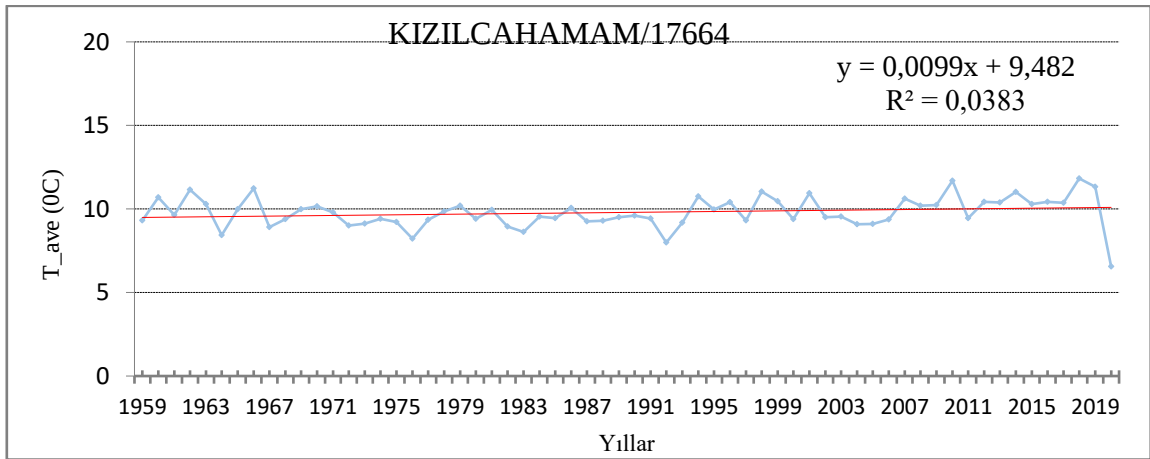
Ek 3. 67: Çubuk (9643) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



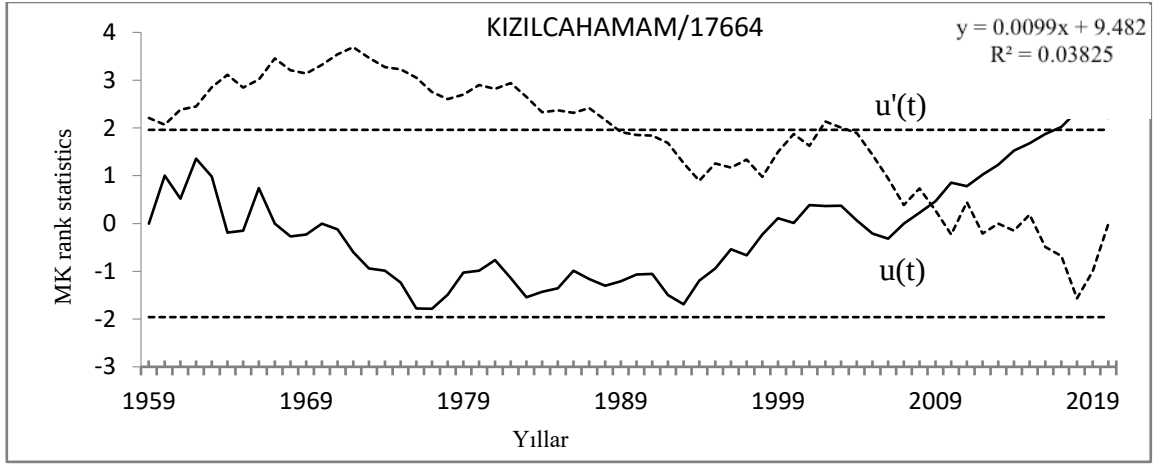
Ek 3. 68: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



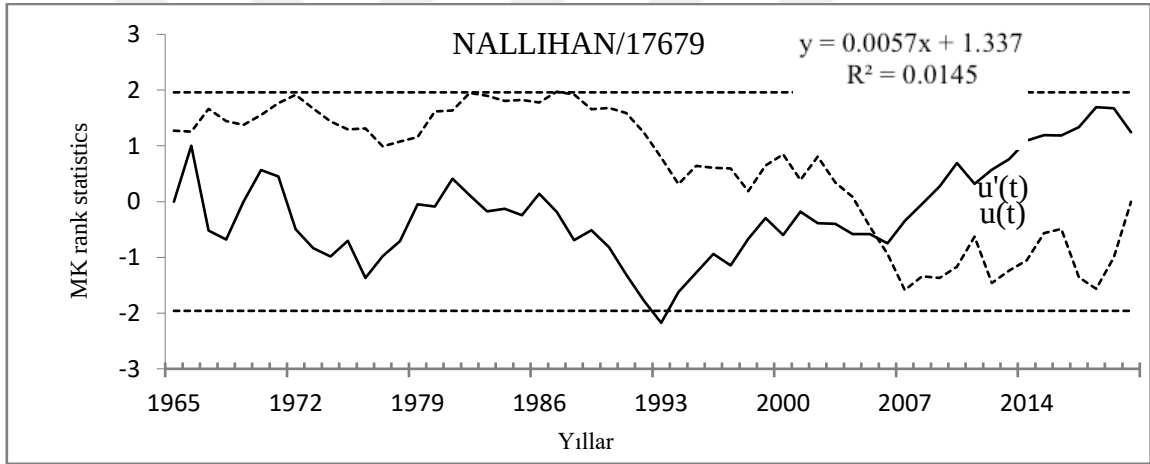
Ek 3. 69: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



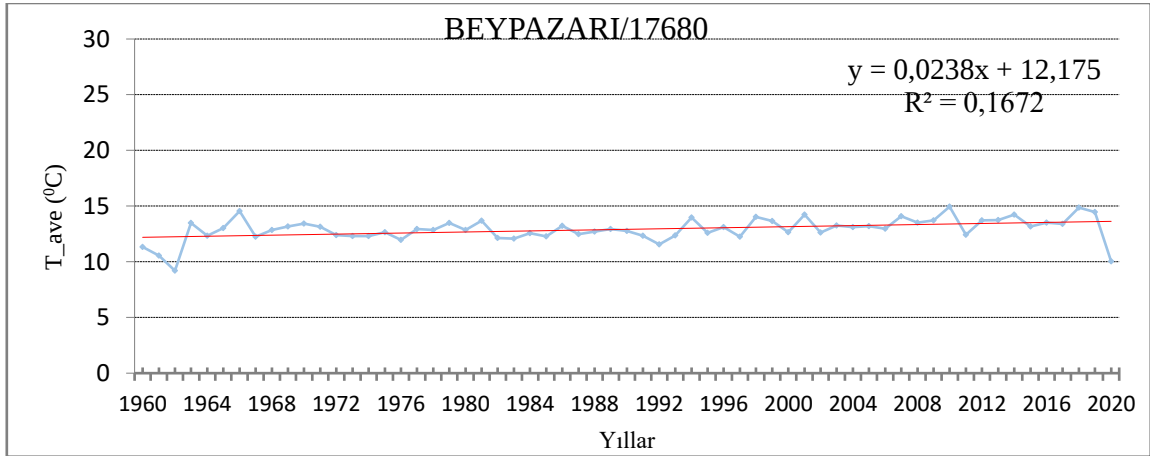
Ek 3. 70: Kızılcahamam (17664) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



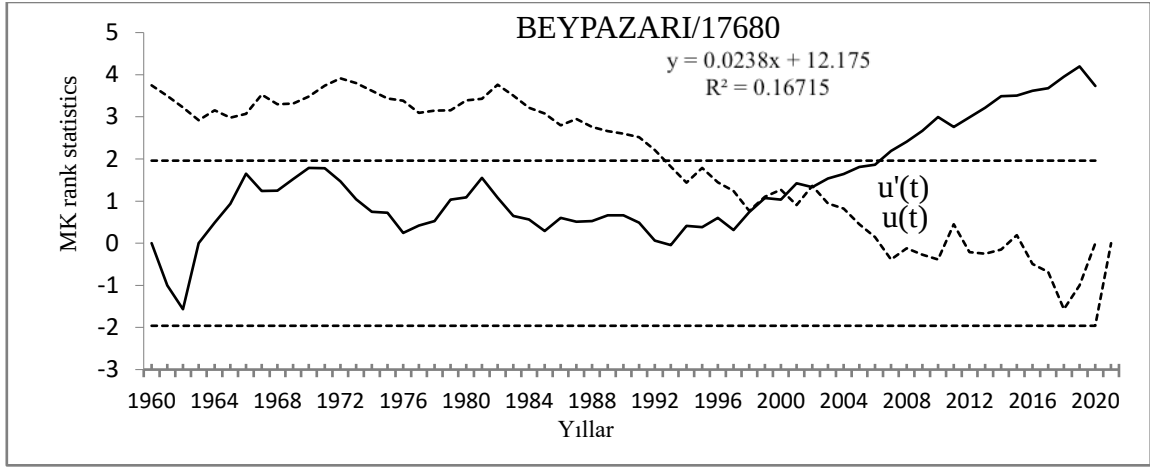
Ek 3. 71: Kızılcahamam (17664) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



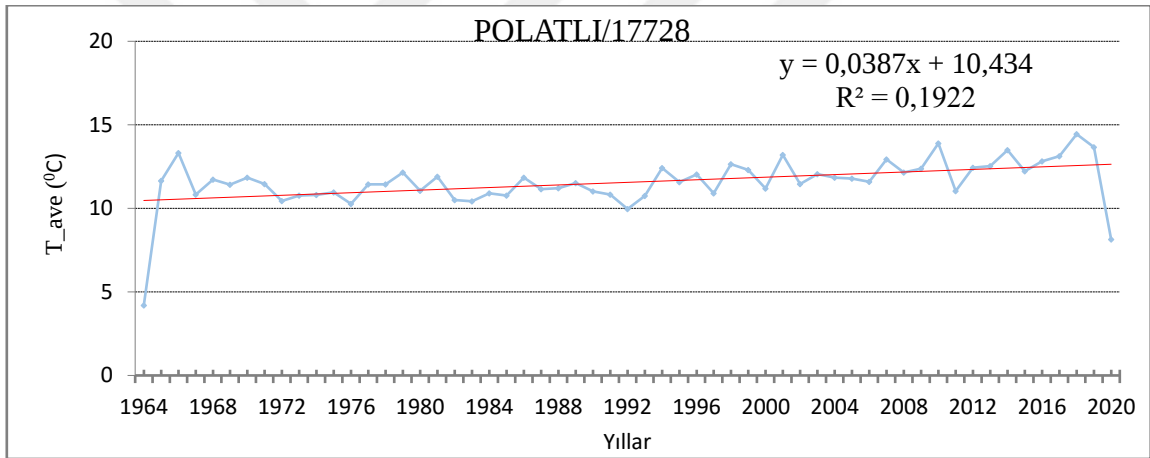
Ek 3. 72: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



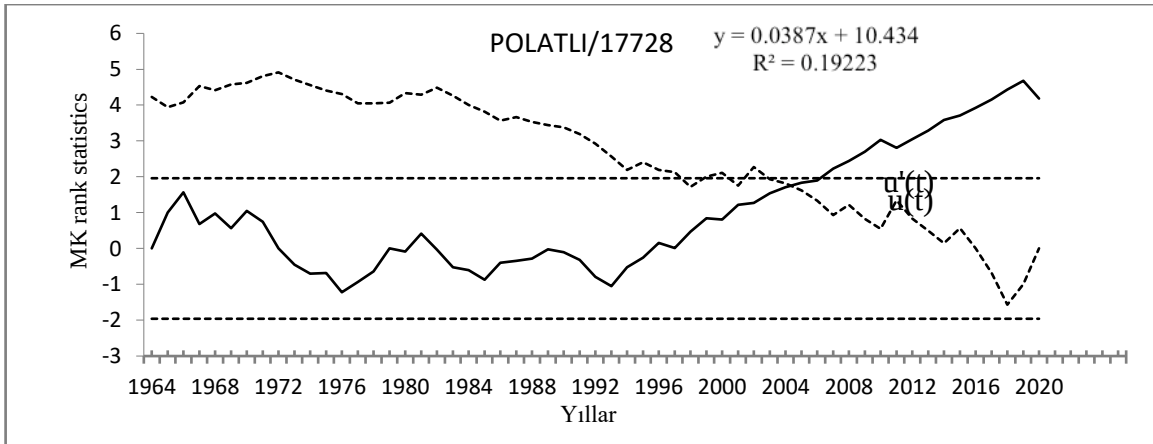
Ek 3. 73: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



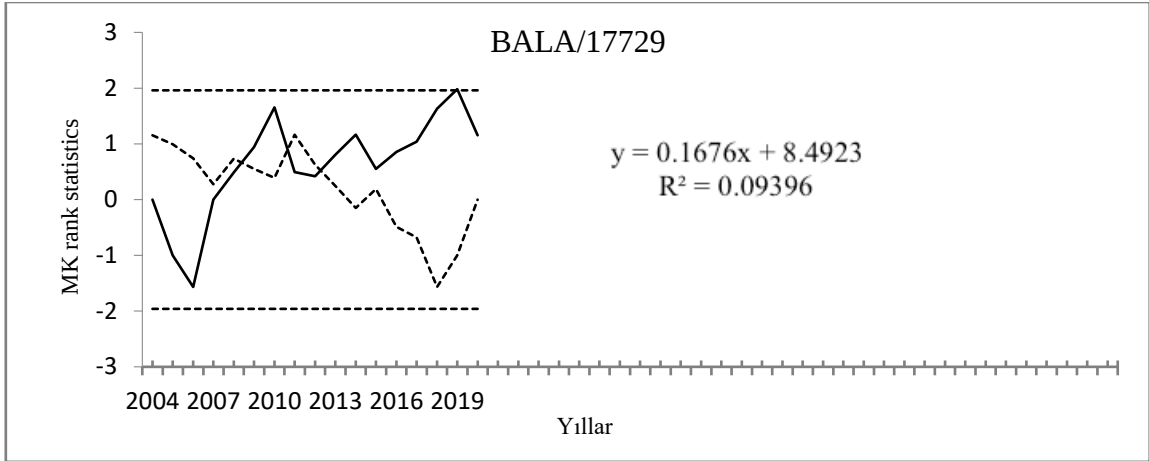
Ek 3. 74: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



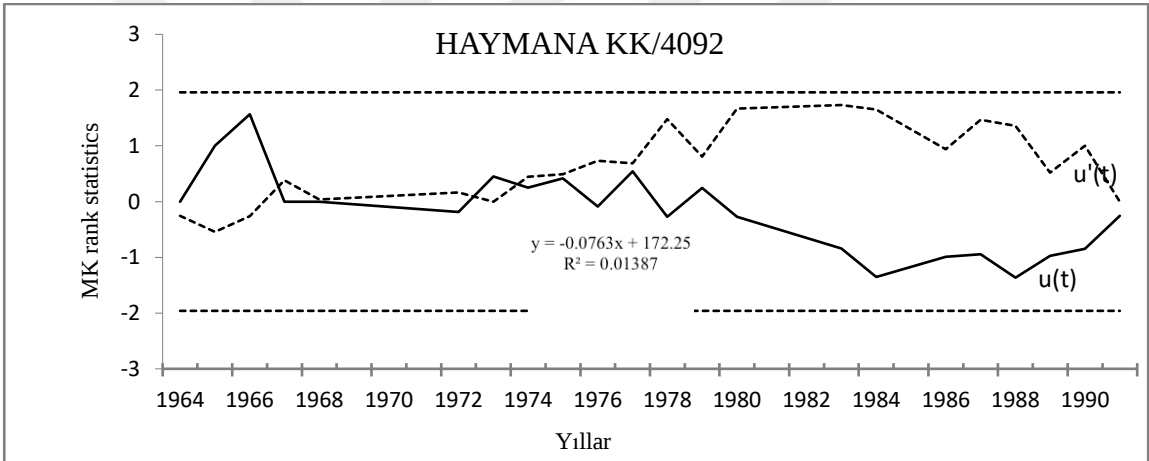
Ek 3. 75: Polatlı (17728) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



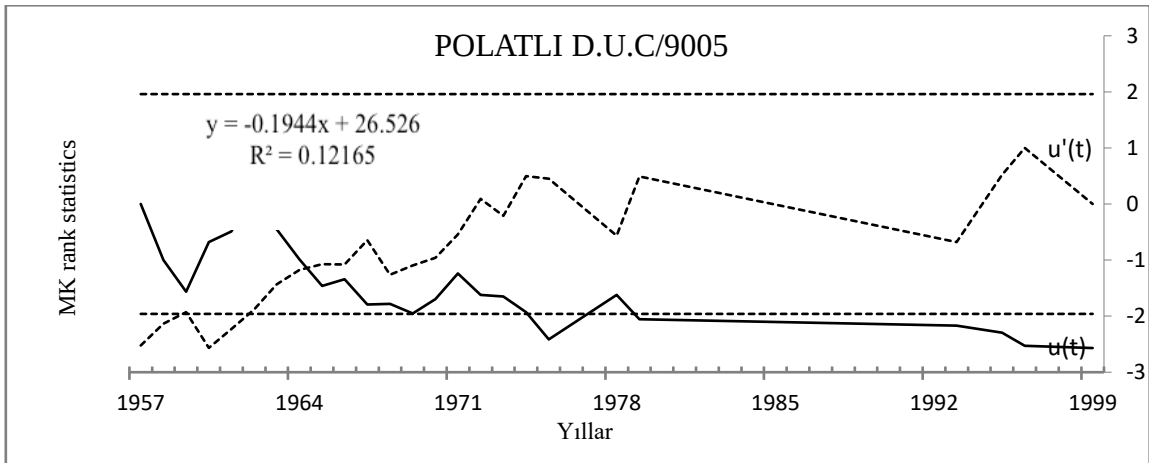
Ek 3. 76: Polatlı (17728) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



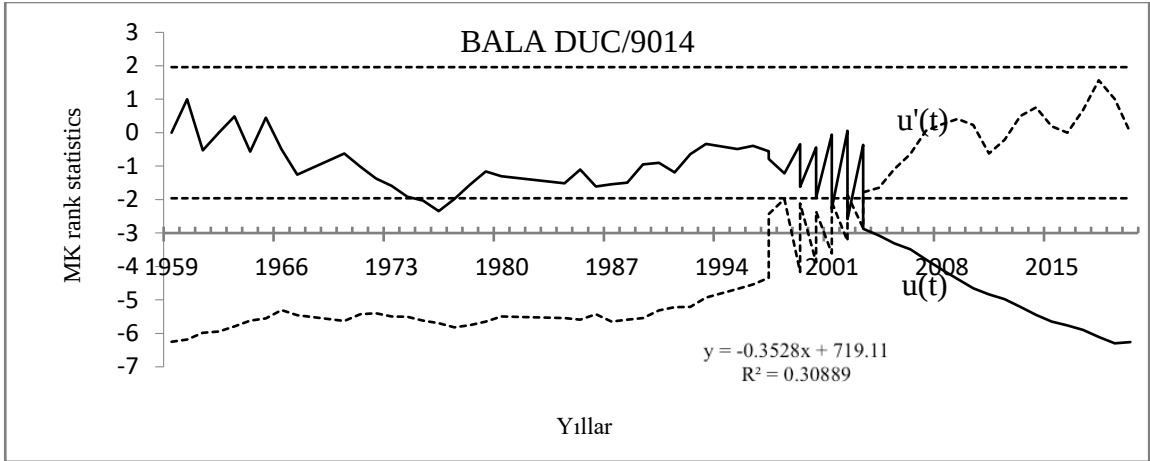
Ek 3. 77: Bala (17729) istasyonunun ortalama sıcaklık eğilimi.



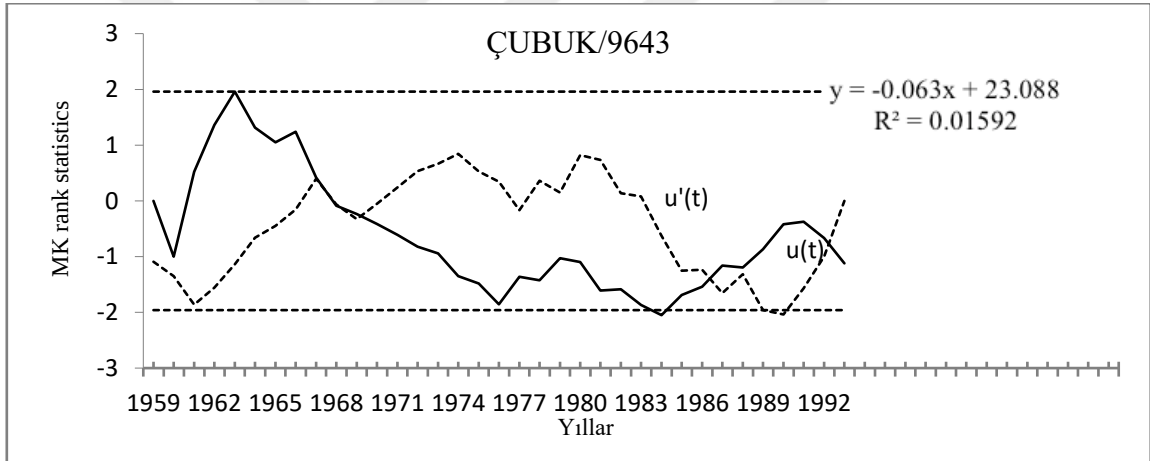
Ek 3. 78: Haymana KK (4092) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



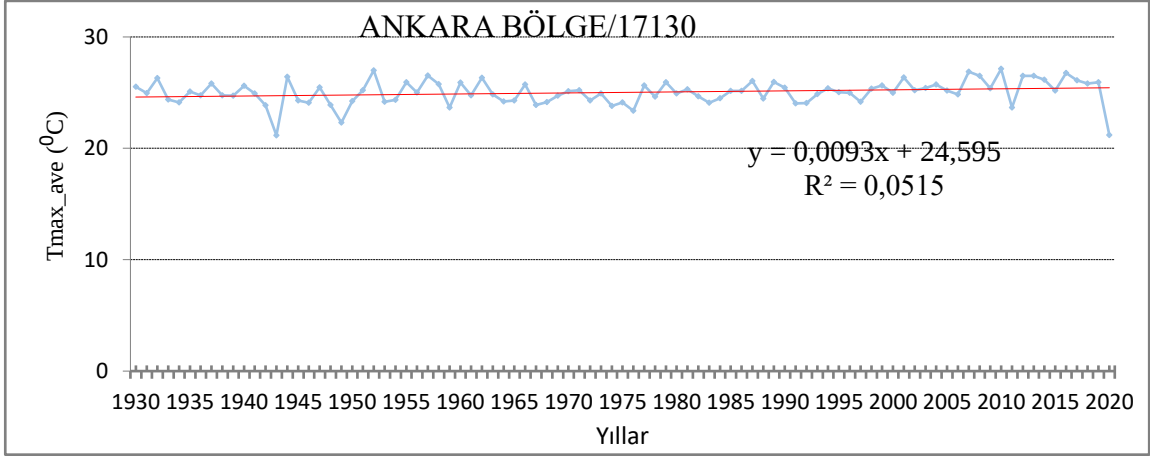
Ek 3. 79: Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



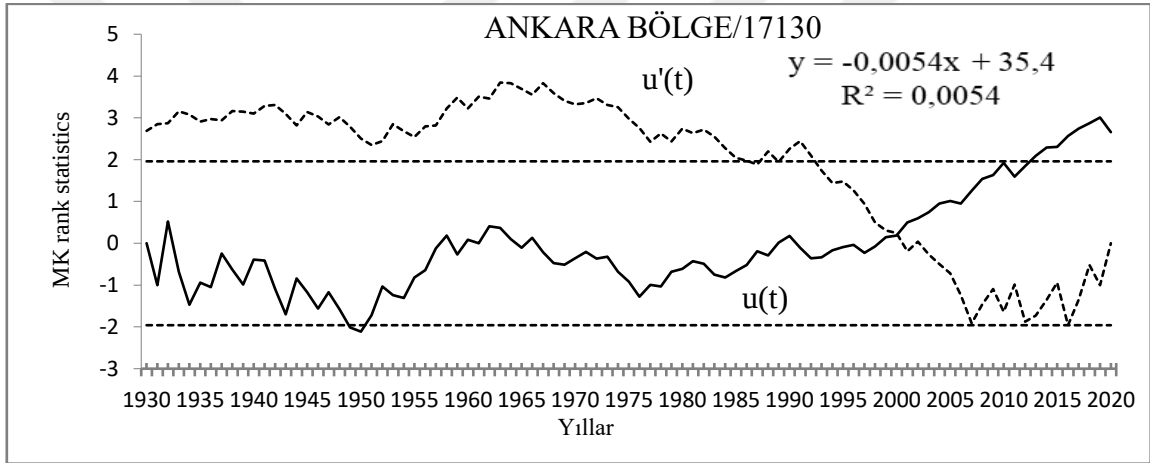
Ek 3. 80: Bala D.U.C (9014) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



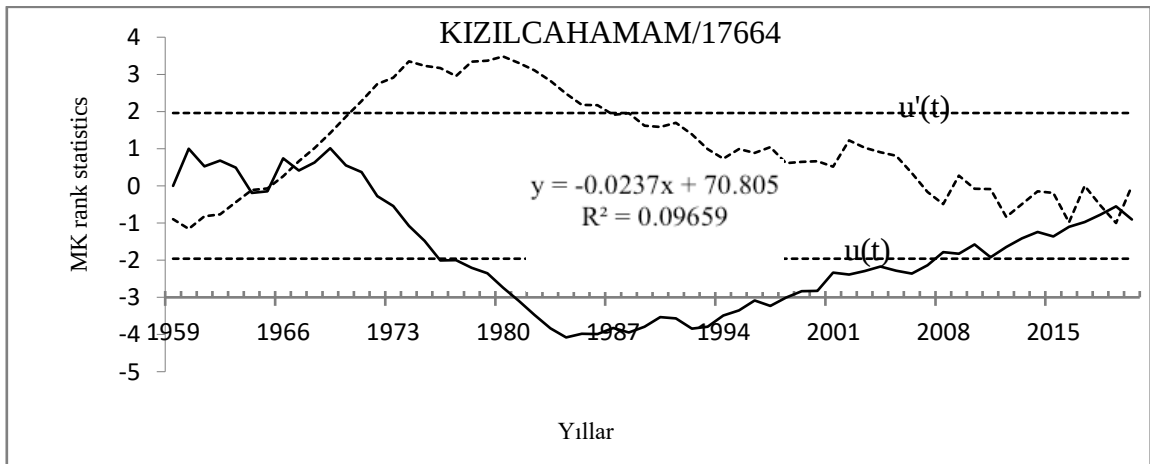
Ek 3. 81: Çubuk (9643) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



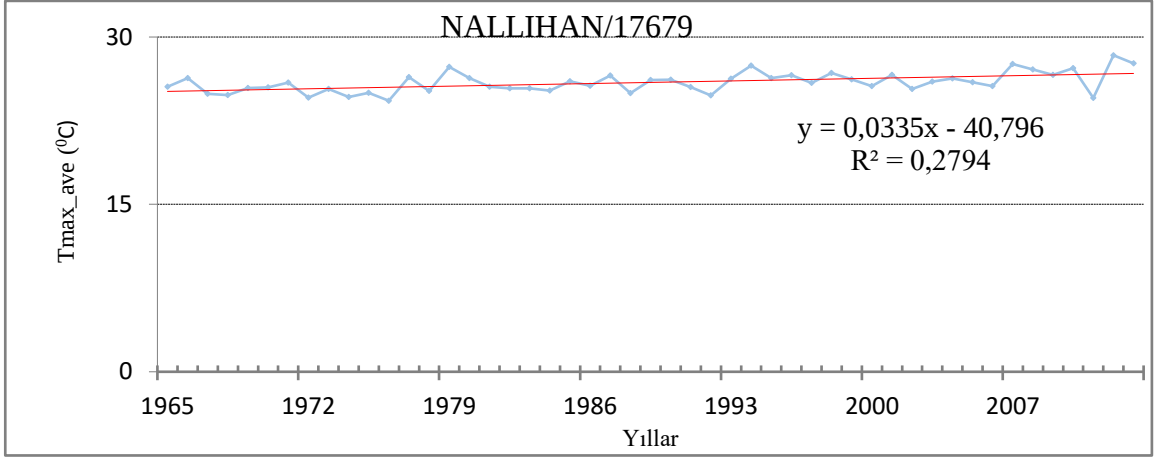
Ek 3. 82: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



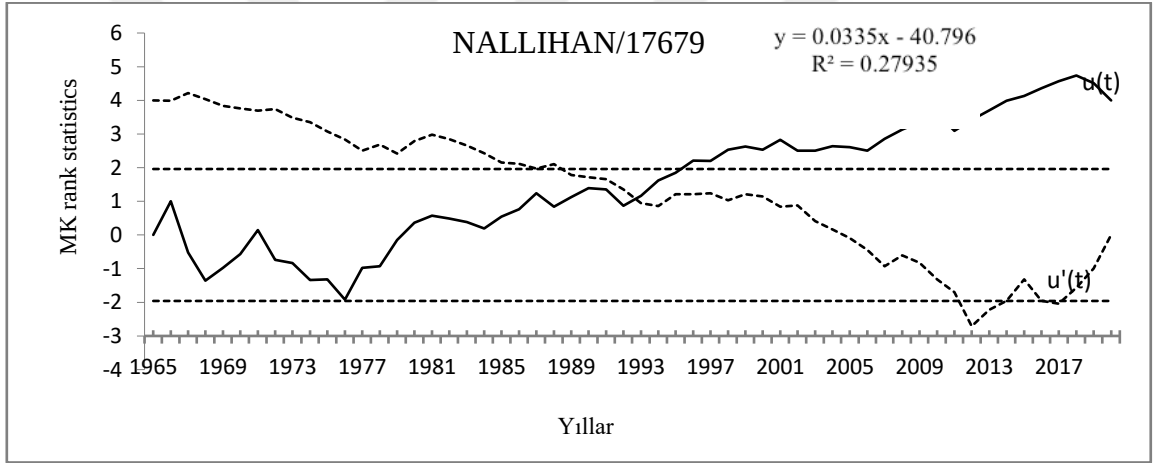
Ek 3. 83: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



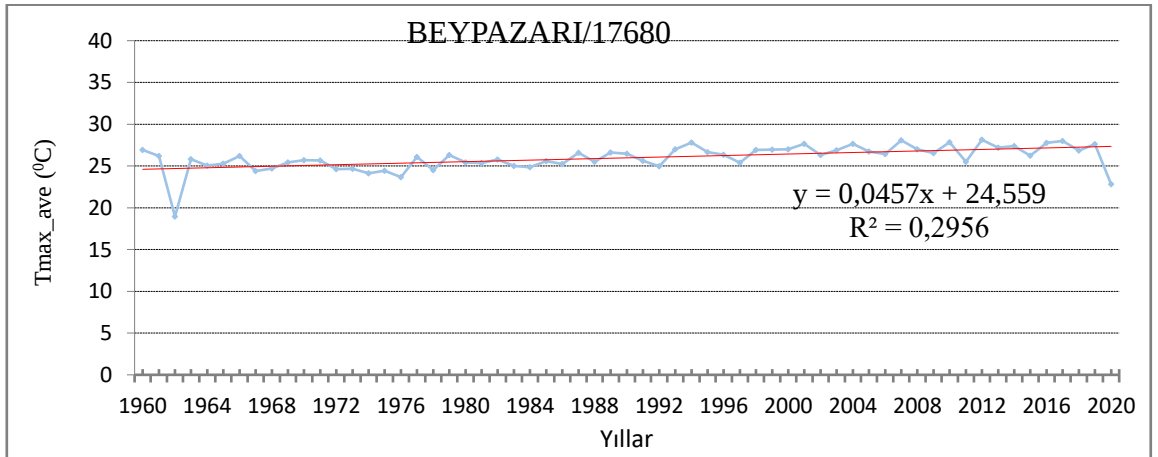
Ek 3. 84: Kızılcahamam (17664) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



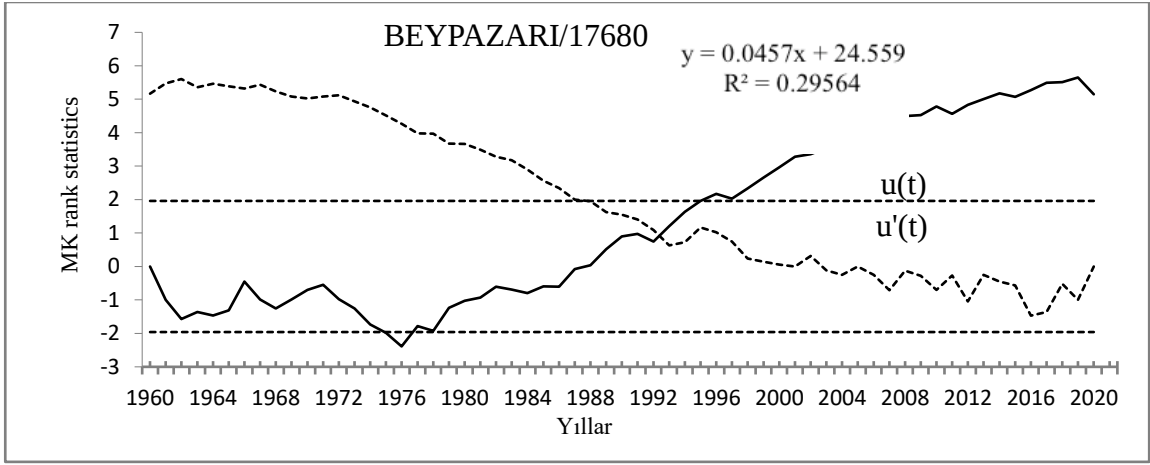
Ek 3. 85: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



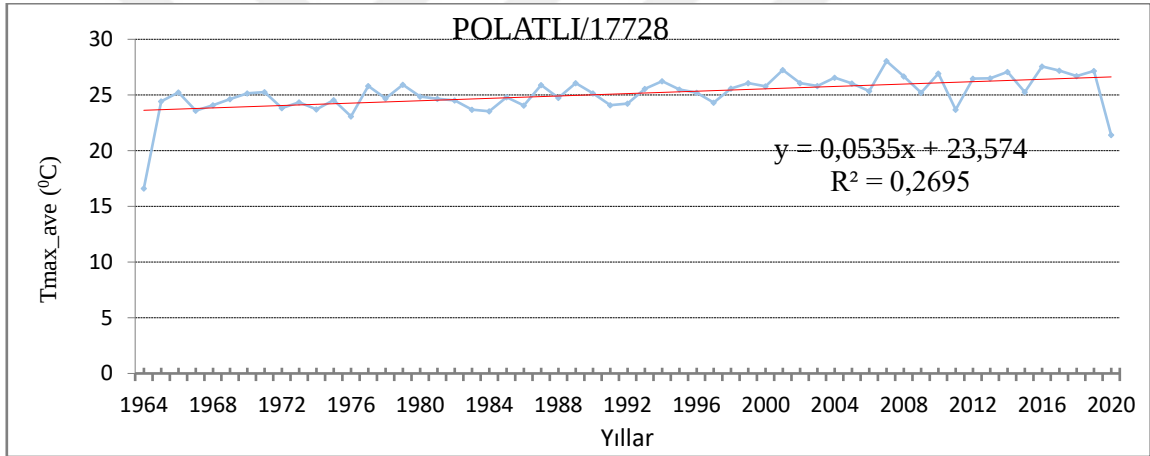
Ek 3. 86: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



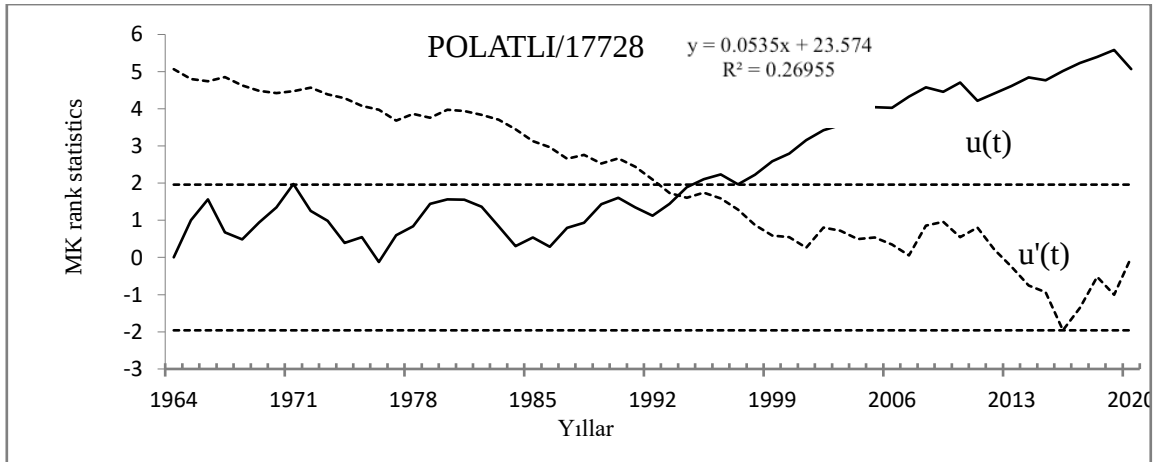
Ek 3. 87: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



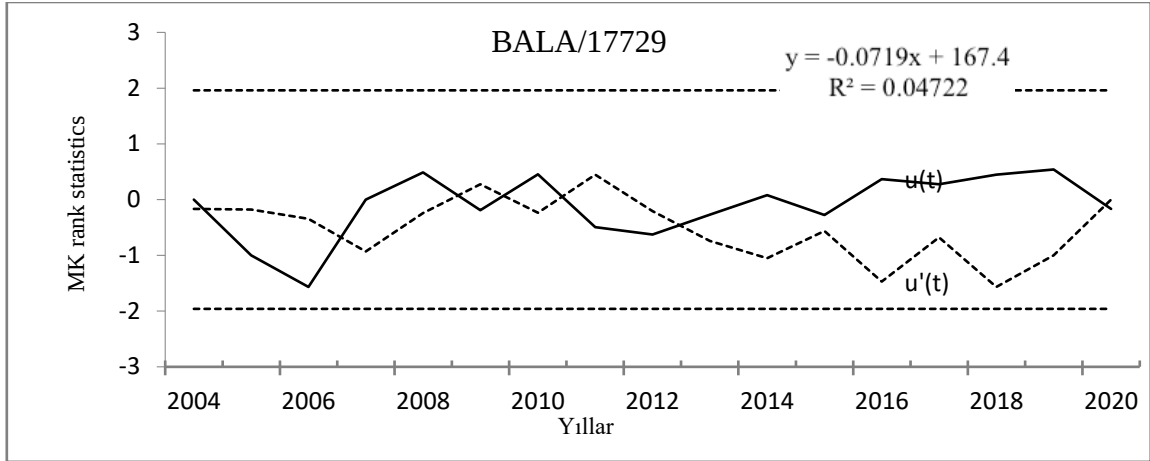
Ek 3. 88: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



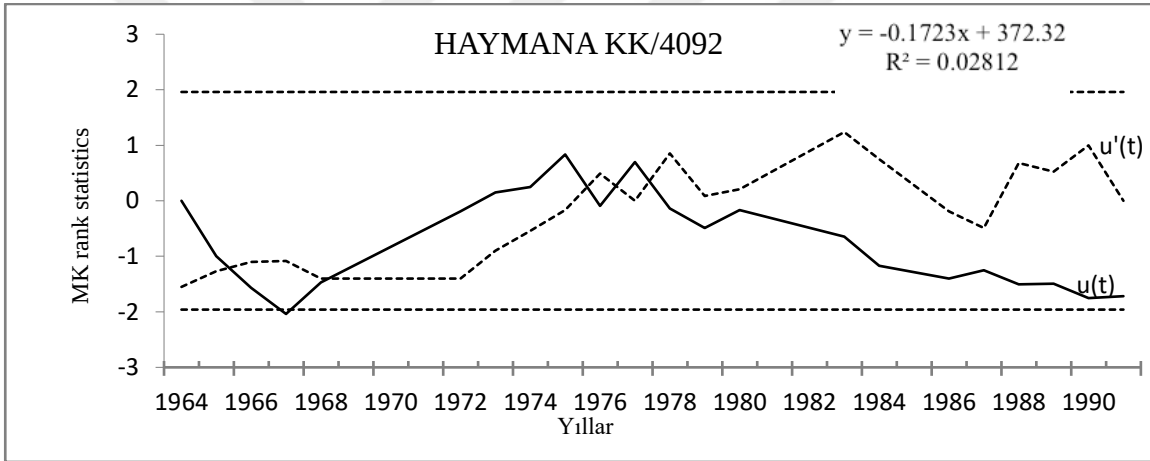
Ek 3. 89: Polatlı (17728) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



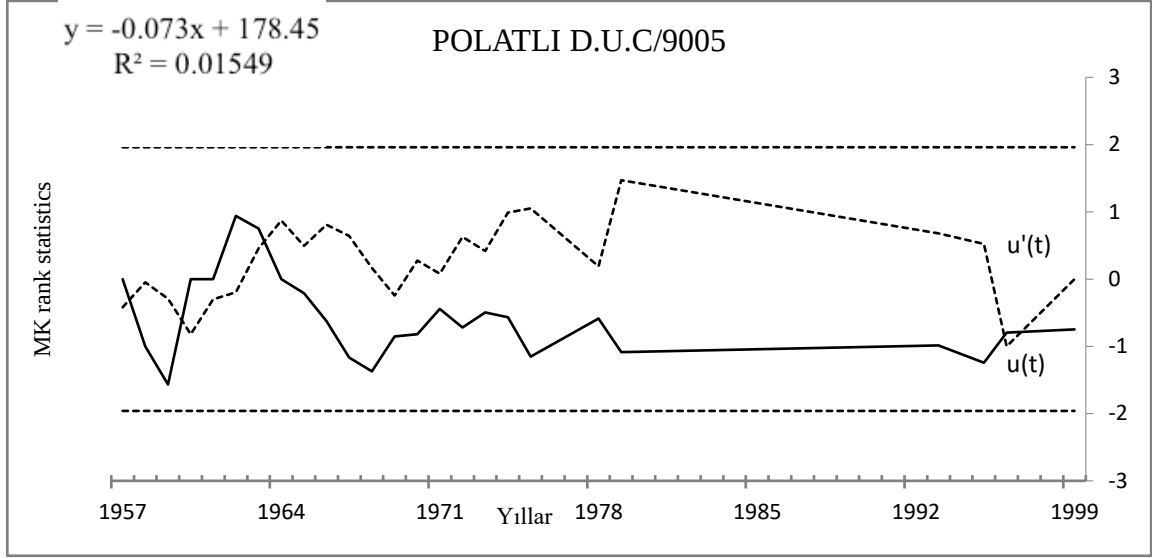
Ek 3. 90: Polatlı (17728) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



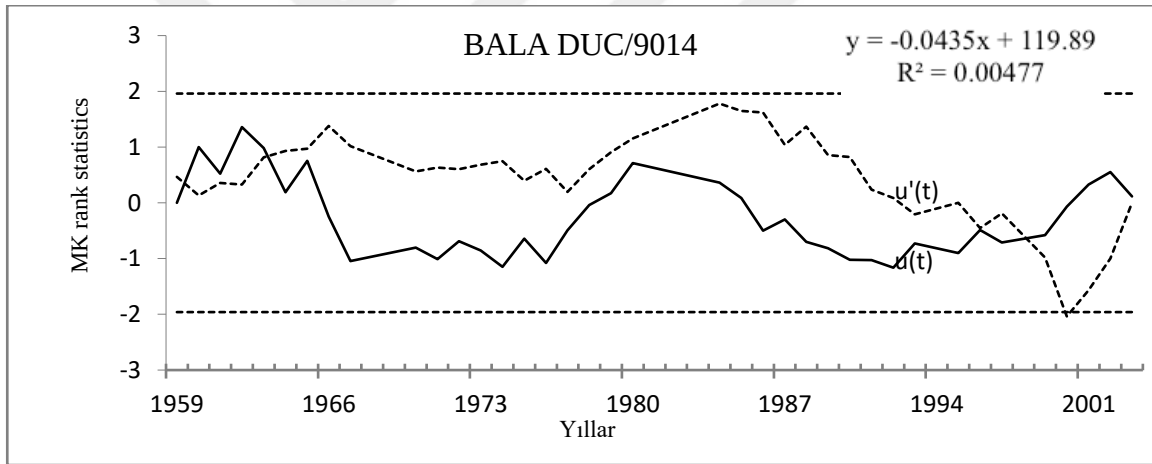
Ek 3. 91: Bala (17729) istasyonunun ortalama maksimum sıcaklık eğilimi.



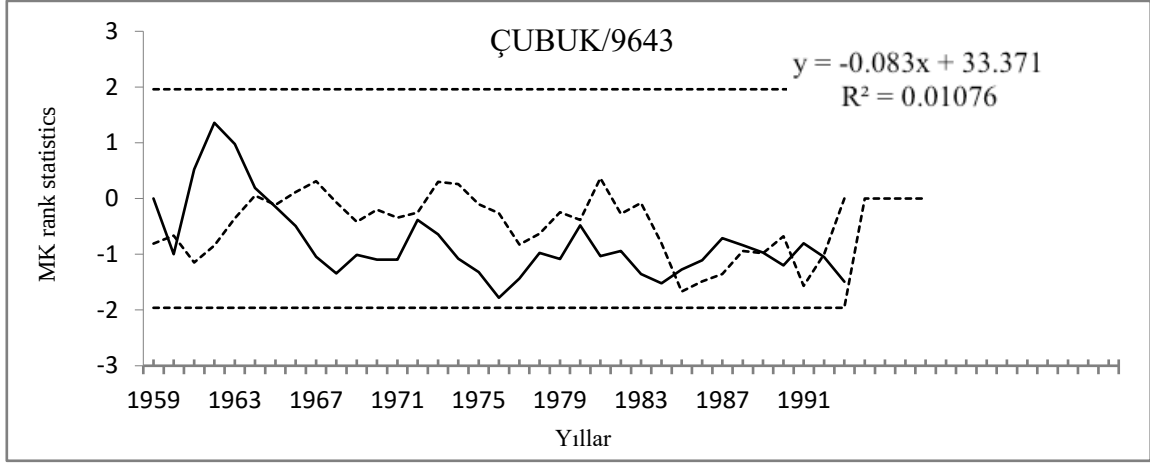
Ek 3. 92: Haymana (4092) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



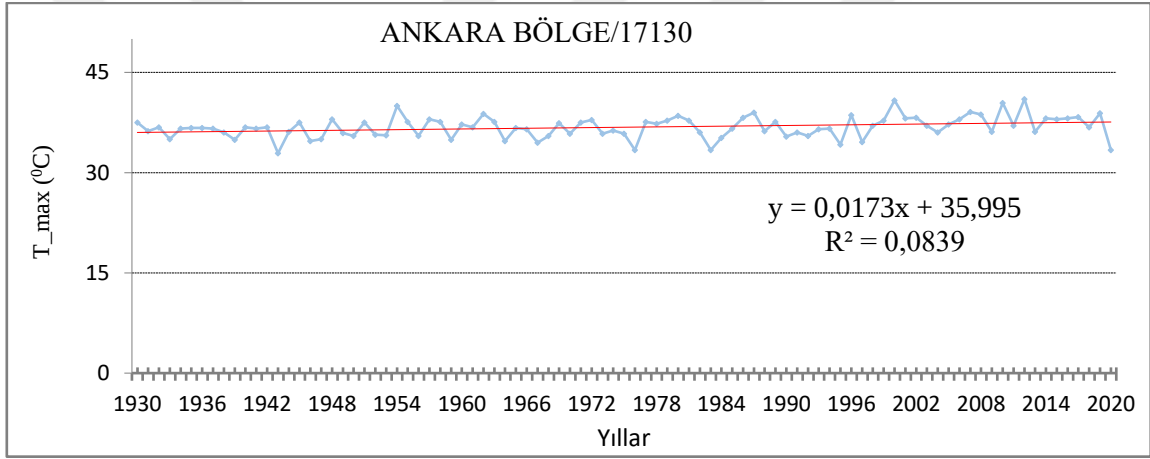
Ek 3. 93: Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



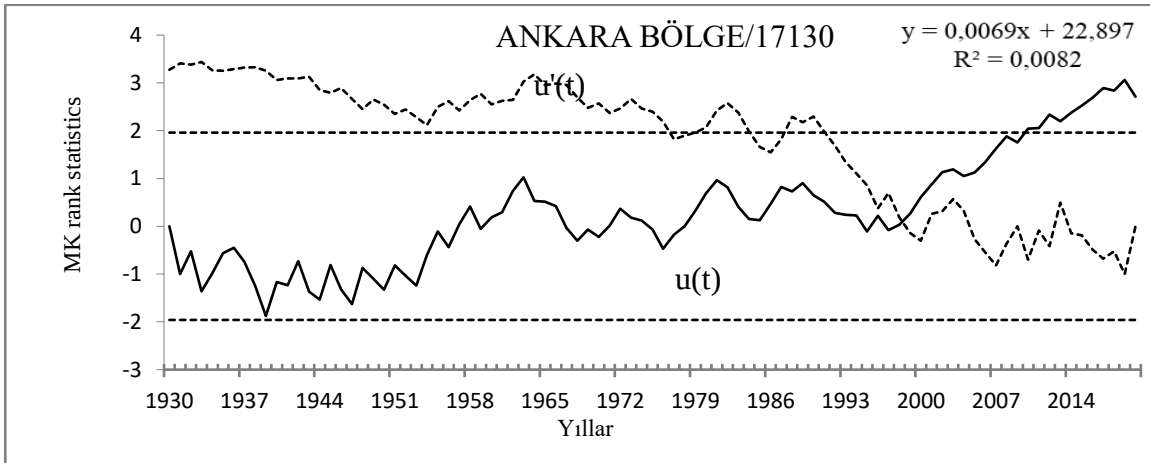
Ek 3. 94: Bala D.U.C (9014) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



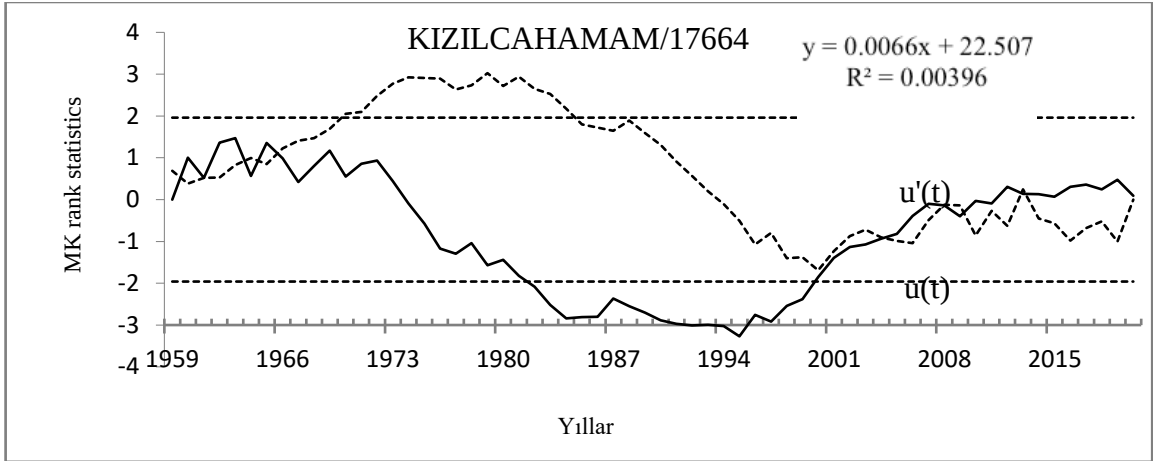
Ek 3. 95: Çubuk (9643) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



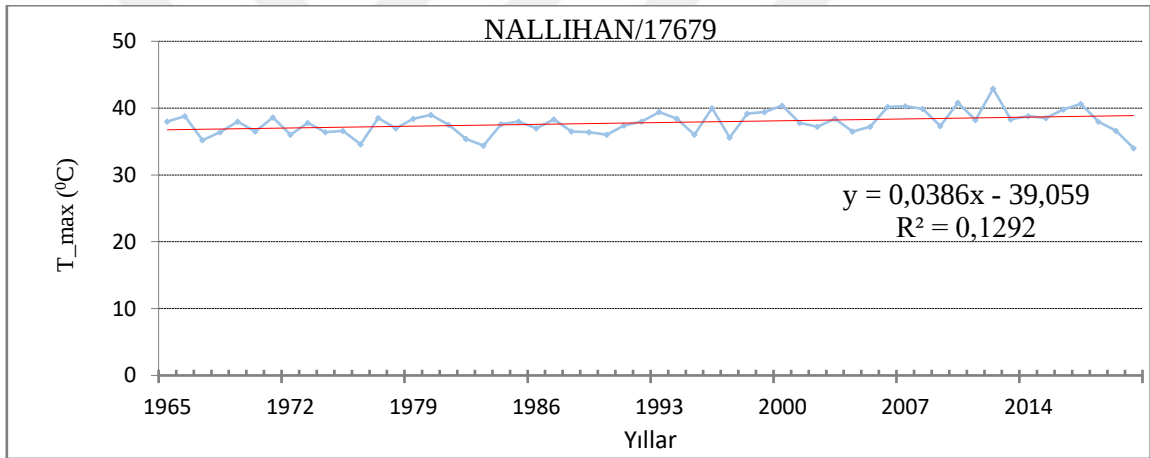
Ek 3. 96: Ankara Bölge (17130) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



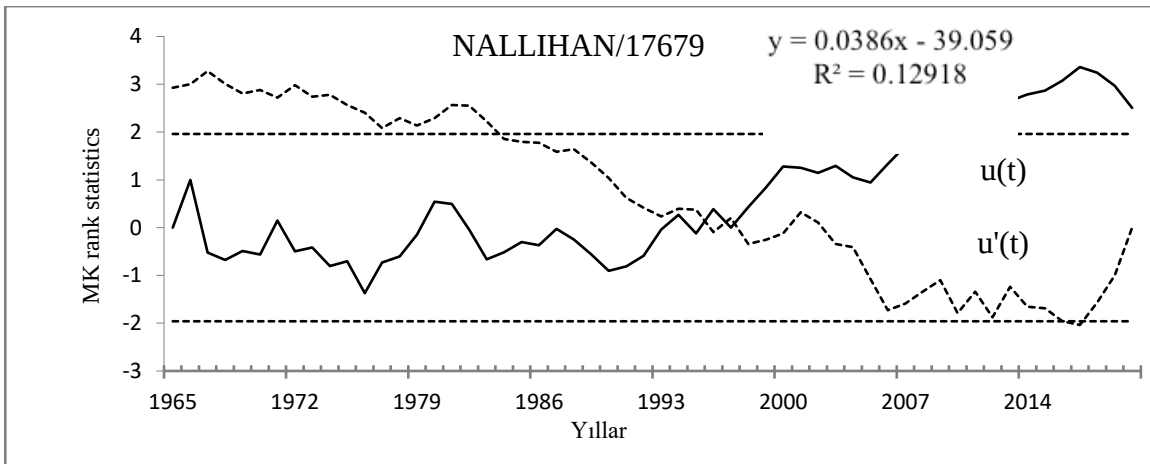
Ek 3. 97: Ankara Bölge (17130) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



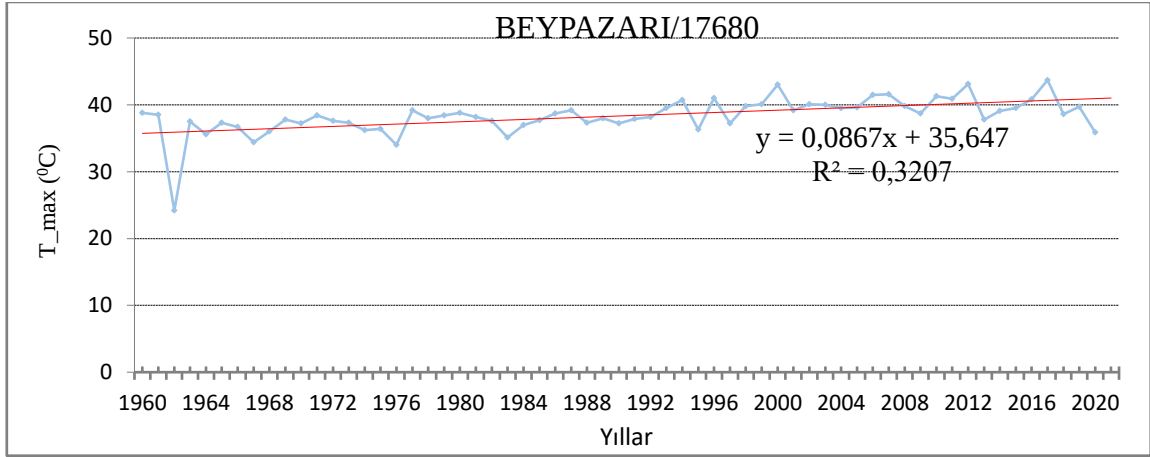
Ek 3. 98: Kızılcahamam (17664) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



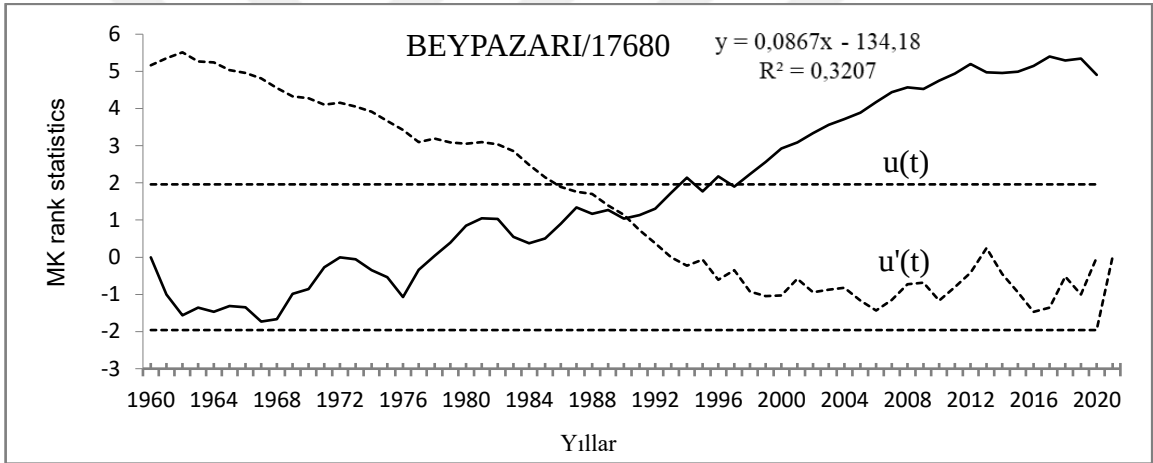
Ek 3. 99: Nallıhan (17679) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



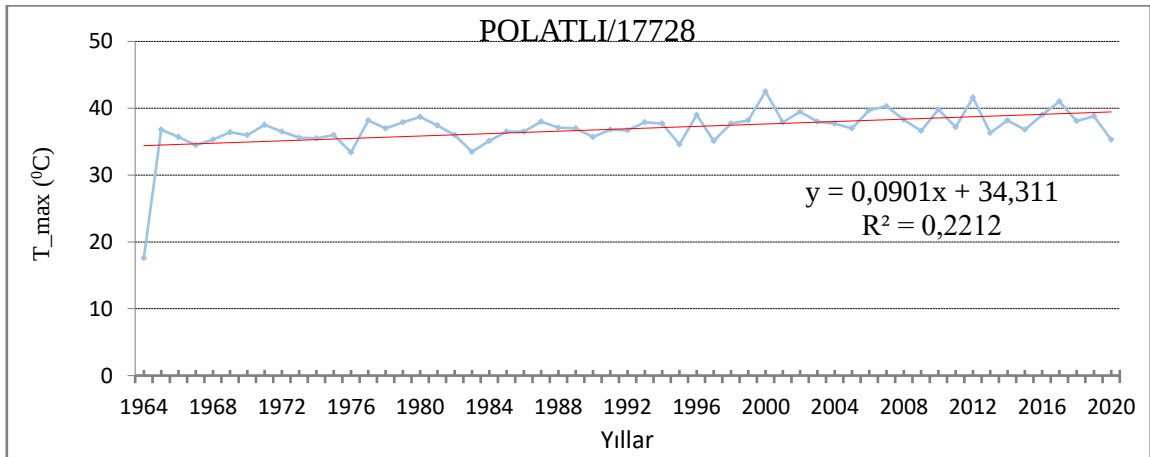
Ek 3. 100: Nallıhan (17679) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



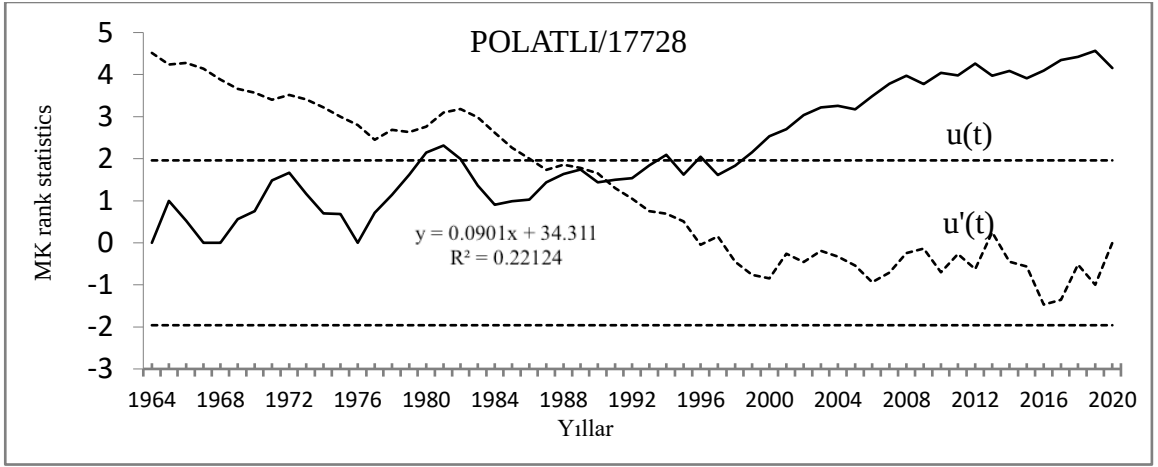
Ek 3. 101: Beypazarı (17680) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



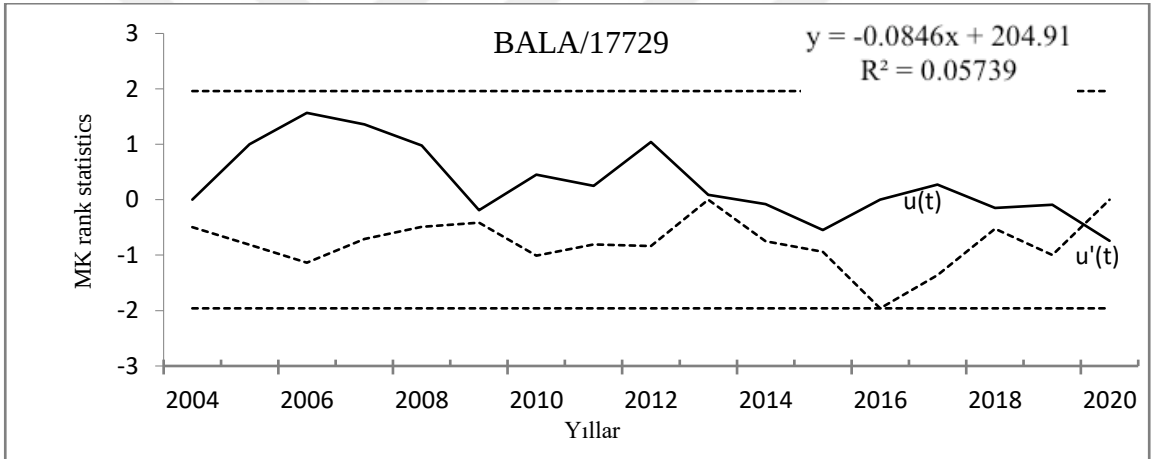
Ek 3. 102: Beypazarı (17680) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



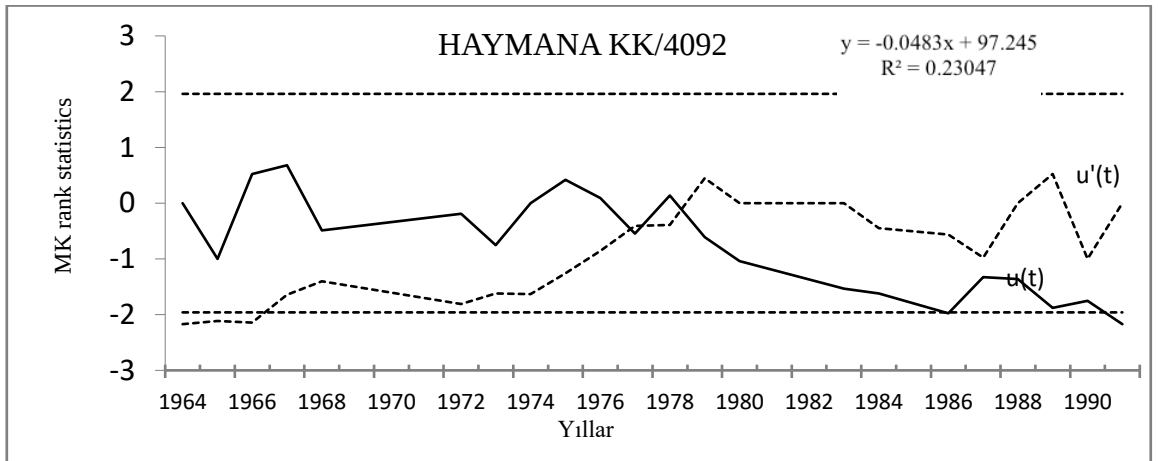
Ek 3. 103: Polatlı (17728) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



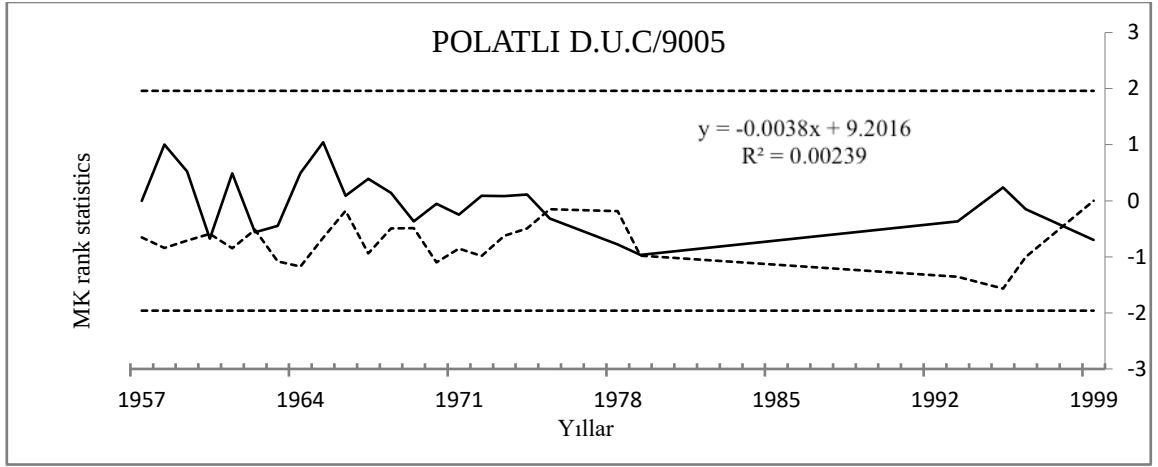
Ek 3. 104: Polatlı (17728) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



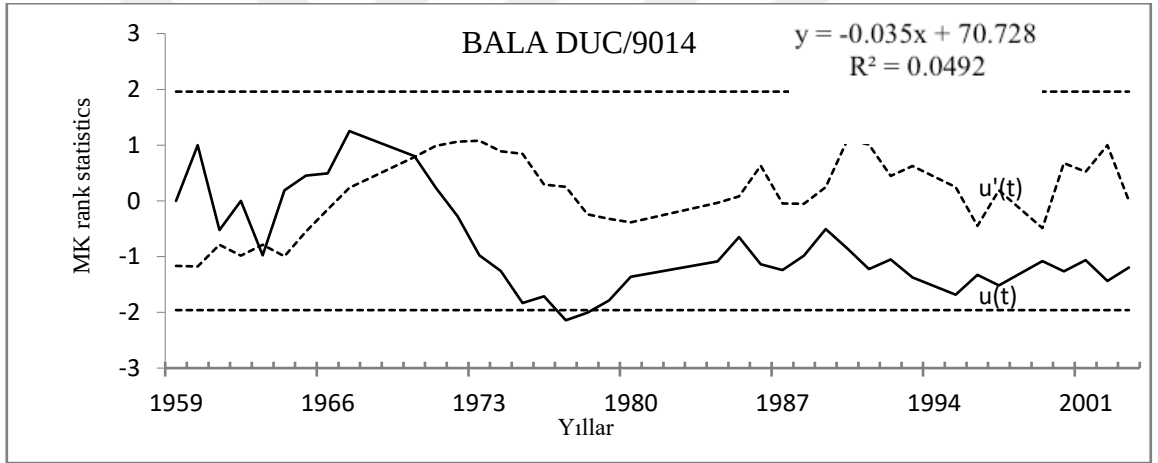
Ek 3. 105: Bala (17729) istasyonunun maksimum sıcaklık eğilimi.



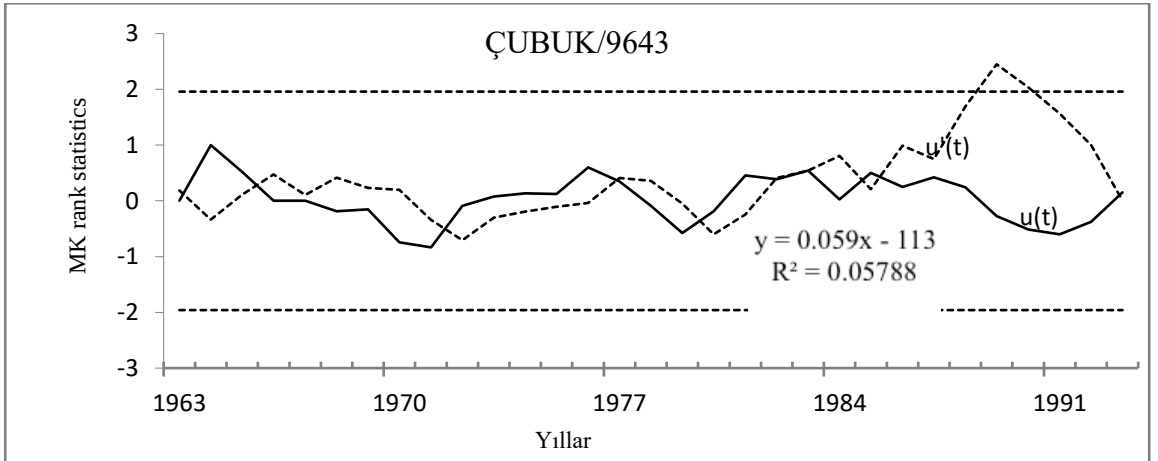
Ek 3. 106: Haymana KK (4092) istasyonunun ortalama minimum sıcaklık eğilimi.



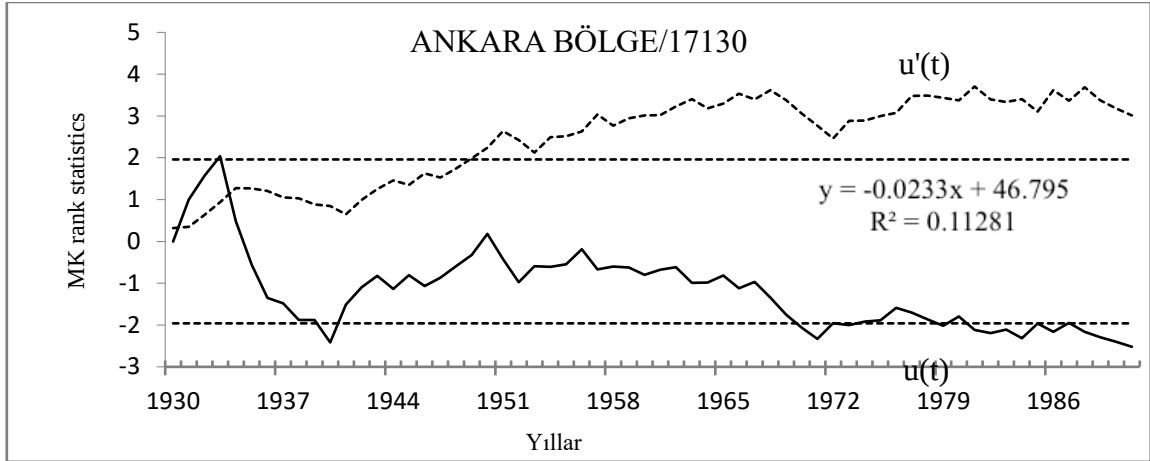
Ek 3. 107: Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun ortalama minimum sıcaklık eğilimi.



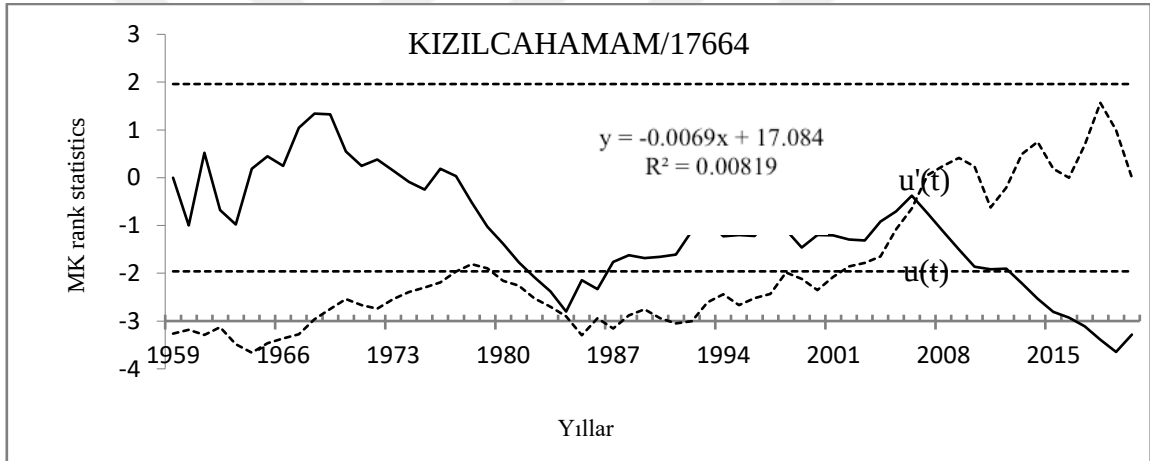
Ek 3. 108: Bala D.U.C (9014) istasyonunun ortalama minimum sıcaklık eğilimi.



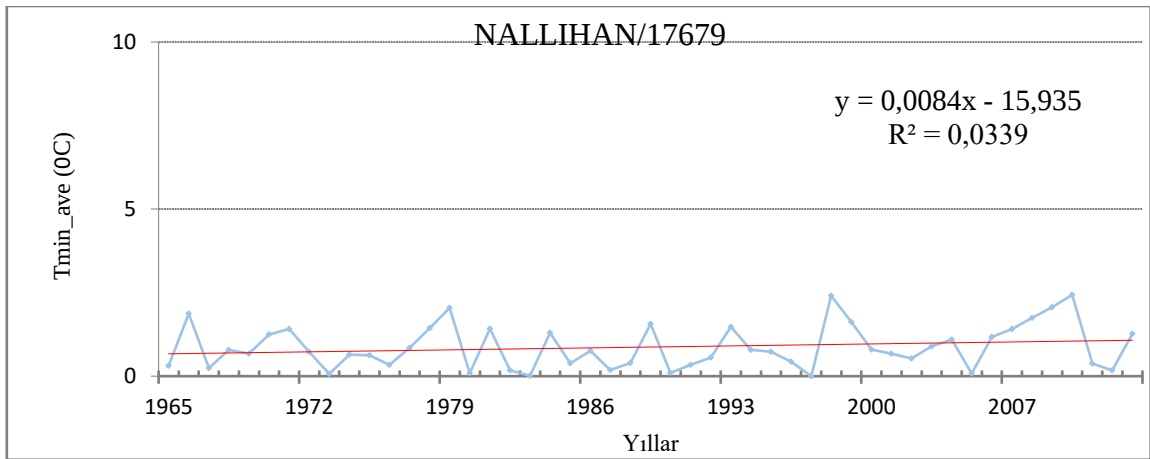
Ek 3. 109: Çubuk (9643) istasyonunun ortalama minimum sıcaklık eğilimi.



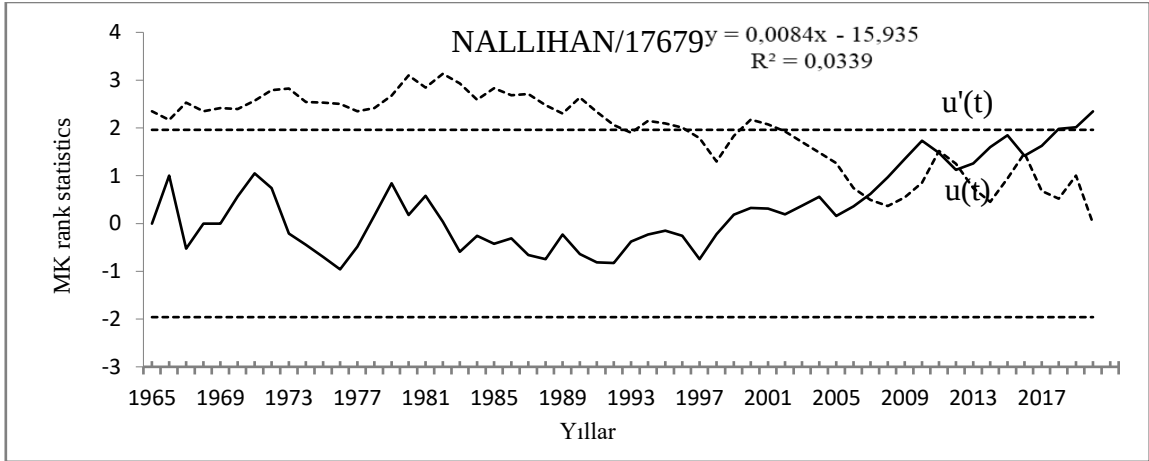
Ek 3. 110: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama minimum sıcaklık eğilimi.



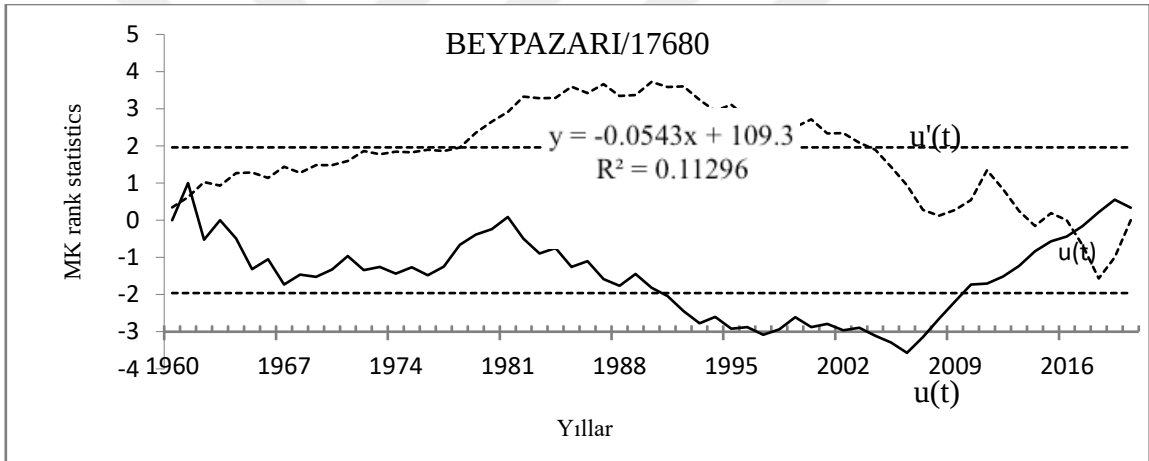
Ek 3. 111: Kızılcahamam (17664) istasyonunun ortalama minimum sıcaklık eğilimi.



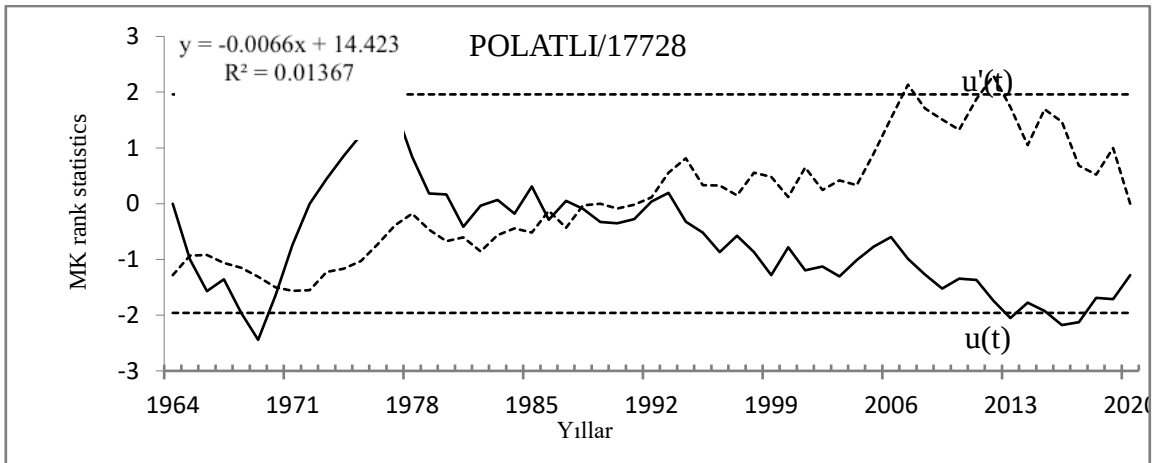
Ek 3. 112: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama minimum sıcaklık eğilimi.



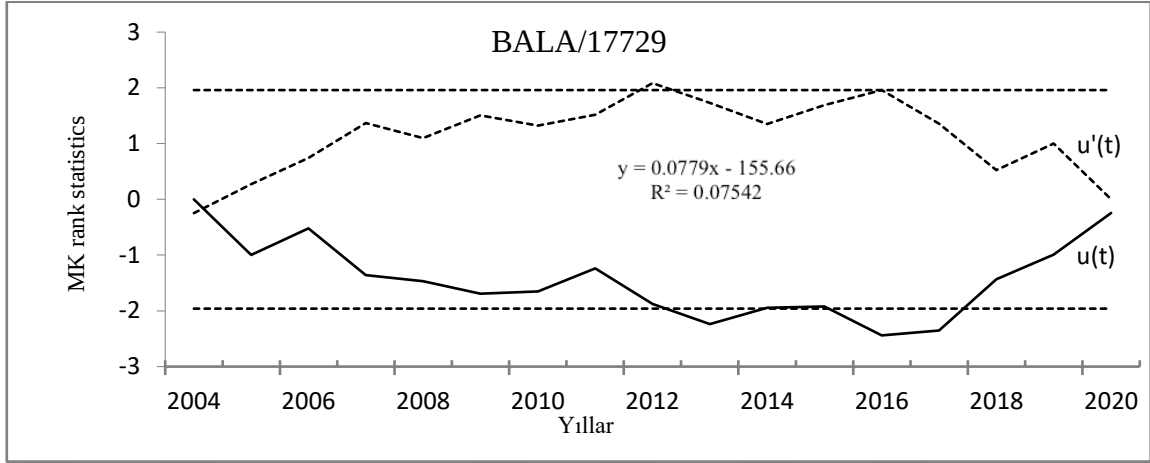
Ek 3. 113: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama minimum sıcaklık eğilimi.



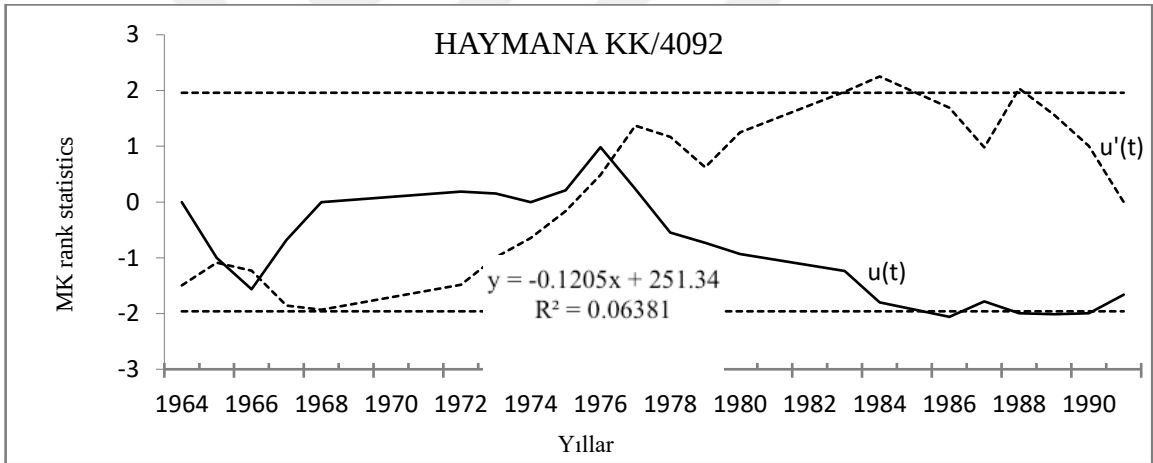
Ek 3. 114: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama minimum sıcaklık eğilimi.



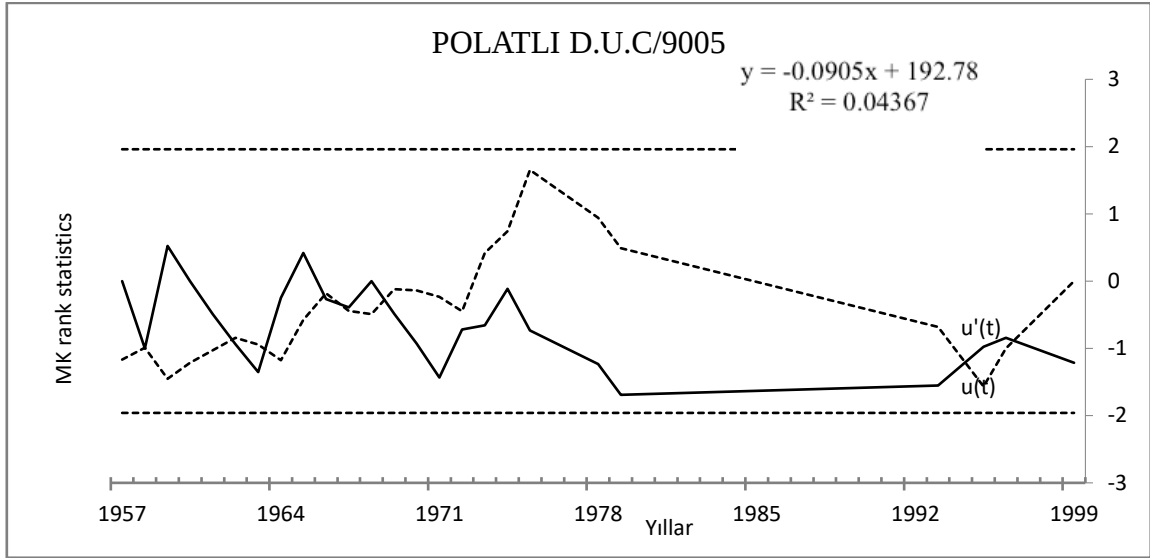
Ek 3. 115: Polatlı (17728) istasyonunun ortalama minimum sıcaklık eğilimi.



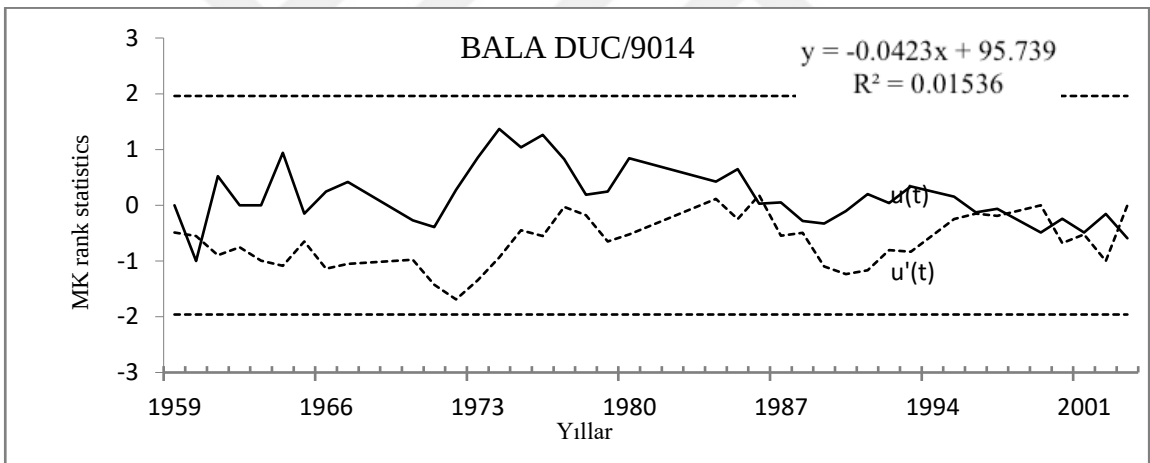
Ek 3. 116: Bala (17729) istasyonunun ortalama minimum sıcaklık eğilimi.



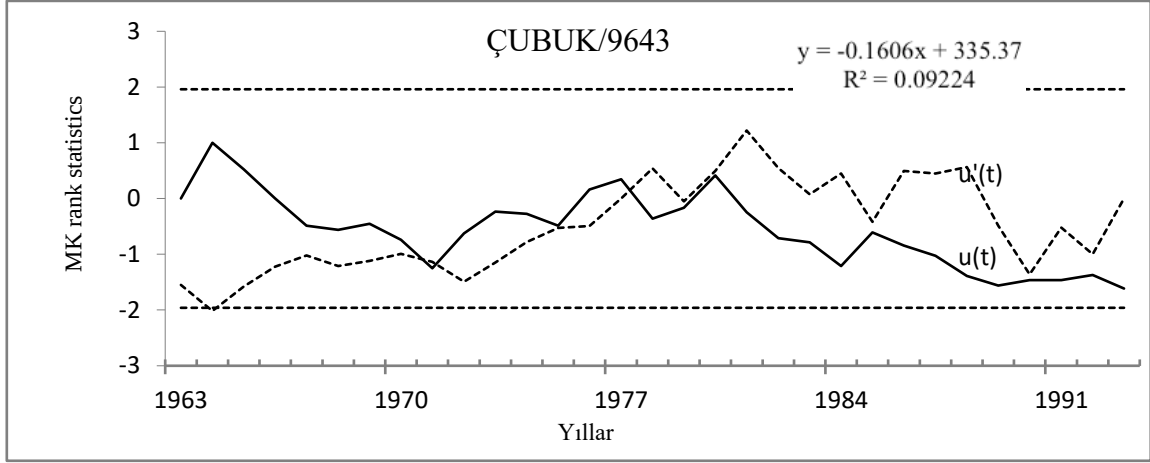
Ek 3. 117: Haymana KK (4092) istasyonunun minimum sıcaklık eğilimi.



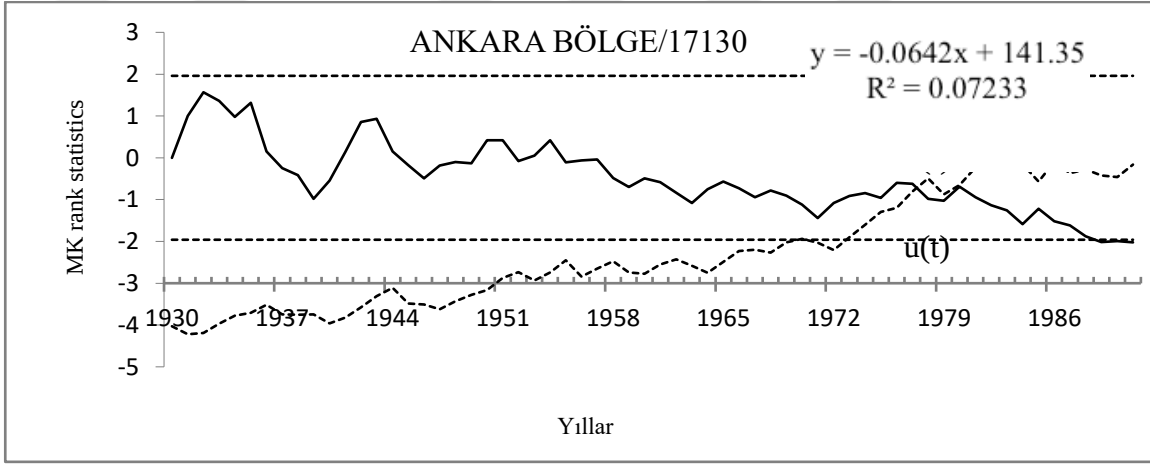
Ek 3. 118: Polatlı D.U.C (9005) istasyonunun minimum sıcaklık eğilimi.



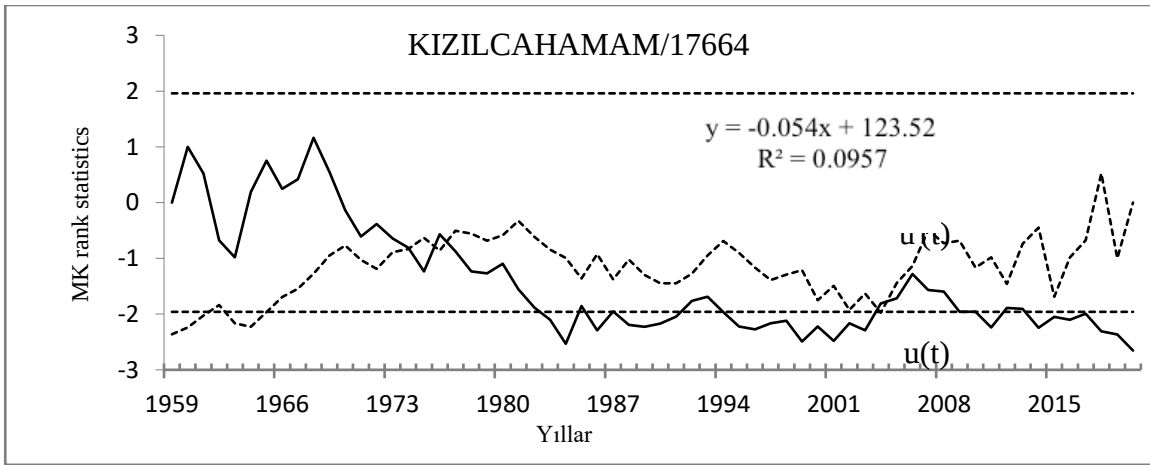
Ek 3. 119: Bala D.U.C (9014) istasyonunun minimum sıcaklık eğilimi.



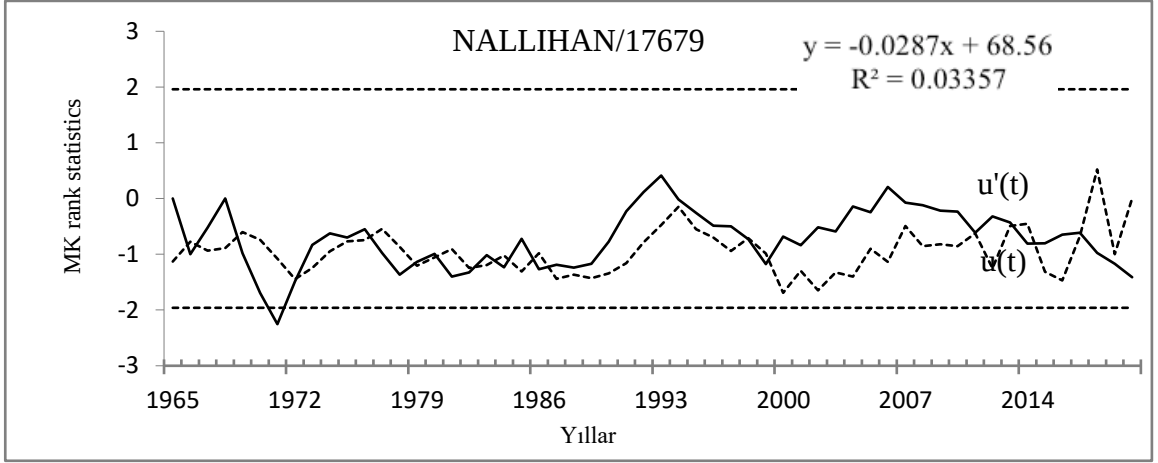
Ek 3. 120: Çubuk (9643) istasyonunun minimum sıcaklık eğilimi.



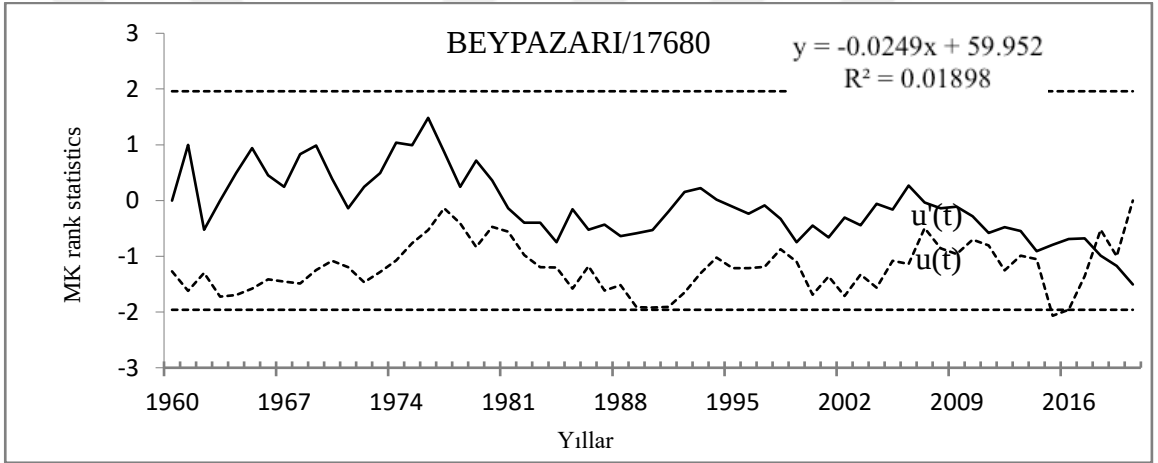
Ek 3. 121: Ankara Bölge (17130) istasyonunun minimum sıcaklık eğilimi.



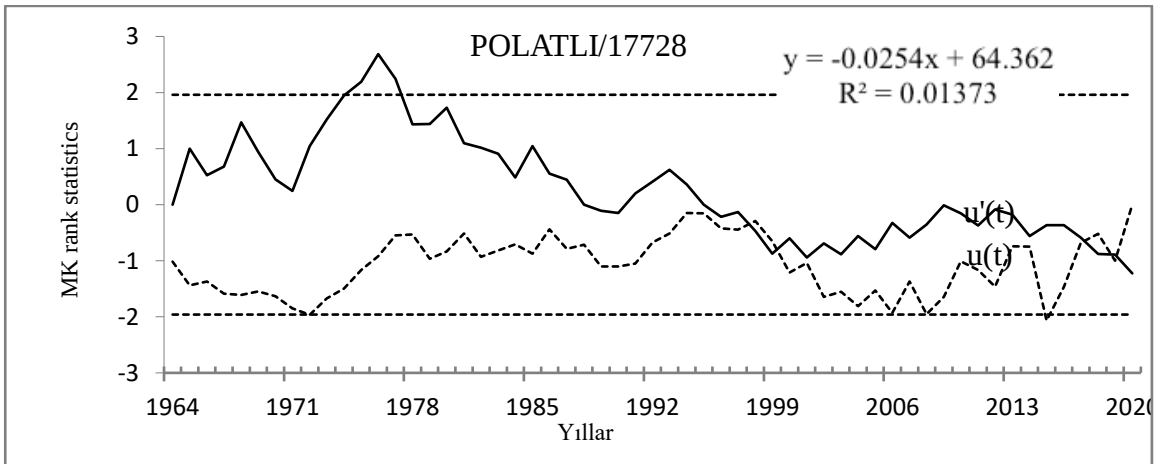
Ek 3. 122: Kızılcahamam (17664) istasyonunun minimum sıcaklık eğilimi.



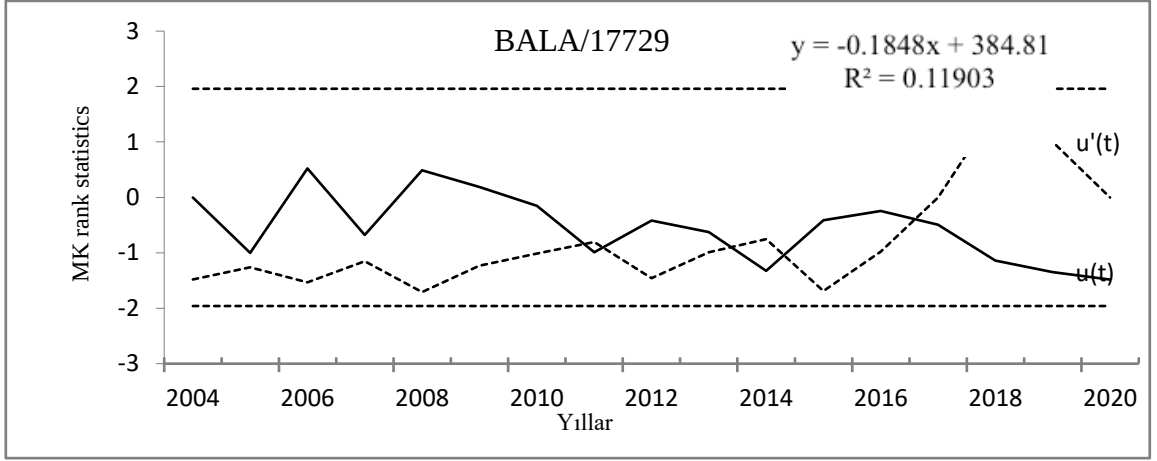
Ek 3. 123: Nallıhan (17679) istasyonunun minimum sıcaklık eğilimi.



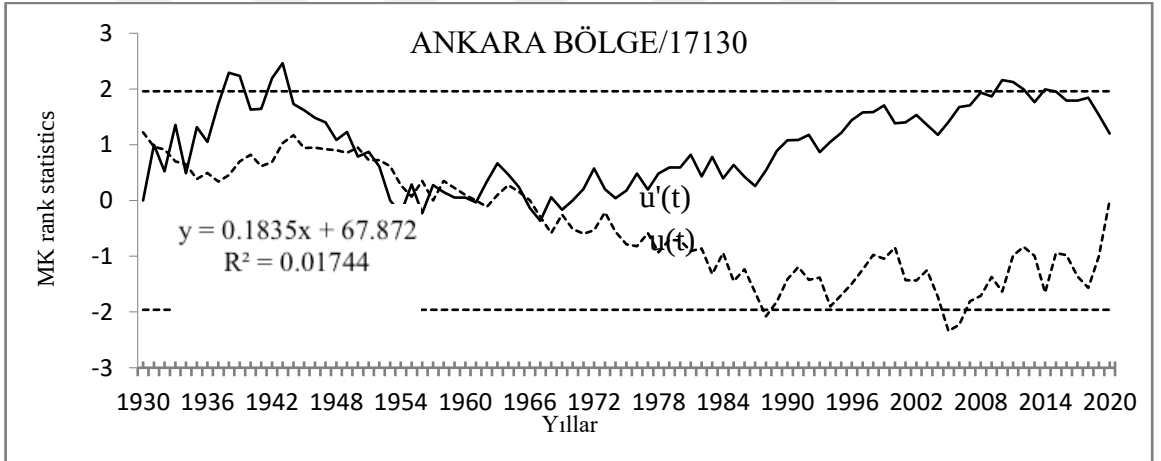
Ek 3. 124: Beypazarı (17680) istasyonunun minimum sıcaklık eğilimi.



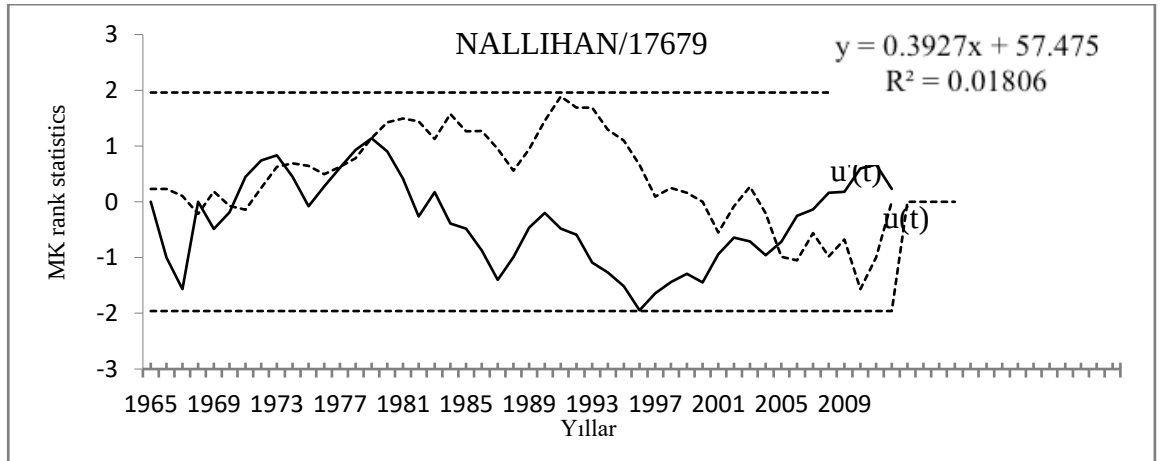
Ek 3. 125: Polatlı (17728) istasyonunun minimum sıcaklık eğilimi.



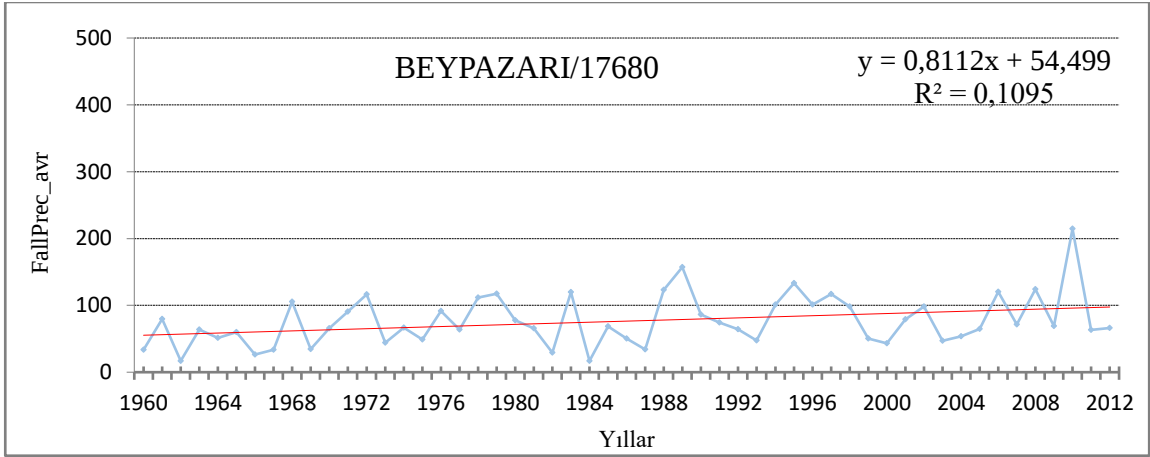
Ek 3. 126: Bala (17729) istasyonunun minimum sıcaklık eğilimi.



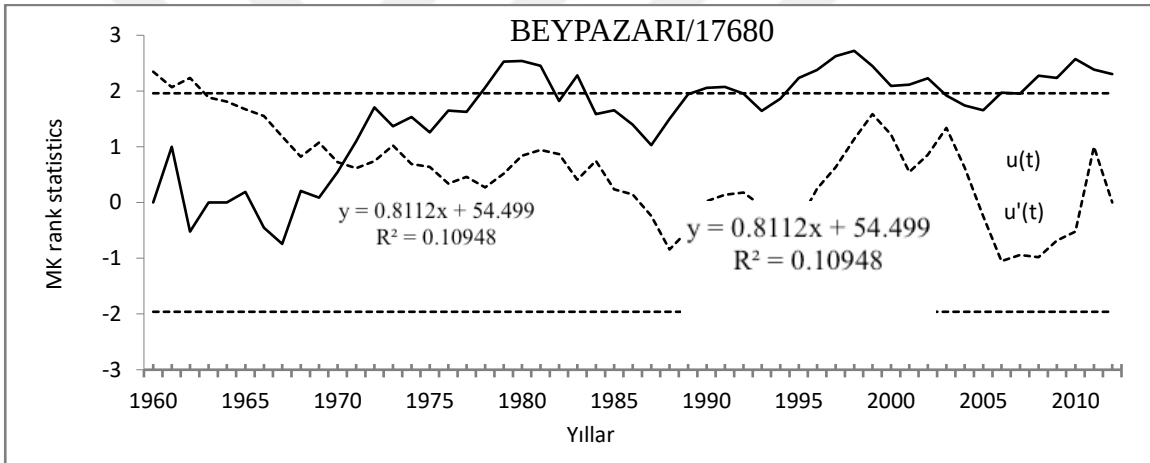
Ek 3. 127: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama sonbahar yağış eğilimi.



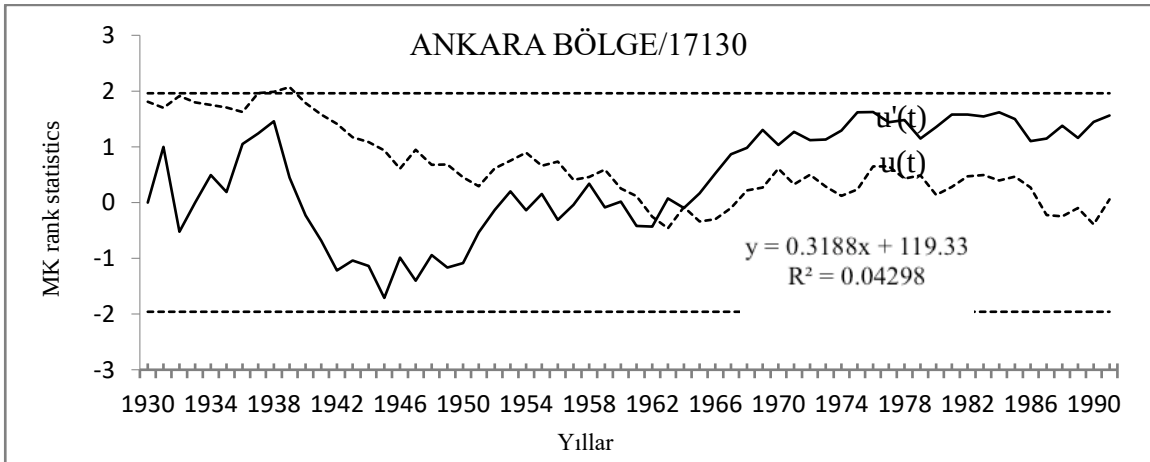
Ek 3. 128: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama sonbahar yağış eğilimi.



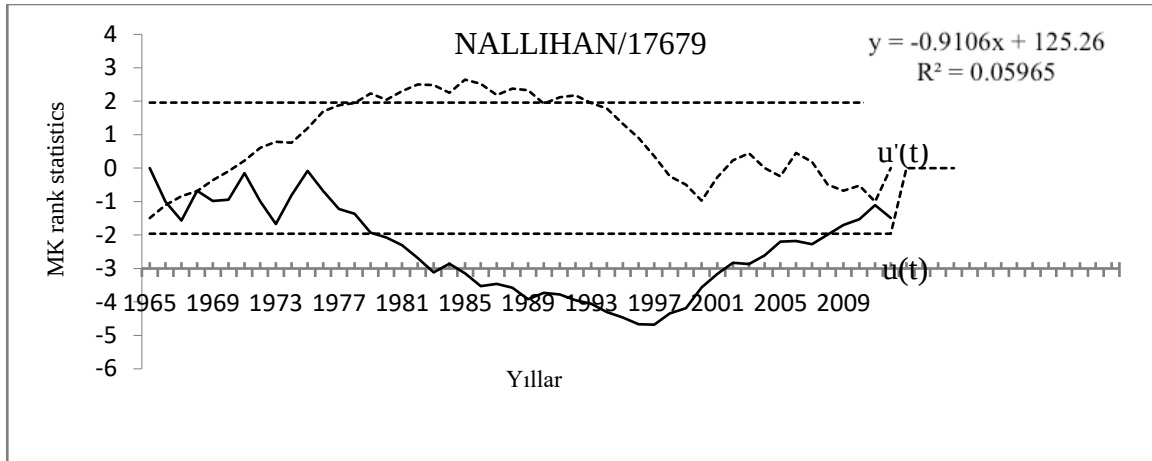
Ek 3. 129: Beypazari (17680) istasyonunun ortalama sonbahar yağış eğilimi



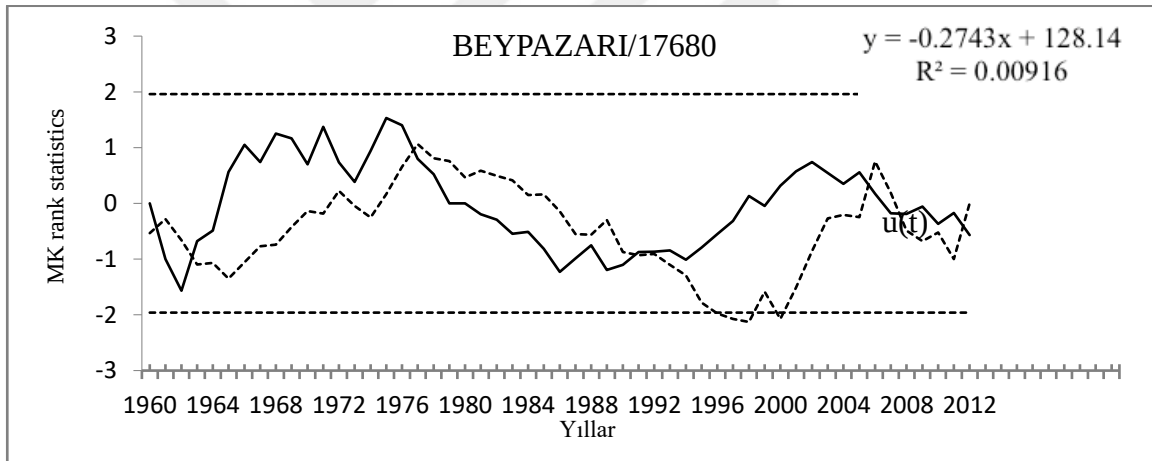
Ek 3. 130: Beypazari (17680) istasyonunun ortalama sonbahar yağış eğilimi.



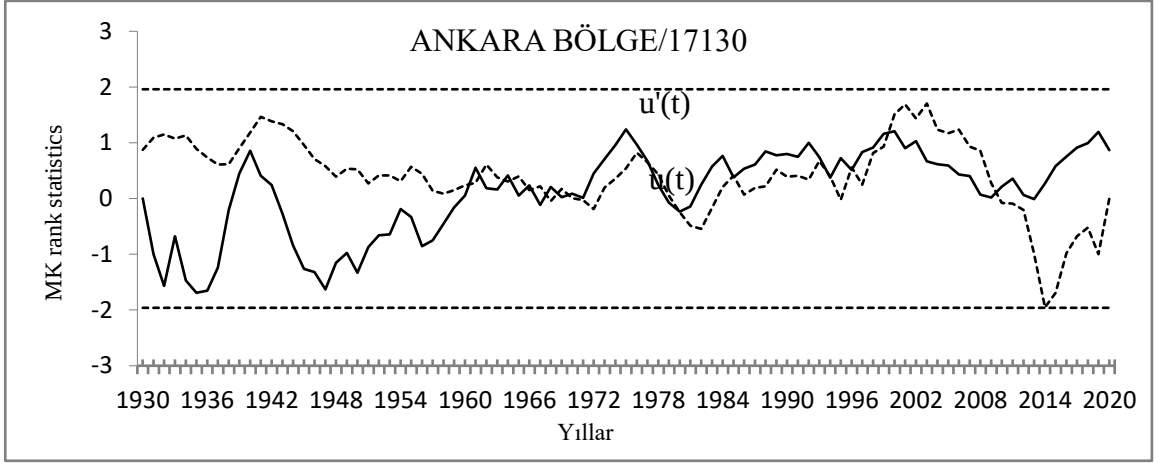
Ek 3. 131: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama ilkbahar yağış eğilimi.



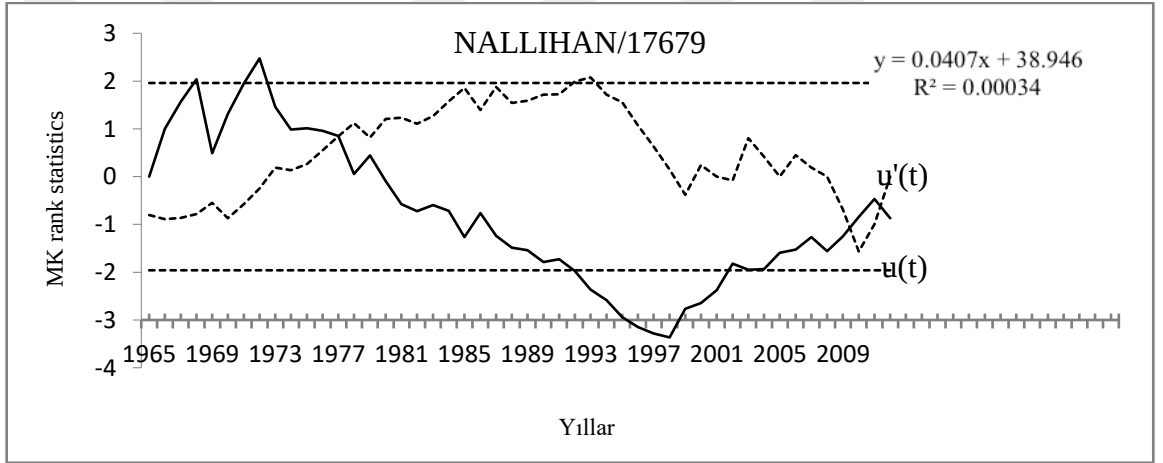
Ek 3. 132: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama ilkbahar yağış eğilimi.



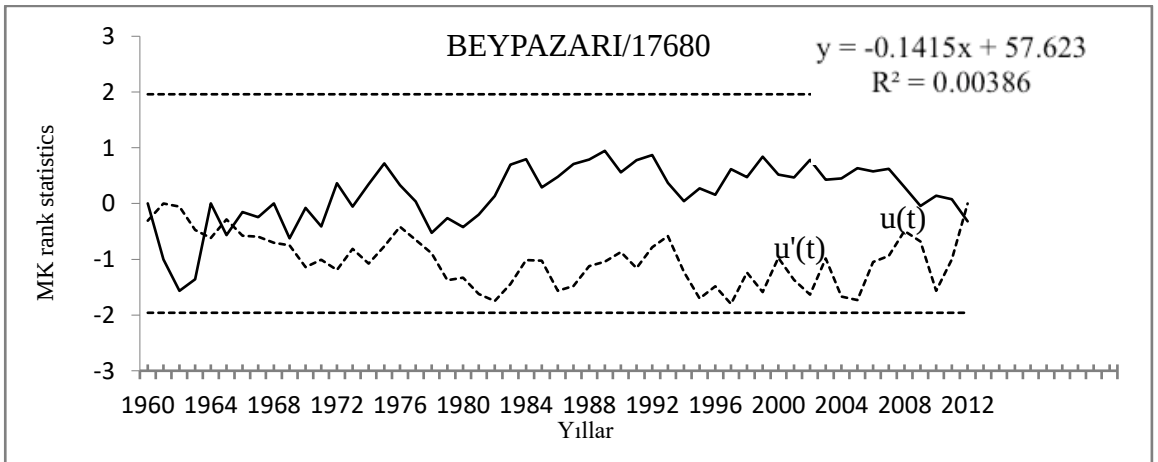
Ek 3. 133: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama ilkbahar yağış eğilimi.



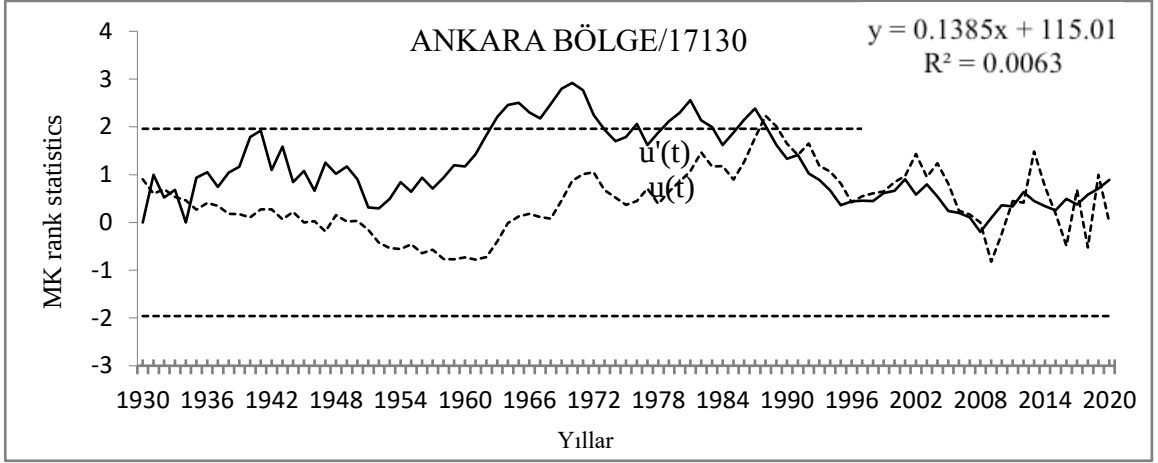
Ek 3. 134: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama yaz yağış eğilimi.



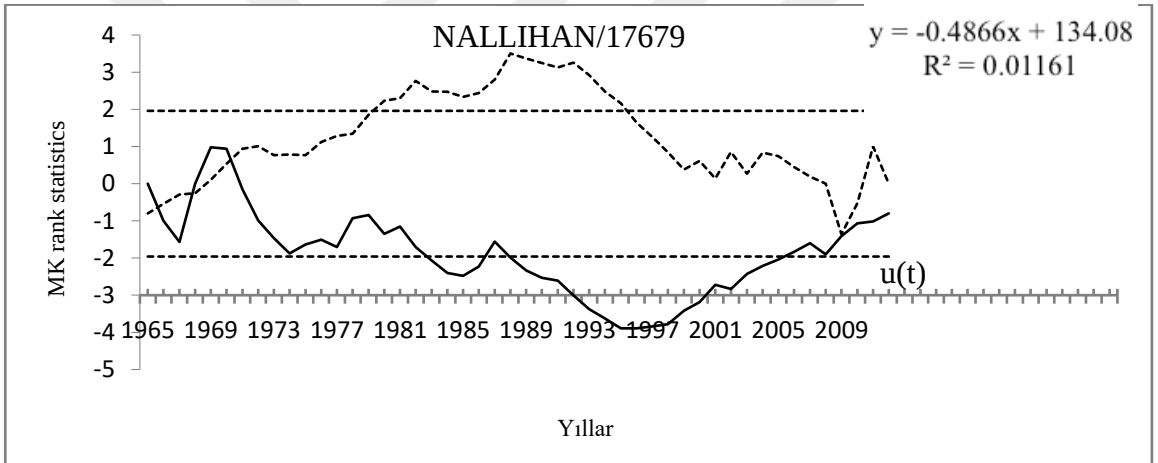
Ek 3. 135: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama yaz yağış eğilimi.



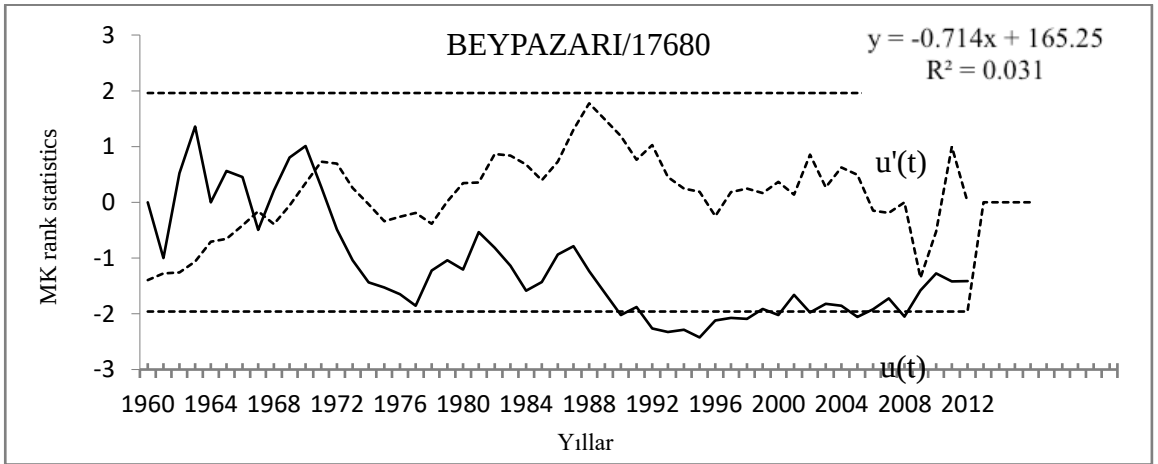
Ek 3. 136: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama yaz yağış eğilimi



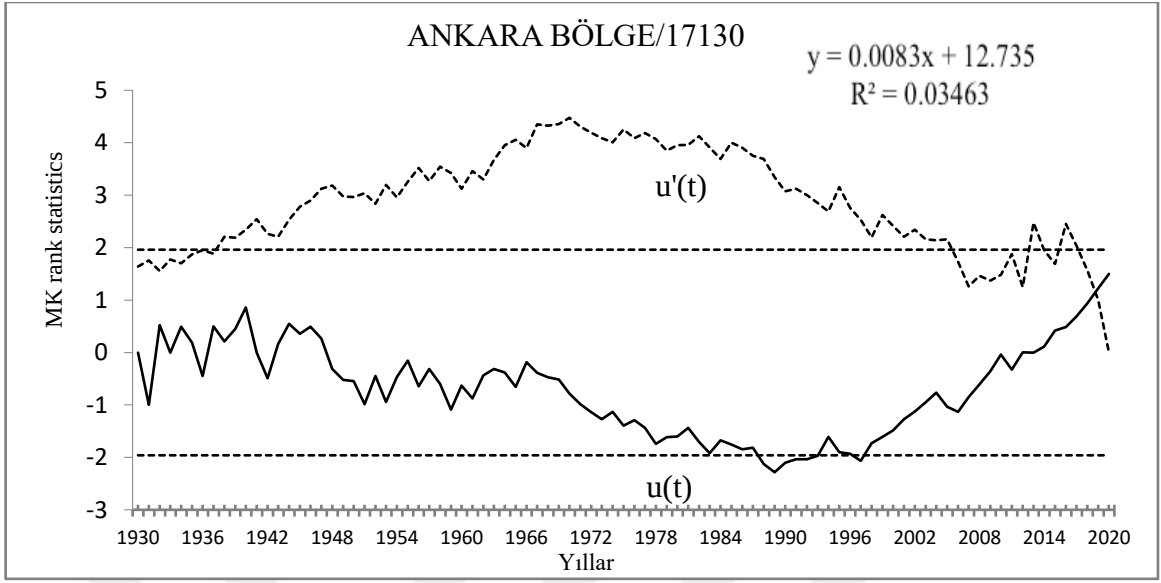
Ek 3. 137: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama kış yağış eğilimi.



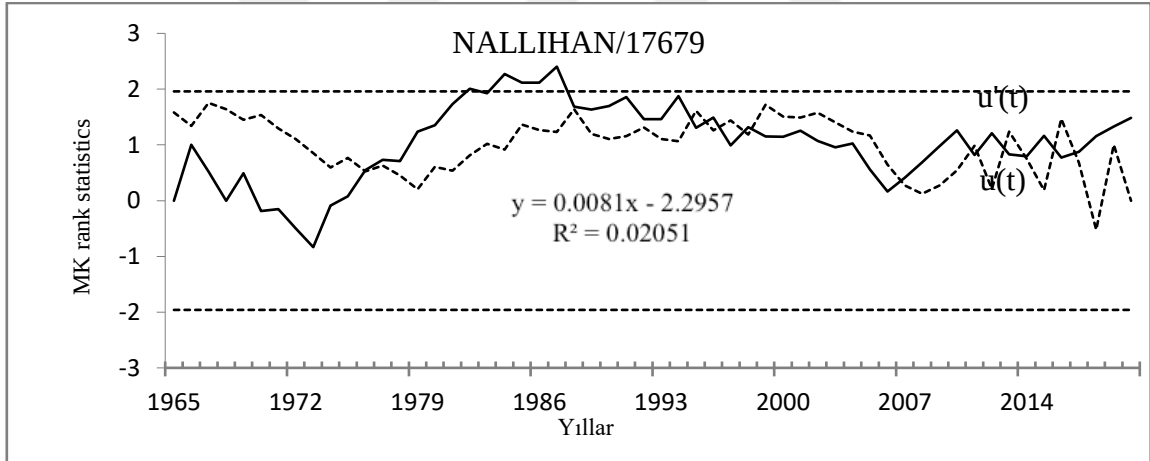
Ek 3. 138: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama kış yağış eğilimi.



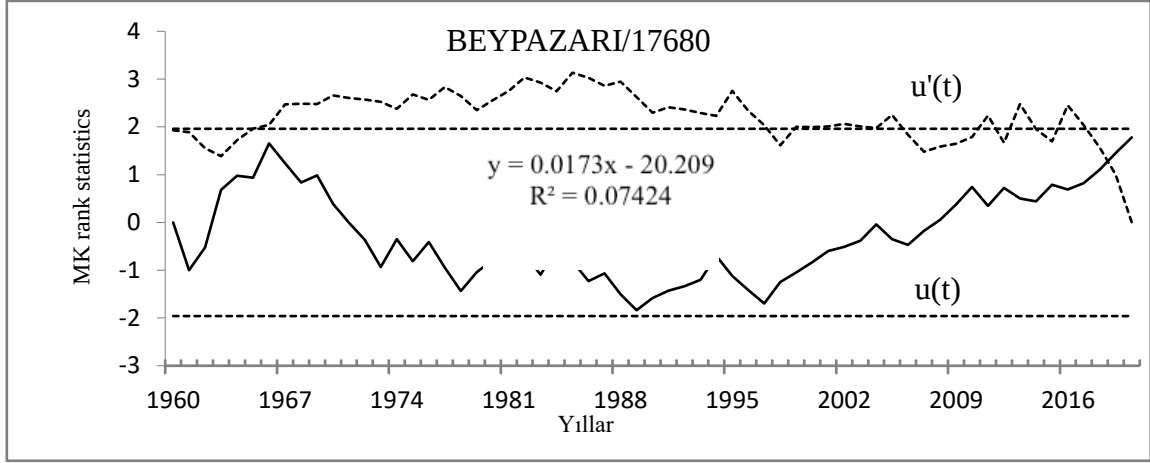
Ek 3. 139: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama kış yağış eğilimi.



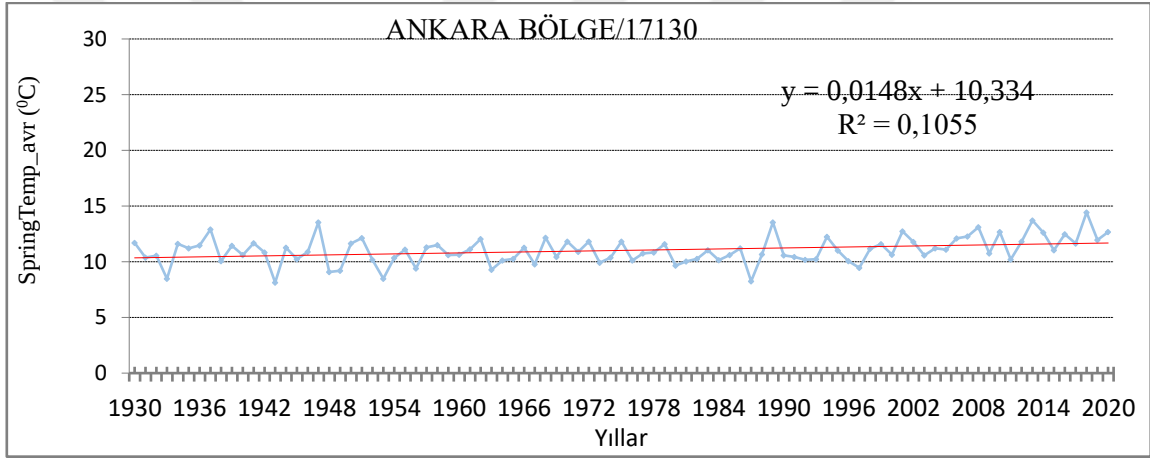
Ek 3. 140: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama sonbahar sıcaklık eğilimi.



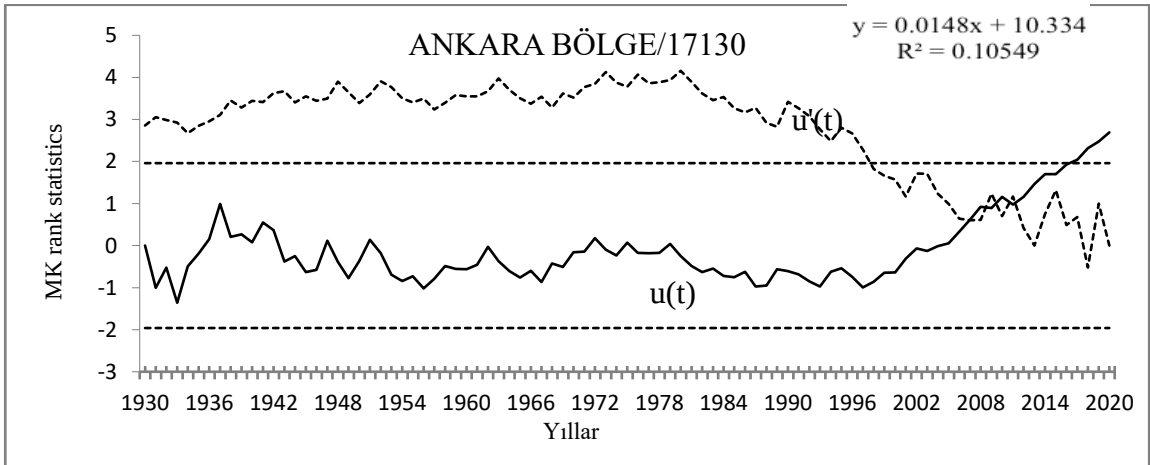
Ek 3. 141: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama sonbahar sıcaklık eğilimi.



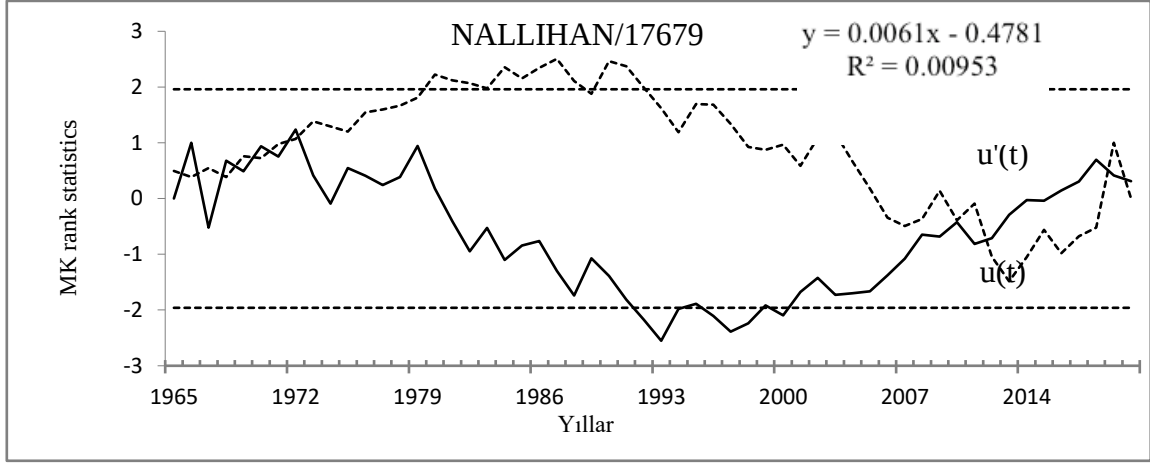
Ek 3. 142: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama sonbahar sıcaklık eğilimi.



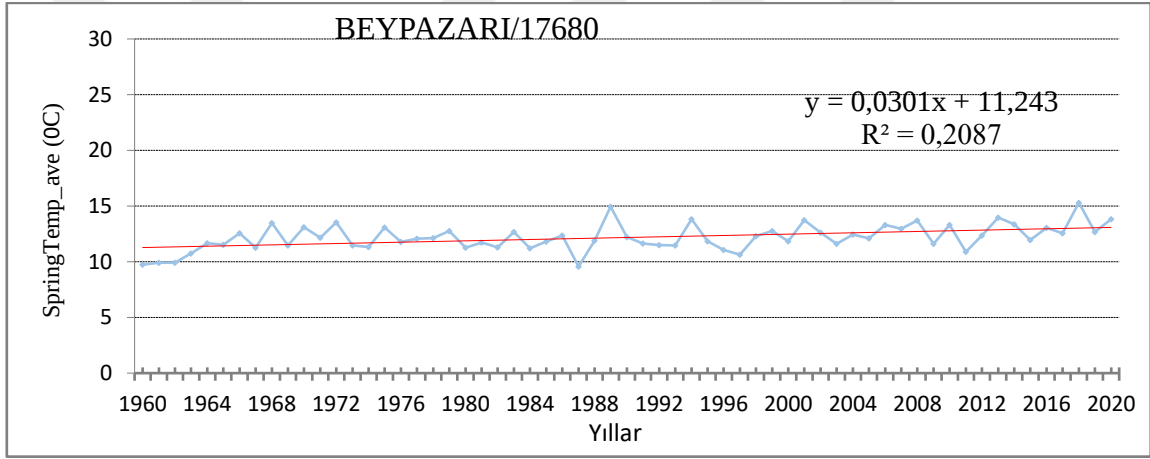
Ek 3. 143: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama ilkbahar sıcaklık eğilimi.



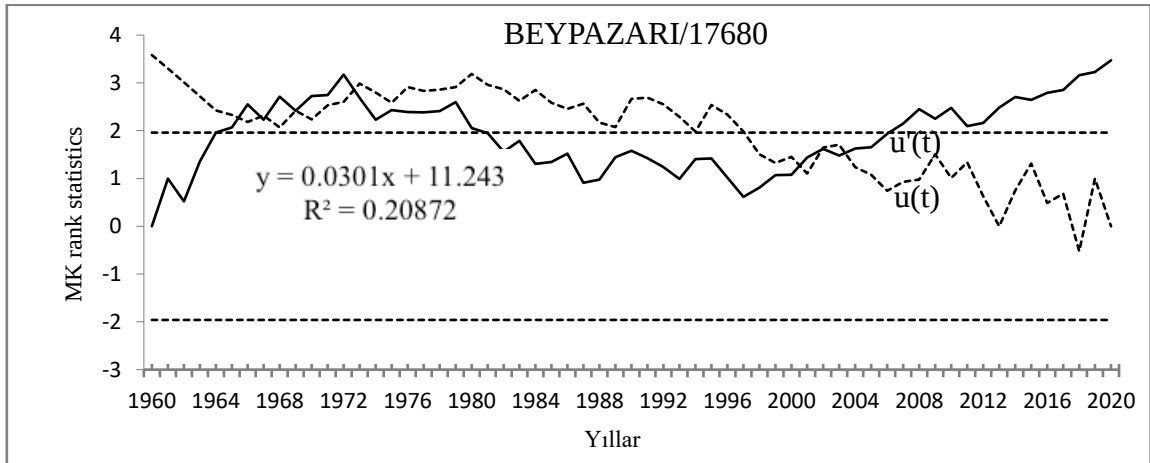
Ek 3. 144: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama ilkbahar sıcaklık eğilimi.



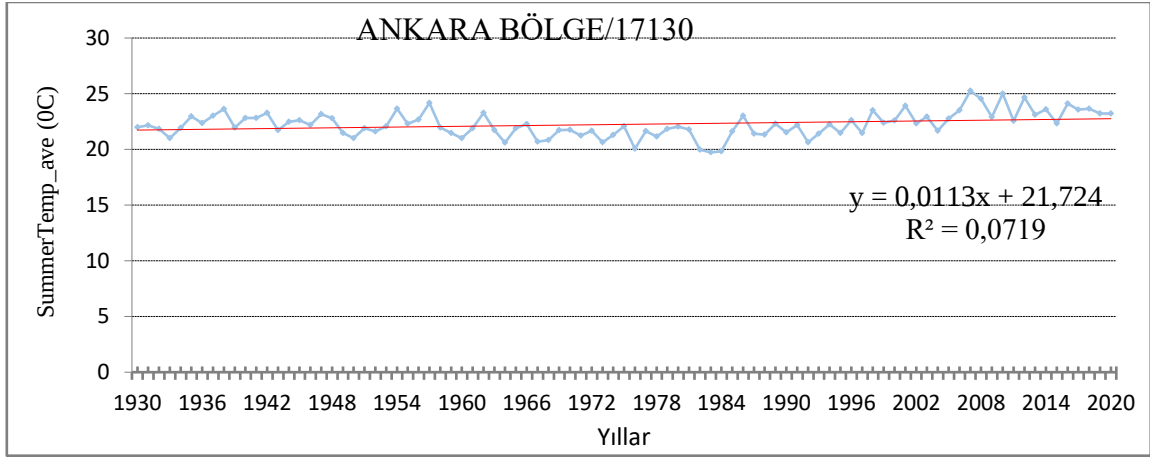
Ek 3. 145: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama ilkbahar sıcaklık eğilimi.



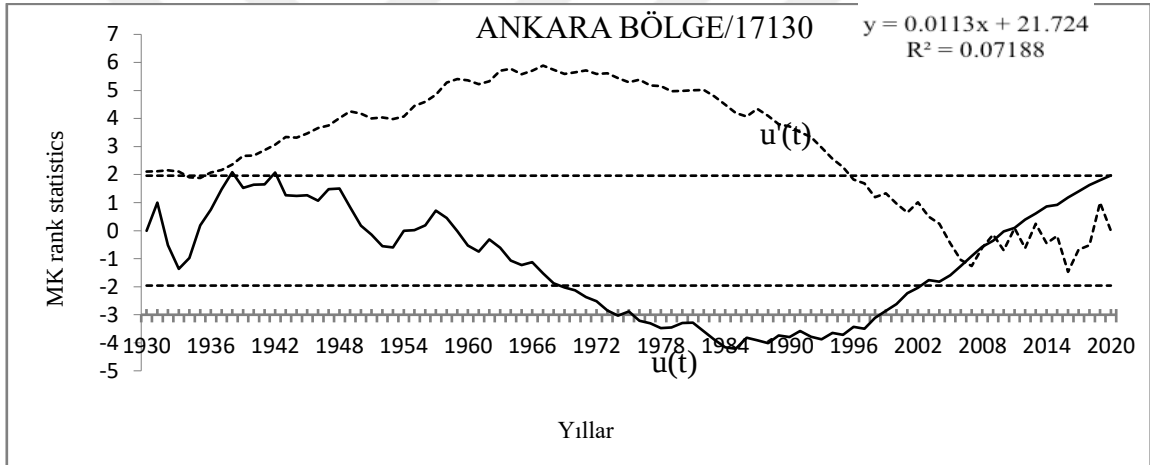
Ek 3. 146: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama ilkbahar sıcaklık eğilimi.



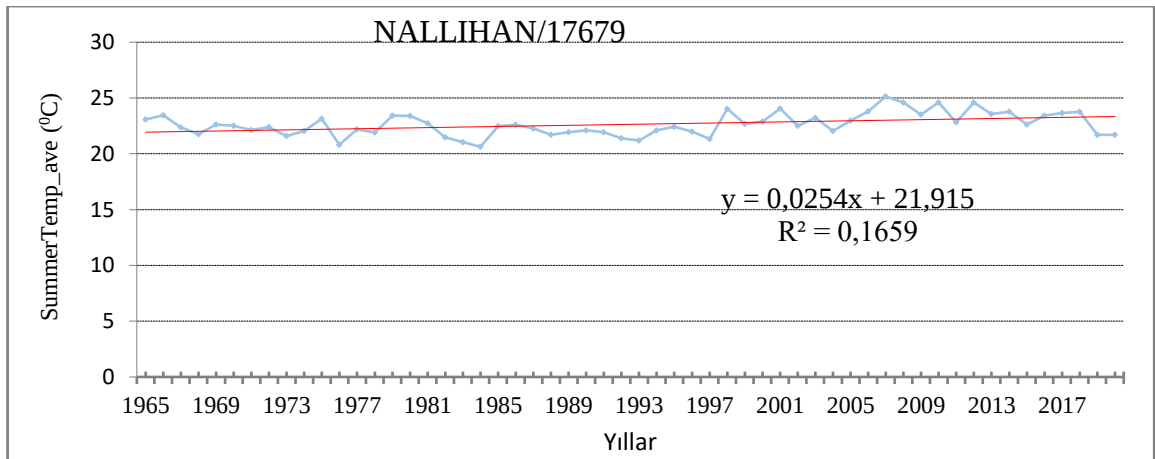
Ek 3. 147: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama ilkbahar sıcaklık eğilimi.



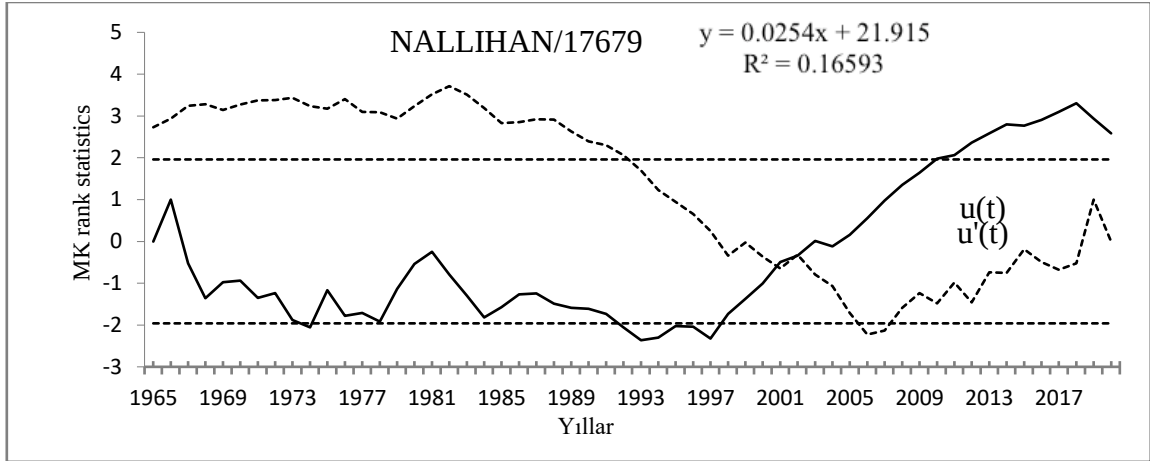
Ek 3. 148: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama yaz sıcaklık eğilimi.



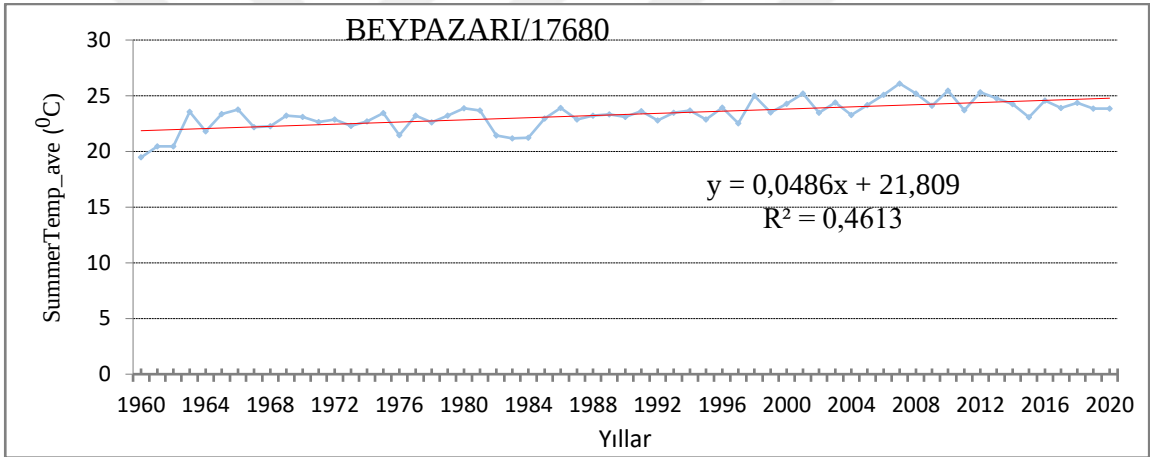
Ek 3. 149: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama yaz sıcaklık eğilimi.



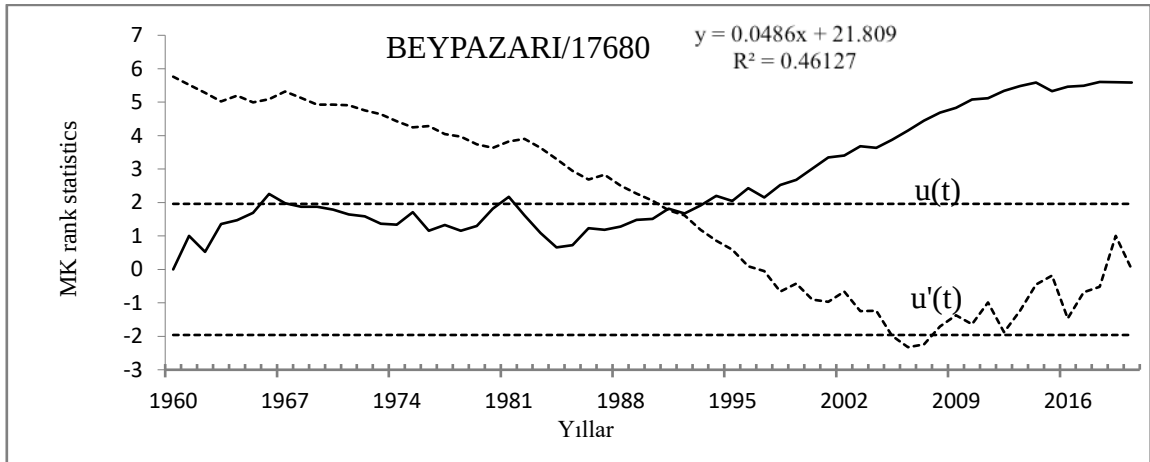
Ek 3. 150: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama yaz sıcaklık eğilimi.



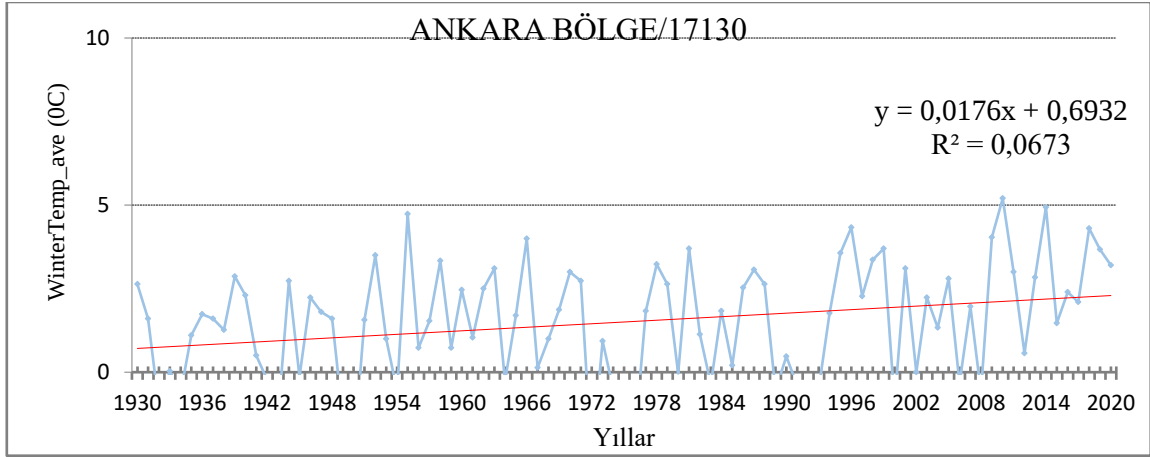
Ek 3. 151: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama yaz sıcaklık eğilimi.



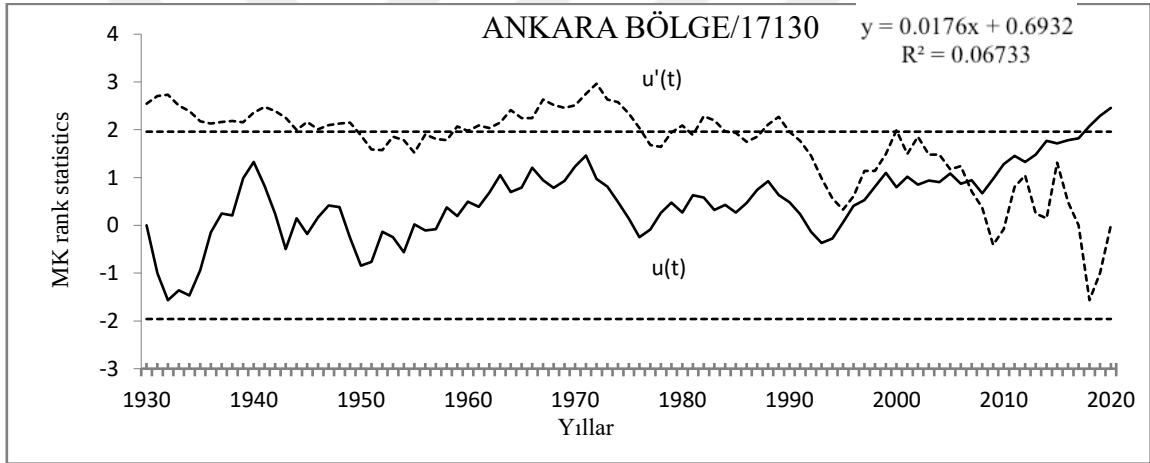
Ek 3. 152: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama yaz sıcaklık eğilimi.



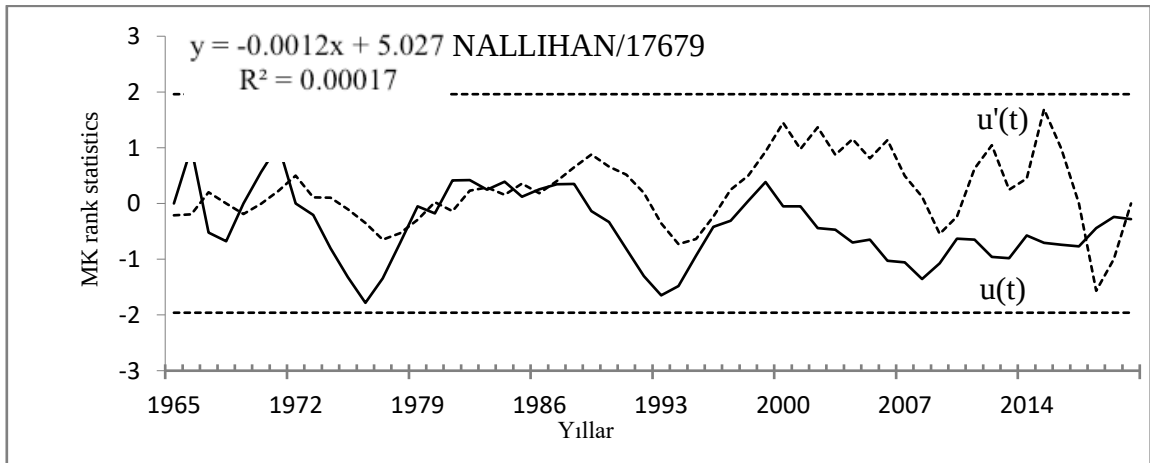
Ek 3. 153: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama yaz sıcaklık eğilimi.



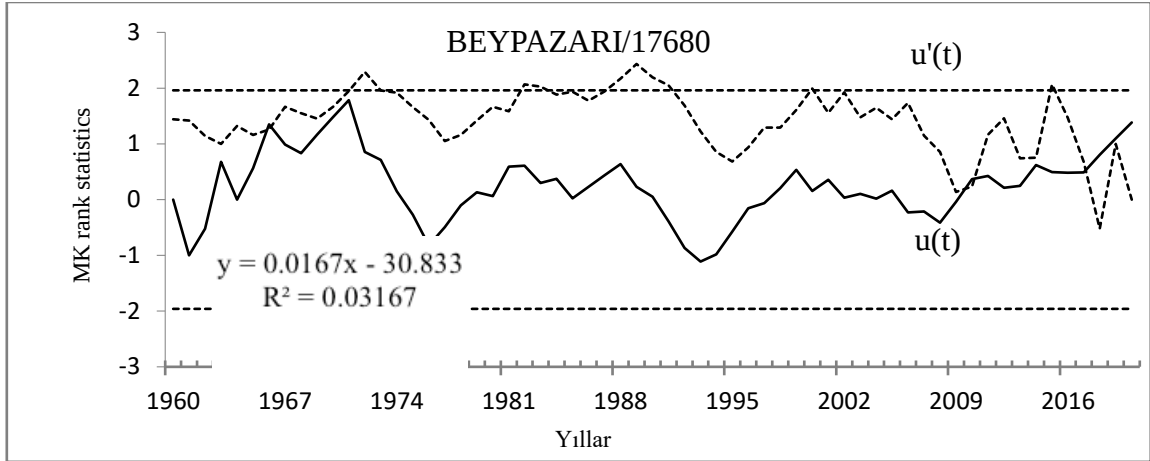
Ek 3. 154: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama kış sıcaklık eğilimi.



Ek 3. 155: Ankara Bölge (17130) istasyonunun ortalama kış sıcaklık eğilimi.



Ek 3. 156: Nallıhan (17679) istasyonunun ortalama kış sıcaklık eğilimi.



Ek 3. 157: Beypazarı (17680) istasyonunun ortalama kış sıcaklık eğilimi.

EK 4 ANKET SORULARI VE CEVAPLARI

1. Çalıştığınız il/ilçede orman varlığını yüzde olarak ifade etmek gerekirse ne kadardır? (il/ilçe alanına oranla tahmini yüzde olarak).

A) 0-10

B) 11-20

C) 21-30

D) 31-40

E) 41 den fazla

2. Çalıştığınız il/ilçede ormanlar son 10 yılda artmakta mı azalmakta mı?

A) Artmakta

B) Azalmakta

C) Değişmiyor

D) Fikrim yok

3. Çalıştığınız il/ilçede ormansızlaşma var mı?

A) Ciddi seviyede var

B) Orta seviyede var

C) Düşük seviyede var

D) Hiç yok (bu şıkkı seçtiyseniz bir sonraki soruyu atlayınız)

E) Fikrim yok

4. Varsa ormansızlaşmanın nedeni/leri nedir? (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz)

- A) Baraj yapımı
- B) Yol yapımı
- C) Tarıma dönüşüm
- D) Kentsel alanların genişlemesi
- E) Diğer

5. Görev yaptığınız il/ilçede orman alanlarını tehdit eden ana etmenler nelerdir? (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz)

- A) Yangın
- B) Böcek zararı
- C) Kurumalar
- D) Kaçak kesimler
- E) Rüzgar devriği
- F) Diğer

6. Görev yaptığınız il/ilçede yeşil alan oranı sizce halkın ihtiyaçlarını (rekreasyon, odun hammaddesi, vb) karşılamada yeterli midir? (yerleşim alanı içi ve çevresi olarak)

- A) Yeterli
- B) Yetersiz
- C) Tam sınırdadır
- D) Fikrim yok

7. Bulunduğunuz il/ilçede yer alan akarsu kıyı ekosistemleri sağlıklı mı? (hem görünüş hem de gölge yapma, habitat oluşturma, erozyonu nleme, suyu filtre etme fonksiyonları anlamında iyi seviyede mi)

- A) Sağlıklı ve işlevsel
- B) Yeterince sağlıklı ve işlevsel değil
- C) Hiç sağlıklı ve işlevsel değil
- D) Fikrim yok

8. Bulunduğunuz il/ilçede ormanların en önemli fonksiyonu sizce nedir? Her fonksiyona 1-5 arası bir değer veriniz. 5 en yüksek. Odun hammaddesi üretmek

- A) Odun hammaddesi üretmek
- B) Su retmek
- C) Toprak koruma
- D) Rekreasyon
- E) Odun dışı rnler

9. İklim değişikliği ile ilgili bilgi düzeyinizi yeterli görüyor musunuz?

- A) Evet st düzeyde
- B) Orta düzeyde
- C) Düşük

10. İklim değişikliği konusunda bilgi seviyenizi artırmak ister miydiniz?

- A) Evet isterim
- B) Bence gerek yok

11. İklim değışikliğı işletmenizdeki ormancılık faaliyetleri süreçlerinde ne sıklıkla gündeme gelmekte?

- A) Hiç gündeme gelmiyor
- B) Arada sırada
- C) Sıkça gündeme geliyor

12. Bulunduğunuz il/ilçede iklim değışikliğı ile mücadele eylem planı var mı?

- A) Var
- B) Yok
- C) Yapım aşamasında
- D) Bilğim yok

13. "Ormancılık sektöründe uyum" iklim değışikliğı çerçevesinde sizde neyi çağrıştırıyor?
(Birden çok seçeneğı işaretleyebilirsiniz)

- A) Ormanların değışen sıcaklık ve yağış koşullarına uyum sağlaması
- B) İklim değışikliğı sonucu ormanların yok olması
- C) İklim değışikliğı nedeniyle artması beklenen zararlar (yangın, böcek, fırtına vb.)
- D) Ormanların karbon tutması

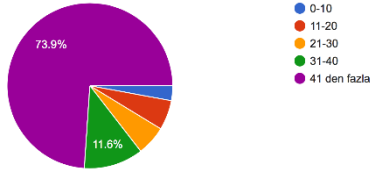
14. Çalıştığınız il/ilçede son 10 yıldaki kentleşme profilini nasıl tanımlarsınız?

- A) Yeşil alanların dikkate alındığı planlı bir kentleşme
- B) Yeşil alanların yeterince dikkate alınmadığı ama çok da azalmadığı bir kentleşme
- C) Yeşil alanların azaldığı bir çarpık kentleşme

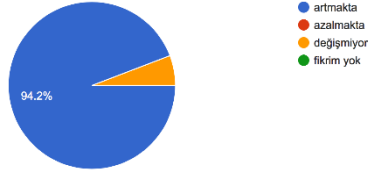
15. İklim değışikliğı ile mücadelede en önemli sektör sizce hangisidir?

- A) Enerji
- B) Sanayi
- C) Tarım
- D) Orman
- E) Ulaşım

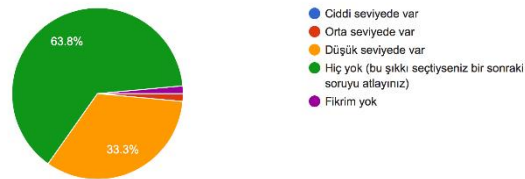
Çalıştığınız il/ilçede orman varlığını yüzde olarak ifade etmek gerekirse ne kadardır? (il/ilçe alanına oranla tahmini yüzde olarak).
69 responses



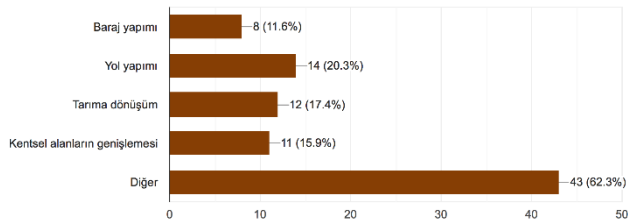
Çalıştığınız il/ilçede ormanlar son 10 yılda artmakta mı azalmakta mı?
69 responses



Çalıştığınız il/ilçede ormansızlaşma var mı?
69 responses

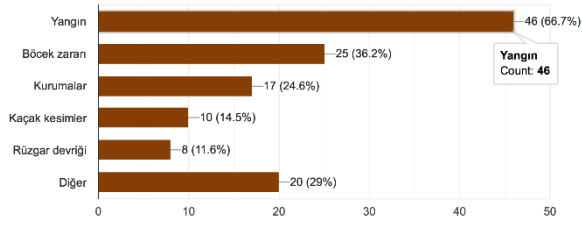


Varsa ormansızlaşmanın nedeni/leri nedir? (Birden çok seçeneğı işaretleyebilirsiniz)
69 responses



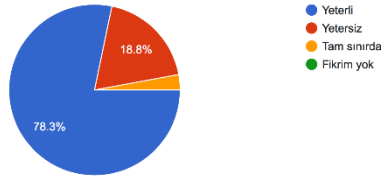
Görev yaptığınız il/ilçede orman alanlarını tehdit eden ana etmenler nelerdir? (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz)

69 responses



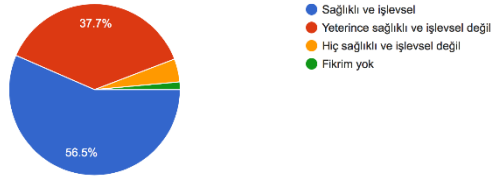
Görev yaptığınız il/ilçede yeşil alan oranı sizce halkın ihtiyaçlarını (rekreasyon, odun hammaddesi, vb) karşılamada yeterli midir? (yerleşim alanı içi ve çevresi olarak)

69 responses

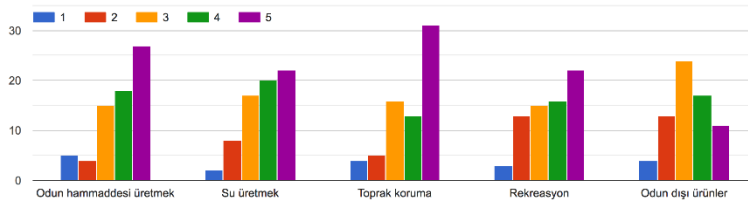


Bulunduğunuz il/ilçede yer alan akarsu kıyı ekosistemleri sağlıklı mı? (hem görünüş hem de gölge yapma, habitat oluşturma, erozyonu önleme, suyu filtre etme fonksiyonları anlamında iyi seviyede mi)

69 responses

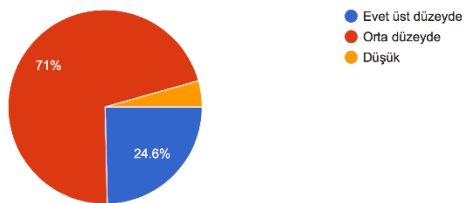


Bulunduğunuz il/ilçede ormanların en önemli fonksiyonu sizce nedir? Her fonksiyona 1-5 arası bir değer veriniz. 5 en yüksek.



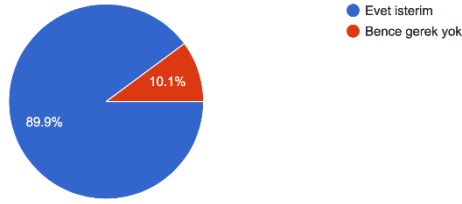
İklim değişikliği ile ilgili bilgi düzeyinizi yeterli görüyor musunuz?

69 responses



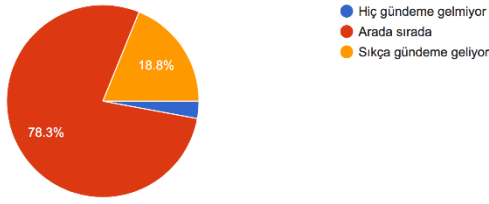
İklim değişikliği konusunda bilgi seviyenizi artırmak ister miydiniz?

69 responses



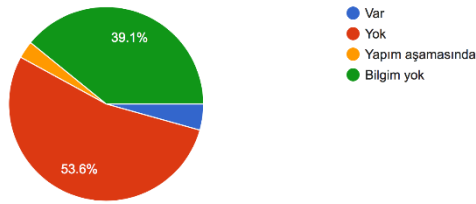
İklim değişikliği işletmenizdeki ormancılık faaliyetleri süreçlerinde ne sıklıkla gündeme gelmekte?

69 responses



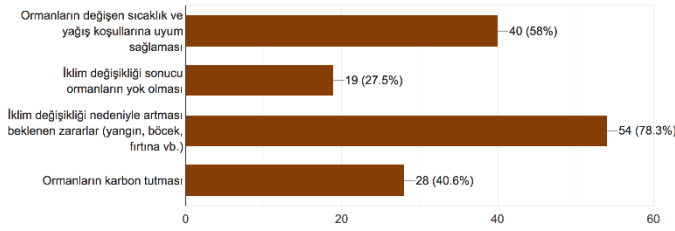
Bulunduğunuz il/ilçede iklim değişikliği ile mücadele eylem planı var mı?

69 responses



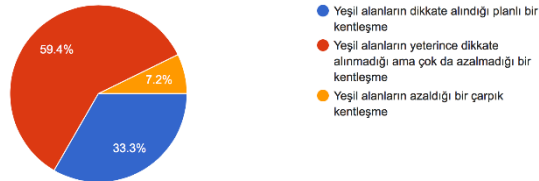
"Ormancılık sektöründe uyum" iklim değişikliği çerçevesinde sizde neyi çağırıştırıyor? (Birden çok seçeneği işaretleyebilirsiniz)

69 responses



Çalıştığınız il/ilçede son 10 yıldaki kentleşme profilini nasıl tanımlarsınız?

69 responses



İklim değışikliğı ile mücadelede en önemli sektör sizce hangisidir?
69 responses

