

T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI

TÜRKİYE'DE KARASALLIĞIN/DENİZELLİĞİN DURUMU
VE GELECEĞE YÖNELİK PROJEKSİYONLAR

Şeyma ULUKUŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR-2024

©2024- Şeyma ULUKUŞ

T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI

**TÜRKİYE’DE KARASALLIĞIN/DENİZELLİĞİN DURUMU
VE GELECEĞE YÖNELİK PROJEKSİYONLAR**

**THE CURRENT STATE AND FUTURE OF
CONTINENTALITY/OCEANITY AT TÜRKİYE**

Hazırlayan
Şeyma ULUKUŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Murat POYRAZ

KIRŞEHİR-2024

KABUL VE ONAY

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi, Şeyma Ulukuş tarafından hazırlanan “*Türkiye’de Karasallığın/Denizelliğin durumu ve Geleceğe Yönelik Projeksiyonlar*” adlı tez çalışması tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından oybirliği/oyçokluğu ile **YÜKSEK LİSANS** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Dr. Öğr. Üyesi Murat POYRAZ (İmza)

Üye..... (İmza)

Unvanı Adı-Soyadı

Üye.....(İmza)

Unvanı Adı-Soyadı

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../20..

(İmza)

Prof. Dr. Cemalettin İPEK

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- ☐ Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim sadece Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- ☐ Tezimin yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

.../.../2024

Şeyma Ulukuş

İmza

ÖZET

TÜRKİYE’DE KARASALLIĞIN/DENİZELLİĞİN DURUMU VE GELECEĞE YÖNELİK PROJEKSİYONLAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan: Şeyma ULUKUŞ

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Murat POYRAZ

2024 – VII+90

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü

Coğrafya Ana Bilim Dalı

Jüri

Prof. Dr. Abdullah SOYKAN

Prof. Dr. Muhibullah Kirami ÖLGEN

Bu çalışma, Türkiye'nin karasallık ve denizellik özelliklerini analiz ederek, iklim değişikliği senaryoları altında gelecekteki değişimlerin potansiyel etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada Conrad, Johansson, Kerner ve Sezer gibi başlıca indeksler kullanılarak Türkiye'nin mevcut (1981-2010) ve gelecekteki (2011-2100) karasallık/denizellik örüntüleri değerlendirilmiştir. Conrad karasallık indeksi literatürde en çok kullanılan indekslerden biridir. Johansson indeksi ile benzerlik göstermekle birlikte Johansson indeksi sıcaklık parametrelerini daha kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Kerner okyanusallık indeksi diğer seçilen indekslerden farklı olarak karasallığı değil, denizelliği ölçmektedir. Çalışma sonuçlarına karasallık derecelerinin yanında denizelliğin ölçüldüğü bir formülün de seçilmesi ile sonuçlarda ne gibi farklılıkların ortaya çıkacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Sezer formülü ise Türkiye'ye özel geliştirilmiş bir formüldür, diğer formüllere kıyasla daha çok parametre içermektedir ve ülkemiz için daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

Çalışmanın bulguları, Türkiye'nin büyük bir kısmının karasal iklim özelliklerine sahip olduğunu, kıyı kesimlerinde ise denizel etkilerin görüldüğünü ortaya koymaktadır. Kerner okyanusallık indeksine göre, 1981-2010 döneminde Türkiye'nin %68,3'ü karasal, %29,4'ü kıta altı ve %2,2'si okyanusal olarak sınıflandırılmıştır. Bu, Türkiye'nin kıta içi bölgelerinde belirgin karasal iklim özelliklerinin baskın olduğunu göstermektedir. Denizel alanların sınırlı olması, Türkiye'nin iç kesimlerinde deniz etkisinin azaldığını ve sıcaklık dalgalanmalarının daha geniş olduğunu yansıtmaktadır. Conrad indeksine göre 1981-2010 döneminde ekstrem karasal alanlar Türkiye'nin %0,3'ünü kaplarken 2071-2100 döneminde kötü senaryoya göre %22,9'a çıkmıştır. Johansson indeksine göre ise 1981-2010 ve 2011-2040 dönemi kötü senaryo sonuçlarından ekstrem karasal alanlar aynıdır (%66,8) ancak 2071-2100 dönemi kötü senaryoda ekstrem karasal alanlar %87,2 olmuştur.

Gelecek projeksiyonları, özellikle SSP5-8.5 (kötü senaryo) senaryosu altında, karasal alanların genişleyeceğini ve denizel alanların daralacağını göstermektedir. Bu durum, iklim değişikliğinin etkisiyle denizlerin sıcaklık ve nem üzerindeki dengeleyici etkisinin azalması ve karasal iklim özelliklerinin daha belirgin hale gelmesiyle açıklanabilir. Örneğin, Sezer formülüne göre 1981-2010 döneminde Türkiye'nin %0,8'i okyanusal-denizel, %4,6'sı okyanusal-denizel/karasal geçiş, %79,6'sı karasal ve %14,8'i şiddetli soğuk karasal iklim olarak sınıflandırılmıştır.

Çalışmanın bulguları, gelecekteki karasallık ve denizellik değişimlerinin Türkiye'nin ekosistemleri, su kaynakları, tarımsal verimlilik ve doğal afetlere hazırlık açısından önemli etkiler yaratabileceğini göstermektedir. İç kesimlerde artan karasal iklim özellikleri, bu bölgelerde tarımsal verimlilik ve su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Örneğin, SSP1-2.6 senaryosuna göre, 2011-2040 dönemi için Türkiye'nin %0,7'si okyanusal-denizel iklim, %4'ü okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi, %78,7'si karasal iklim ve %16,4'ü şiddetli soğuk karasal iklim olarak sınıflandırılmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma, Türkiye'nin karasallık ve denizellik özelliklerinin gelecekte önemli değişiklikler göstereceğini ve bu değişimlerin iklim değişikliğine karşı alınacak önlemler ve stratejiler açısından değerli bilgiler sağladığını ortaya koymaktadır. Çalışmanın bulguları, su kaynakları yönetimi, tarımsal planlama ve doğal afetlere hazırlık gibi alanlarda politika yapımcılar için önemli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karasallık, Denizellik, İklim Değişikliği, Türkiye



ABSTRACT

THE CURRENT STATE AND FUTURE OF CONTINENTALITY/OCEANITY AT TÜRKİYE

M.Sc.Thesis

Preparer: Şeyma ULUKUŞ of thesis' preparer

Advisor: Asst. Prof. Dr. Murat POYRAZ

2024 – VII+90

Kırşehir Ahi Evran University, Graduate School Of Social Sciences

Geography Department

Jury

Prof. Dr. Abdullah SOYKAN

Prof. Dr. Muhibullah Kirami ÖLGEN

This study aims to examine the potential impacts of future changes under climate change scenarios by analyzing Turkey's continentality and maritime characteristics. In the study, the current (1981-2010) and future (2011-2100) continental/maritime patterns of Turkey are evaluated using major indices such as Conrad, Johansson, Kerner and Sezer. Conrad continentality index is one of the most widely used indices in the literature. Although it is similar to the Johansson index, the Johansson index deals with temperature parameters in a more comprehensive manner. Unlike the other selected indices, the Kerner oceanicity index measures oceanicity, not continentality. It was tried to determine what kind of differences would arise in the results of the study by choosing a formula that measures oceanicity in addition to the degrees of continentality. The Sezer formula is a formula developed specifically for Turkey, contains more parameters compared to other formulas, and is thought to give more accurate results for our country.

The findings of the study reveal that most of Turkey has a continental climate, while coastal areas are characterized by maritime influences. According to the Kerner oceanicity index, 68.3% of Turkey was classified as continental, 29.4% as subcontinental and 2.2% as oceanic in the 1981-2010 period. This indicates that the continental regions of Turkey are dominated by distinct continental climate characteristics. The limited maritime areas reflect the reduced maritime influence and wider temperature fluctuations in the interior of Turkey. According to the Conrad index, extreme continental areas covered 0.3% of Turkey in the 1981-2010 period, increasing to 22.9% in the 2071-2100 period according to the worst-case scenario. According to the Johansson index, extreme land areas are the same (66.8%) in the 1981-2010 and 2011-2040 period under the worst case scenario, but extreme land areas are 87.2% in the 2071-2100 period under the worst case scenario.

Future projections, especially under the SSP5-8.5 (worst case) scenario, show that terrestrial areas will expand and marine areas will shrink. This can be explained by the fact that the stabilizing effect of the season temperature and humidity decreases with the impact of climate change and continental climate characteristics become more pronounced. For example, according to Sezer's formula, 0.8% of Turkey was classified as oceanic-maritime, 4.6% as oceanic-maritime/terrestrial transition, 79.6% as continental, and 14.8% as severe cold continental climate in the period 1981-2010.

The findings of the study indicate that future changes in continentality and oceanicity could have significant impacts on Turkey's ecosystems, water resources, agricultural productivity and natural disaster preparedness. Increasing continental climate characteristics in inland areas may have negative impacts on agricultural productivity and water resources in these regions. For example, according to the SSP1-2.6 scenario, 0.7% of Turkey is classified as oceanic-maritime climate, 4% as oceanic-maritime/continental transition climate, 78.7% as continental climate and 16.4% as severe cold continental climate for the period 2011-2040.

In conclusion, this study reveals that Turkey's continental and oceanic characteristics will show significant changes in the future and that these changes provide valuable information in terms of measures and strategies to be taken against climate change. The findings of the study provide important information for policy makers in areas such as water resources management, agricultural planning and natural disaster preparedness.

Keywords: Continentality, Oceanicity, Climate Change, Türkiye



ÖN SÖZ

Araştırma Türkiye’de gelecek yıllarda karasallık ve denizelliğin durumunun nasıl değişeceğine odaklanmaktadır. Karasallık, iklim başta olmak üzere iklime bağlı doğal (su döngüsü, kuraklık) ve beşeri faaliyetleri (tarım, hayvancılık) etkilediği için önemli bir kavramdır. Çalışmada, Türkiye’nin referans dönem olarak kabul edilen 1980-2010 yılları ve gelecekteki durumu kabul edilen 2010-2040, 2041-2070, 2071-2100 yılları için karasallık ve denizelliği çeşitli indeksler kullanılarak hesaplanmıştır. Araştırmanın amacı Türkiye’deki karasallık ve denizelliğin yıllar içerisinde nasıl bir değişime uğrayacağını belirlemeye çalışmaktır. Geleceğe yönelik senaryolar iklim değişikliği ve buna bağlı olarak ortaya çıkabilecek sorunlar için önem arz etmektedir. Bu sorunların yönetimi ve çözümleri için bu çalışmanın bilim camiasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalında hazırlamış olduğum yüksek lisans tez çalışmasının tüm sürecinde verdiği tavsiye, eleştiri ve yardımları ile tezin gelişmesinde büyük emeği ve katkısı olan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Murat POYRAZ’a teşekkürlerimi sunarım.

Başta tez konusunun belirlenmesinde ve ihtiyaç duyduğumda kıymetli zamanını benimle paylaşan ve çalışma sürecim boyunca yanımda olan Doç. Dr. Doğukan Doğu YAVAŞLI’ya bilgi ve tecrübelerini esirgemediği için içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca bana katkısı olan bütün hocalarıma, çalışmamda kaynaklarından faydalandığım bilim insanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Kırşehir-2024

Şeyma ULUKUŞ

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	i
BİLDİRİM.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
ÖN SÖZ	vii
İÇİNDEKİLER.....	1
TABLolar/ÇİZELGELER LİSTESİ.....	4
ŞEKİLLER LİSTESİ	5
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	6
BÖLÜM I	7
1.GİRİŞ.....	7
1.1. ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ	8
1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	9
1.3. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI	9
1.4. VARSAYIMLAR.....	10
1.5. TANIMLAR.....	11
1.6. ARAŞTIRMA SORULARI	11
1.7. ARAŞTIRMA SAHASININ KONUMU.....	12
BÖLÜM II.....	15
2. KAVRAMSAL/KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ LİTERATÜR	15
2.1. KONU İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	15

2.1.1. Konuyla İlgili Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar	16
2.2.2. Konuyla İlgili Yurtdışında Yapılan Çalışmalar	17
BÖLÜM III	19
3. YÖNTEM	19
3.1. ARAŞTIRMANIN DESENİ/MODELİ	19
3.2. ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ	24
3.3. VERİ TOPLAMA ARACI.....	24
3.4. VERİLERİN ANALİZİ	24
BÖLÜM IV.....	31
4. BULGULAR	31
4.1. CONRAD İNDEKSİ.....	31
4.2. JOHANSSON KARASALLIK İNDEKSİ.....	34
4.3. KERNER İNDEKSİ	36
4.4. SEZER FORMÜLÜ	39
BÖLÜM V	44
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	44
5.1. TARTIŞMA.....	44
5.2. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
KAYNAKÇA.....	49
EKLER	52
EK 1. Haritalar	52
EK 2. Grafikler	88

ÖZGEÇMİŞ	90
----------------	----



TABLÖLAR/ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. 1980-2024 yılları arası karasallık ile ilgili yapılan çalışmalar	15
Tablo 3.2. Conrad karasallık indeksi sınıfları	20
Tablo 3.3. Johansson karasallık indeksi sınıf aralıkları	21
Tablo 3.4. Kerner okyanusallık indeksi sınıf aralıkları.....	22
Tablo 3.5. Sezer formülü sınıf aralıkları	24



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Çalışma Alanın Lokasyon Haritası	13
Şekil 1.2. Türkiye Yükselti Haritası.....	14
Şekil 2.3. Karasallık içeren yayın sayıları.....	16
Şekil 4.4. 1981-2010 yılları arası Conrad indeksi karasallık-denizellik durumu.....	31
Şekil 4.5. Conrad indeksi sonuçlarına göre Türkiye'nin öngörülen karasallık-denizellik durumu.....	32
Şekil 4.6. Conrad karasallık indeksi 2010-2100 yılları arası okyanusal, karasal, kıtaaltı ve ekstrem karasal sınıfların alansal değişimleri.....	32
Şekil 4.7. 1981-2010 yılları arası Johansson karasallık indeksi karasallık-denizellik durumu	35
Şekil 4.8. Johansson karasallık indeksi sonuçlarına göre Türkiye'nin öngörülen karasallık-denizellik durumu	35
Şekil 4.9. Johansson karasallık indeksi 2010-2100 yılları arası denizel, karasal ve ekstrem karasal sınıfların alansal değişimleri	35
Şekil 4.10. 1981-2010 yılları arası Kerner okyanusallık indeksi karasallık-denizellik durumu	37
Şekil 4.11. Kerner okyanusallık indeksi sonuçlarına göre Türkiye'nin öngörülen karasallık-denizellik durumu	37
Şekil 4.12. Kerner okyanusallık indeksi 2010-2100 yılları arası karasal, kıtaaltı ve okyanusal sınıfların alansal değişimleri.....	38
Şekil 4.13. 1981-2010 yılları arası Sezer Formülü karasallık-denizellik durumu.....	40
Şekil 4.14. Sezer Formülü sonuçlarına göre Türkiye'nin öngörülen karasallık-denizellik durumu.....	40
Şekil 4.15. Sezer Formülü 2010-2100 yılları arası sınıfların alansal değişimleri	41

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
CRU	Climatic Research Unit
CHELSA	Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas
CHIRPS	The Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station
CMIP	Coupled Model Intercomparison Project
ESM	Earth System Model
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
GPCC	Global Precipitation Climatology Centre
MPI-ESM	Max Planck Institute Earth System Model
PRISM	Parameter-elevation Regressions on Independent Slopes Model
RCP	Representative Concentration Pathways
SRES	Special Report on Emissions Scenarios
SSP	UN Environment Program
UNEP	World Health Organisation
WHO	Global climate and weather data
WorldClim	Kosekant
Csc	Sinüs
Sin	Enlemi sembolize eder
Ø	

BÖLÜM I

1.GİRİŞ

Son yıllarda, iklim değişikliği ve çevresel sürdürülebilirlik konuları, küresel ölçekte hem akademik hem de politik alanlarda giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu değişimler, doğal sistemlerde ve insan toplumlarında çeşitli etkiler yaratmakta, bu da sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin önemini artırmaktadır. İklim değişikliğinin tarımsal üretim, su kaynakları ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri, birçok disiplini kapsayan bir araştırma alanı haline gelmiştir.

İklim teriminin ilk kullanımları antik döneme kadar uzanmaktadır. Hipokrat (M.Ö. 460–370): "Havalar, Sular, Yerler" adlı eserinde "İklim" terimini doğrudan tanımlamasa da farklı çevresel faktörlerin, hava koşullarının ve bu koşulların insan sağlığı üzerindeki etkilerini tartışmıştır. Bu çalışma, iklimin insan toplulukları üzerindeki etkisini anlamada erken bir temel oluşturmuştur (Jouanna ve Magdelaine, 2018). İklim kavramını sistematik bir şekilde ilk kez tanımlayan kişi Aristoteles (M.Ö. 384–322) olarak kabul edilmektedir. "Meteorologica" adlı eserinde iklimi sistematik olarak incelemeye yönelik ilk girişimlerden birini yapmıştır. Dünya'nın farklı bölgelerindeki iklim çeşitliliğini açıklamaya çalışmış ve iklimin bitkiler, hayvanlar ve insanlar üzerindeki etkilerini tartışmıştır. Çalışmasında, farklı hava koşullarını ve bunların nedenlerini inceleyerek iklimsel olaylara önemli katkılarda bulunmuştur (Lee, 1952). Modern anlamda iklim ve iklim değişikliği terimlerinin kullanımı ise 19. ve 20. yüzyılda başlamıştır.

İklim, bir bölgenin uzun yıllar boyunca gözlemlenen hava olaylarının ortalamasıdır (IPCC, 2013). Sıcaklık, yağış, rüzgâr, nem gibi hava parametrelerinin zaman içindeki dağılımı ve değişkenliği, o bölgenin iklimini karakterize eder. İklim, canlı yaşamını doğrudan etkileyen temel çevresel faktörlerden biridir. Bitki örtüsü, hayvan toplulukları ve insan yerleşimleri, bulundukları bölgenin iklim özelliklerine göre şekillenir (Erinç, 1996).

İklim, aynı zamanda Dünya'nın enerji ve su döngülerini de kontrol eden temel bir sistem olarak görülür. Güneş enerjisinin dünyanın farklı bölgelerine dağılımı, okyanus akıntıları, rüzgarlar ve yağış rejimi gibi süreçler, iklim sisteminin ayrılmaz birer parçasıdır (Türkeş, 2010). Bu nedenle iklim değişikliği, atmosfer, hidrosfer, kriyosfer ve biyosferdeki değişimlerle doğrudan ilişkilidir.

İklim sisteminin en temel özelliklerinden biri de karasallık ve denizellik kavramlarıdır. Karasallık, bir bölgenin kara kütlelerinin etkisinde olması nedeniyle sıcaklık ve yağış değişkenliğinin yüksek olduğu iklim özellikleridir. Denizellik ise, bir bölgenin

deniz/okyanus etkisi altında bulunması sebebiyle daha dengeli bir ısı ve nem rejiminin hâkim olduğu iklim şartlarıdır (Erinç, 1984; Türkeş, 1990). Okyanusallık etkisinden bahsetmek için kuşkusuz okyanus varlığı gereklidir. Çalışmada kullanılan okyanusallık kavramı küresel bir kavramdır. Türkiye gibi bölgesel ve okyanus etkisinden uzak alanlarda denizellik kavramı daha doğru olacaktır.

Karasallık/denizellik kavramları, iklim biliminde önemli bir yer tutar. Çünkü bu iki zıt iklim özelliği, dünyanın farklı bölgelerindeki ekosistemlerin farklı olmasında belirleyici rol oynar. Karasal iklim özellikleri, kıtasal iç kesimlerde görülürken, denizel iklim özellikleri sahil şeritlerinde ve adalar üzerinde hâkim olur (Türkeş, 2010).

Örneğin, Asya'nın iç kesimlerindeki step ve çöl ekosistemlerinin oluşumu, o bölgelerin kara kütlesinin etkisindeki karasal iklim özelliklerine bağlıdır. Buralarda sıcaklık farkları geniş, yağışlar düşüktür. Buna karşın, Avrupa'nın batı kıyılarındaki orman ve çayır ekosistemlerinin gelişimi, Atlantik Okyanusu'nun yumuşatıcı etkisine borçludur. Bu bölgelerde sıcaklık değişkenliği azdır, yağışlar düzenlidir (Erinç, 1996).

Karasallık ve denizellik, aynı zamanda su döngüsü üzerinde de etkilidir. Karasal iklim bölgelerinde, buharlaşma düşük, yüzeysel akış yüksektir. Buna karşın, denizel iklim bölgelerinde buharlaşma daha yüksek, yüzeysel akış daha azdır (Türkeş, 2010). Böylece, hidrolojik çevrim üzerindeki farklı etkileriyle karasallık ve denizellik, ekosistem yapısını ve işleyişini de belirler.

Karasallık ve kuraklık kavramları sık sık birbirleri ile karıştırılabilmektedir. Karasallık temelde denizden olan uzaklığı ifade eder ve iklim özellikleri üzerinde etkili olan bir faktördür. Kuraklık ise iklim üzerinde etkili olan çeşitli parametrelerin özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan olumsuz bir sonuçtur. Nitekim çalışmada bahsedilen karasallık kavramı denizden uzaklık derecesidir.

1.1. ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

İklim biliminde karasallık ve denizellik kavramları önemli bir yer tutar. Bu iki zıt iklim özelliği, dünyanın farklı bölgelerindeki ekosistemlerin farklı olmasında temel rol oynamaktadır. Ayrıca, su döngüsü ve iklim sistemleri üzerindeki etkileriyle de öne çıkarlar. Karasallık ve denizellik ölçümünde kullanılan metodolojilerin ve indekslerin geçmişteki kullanımları, bu araştırma alanının derinliğini ve genişliğini göstermektedir. Türkiye'nin iklimsel çeşitliliği, karasallık ve denizellik özelliklerinin dikkatli bir şekilde izlenmesini ve

analiz edilmesini gerektirir. İklim değişikliğinin etkileri göz önüne alındığında, bu iki zıt iklim özelliğinin gelecekte nasıl değişeceğini anlamak, iklim değişikliğine uyum stratejilerinin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. İklim modelleri ve izleme çalışmaları, Türkiye'nin farklı bölgelerinde karasallık ve denizellik özelliklerinin nasıl evrileceği konusunda önemli bilgiler sağlayabilir. Türkiye'deki karasallık ve denizellik özellikleri gelecek dönemlerde nasıl olacak? sorusuna cevap verebilir. Bu nedenlerle araştırmanın problemini Türkiye'deki karasallık ve denizellik özelliklerinin gelecek dönemlerde nasıl değişebileceği oluşturmaktadır.

1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Bu araştırmanın temel amacı, Türkiye'nin karasallık ve denizellik özelliklerini, başlıca indeksler kullanarak detaylı bir şekilde analiz etmek ve iklim değişikliğine bağlı olarak gelecekteki durumunu değerlendirmektir. Bunun için, Conrad, Johansson, Kerner ve Sezer indekslerinden yararlanılarak, Türkiye'nin karasallık/denizellik değerleri güncel iklim verileri (1981-2010 dönemi) temelinde hesaplanacaktır. Ardından, iklim modellerinden elde edilen sıcaklık ve yağış projeksiyonları doğrultusunda, gelecekteki (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) karasallık/denizellik örüntülerindeki olası değişimler analiz edilecektir.

Diğer bir yandan bu araştırma, karasallık ve denizellik ölçümüne odaklanarak, Türkiye'nin iklimsel ve coğrafi özelliklerini daha detaylı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Literatürde, Türkiye'nin karmaşık iklim dinamikleri ve bu dinamiklerin karasallık ve denizellik etkileşimleri üzerindeki etkileri konusunda hâlâ eksiklikler bulunmaktadır. Ayrıca, bu araştırma, su kaynakları yönetimi, tarımsal planlama ve doğal afetlere hazırlık gibi uygulamalı alanlarda da politika yapıcılar için değerli bilgiler sunmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamlı çalışma ile karasallık ve denizellik özelliklerinin gelecekteki değişimlerine dair derinlemesine bir anlayış sağlayarak, Türkiye'nin iklimsel ve coğrafi özelliklerine ilişkin literatürdeki boşlukları dolduracağı düşünüldüğü için önem arz etmektedir.

1.3. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

Araştırma, belirli bir zaman dilimiyle sınırlıdır. Örneğin, araştırmanın belirli bir yıl veya birkaç aylık bir dönemi kapsaması, uzun vadeli değişimlerin ve eğilimlerin analiz edilmesini engelleyebilir. Bu durum, özellikle iklim değişikliği veya çevresel etkiler gibi zamanla değişen konularda önemli olabilir.

Bu çalışmada kullanılan CHELSA (Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas) veri seti ve MPI-ESM1.2 modeli (Max Planck Institute Earth System Model), iklim projeksiyonları için önemli veriler sağlamaktadır. Ancak, bu veri ve modellerin bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Örneğin, iklim modelleri ve veri setleri, bölgesel iklim özelliklerini tam olarak yansıtmayabilir. Ayrıca, kullanılan indekslerin sınırlamaları, bazı bölgelerdeki iklim özelliklerini tam olarak yansıtamama riskini taşımaktadır. Bu durum, bulguların doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyebilir.

Çalışmanın bir diğer sınırlılığı, elde edilen bulguların doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyebilecek bazı araştırma kısıtlamalarıdır. Örneğin, bazı bölgelerdeki iklim verilerinin eksikliği veya doğruluğu konusunda belirsizlikler bulunabilir. Ayrıca, iklim projeksiyonlarının gelecekteki belirsizlikleri tam olarak yansıtamayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durum, bulguların doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyebilir.

Araştırmanın kuramsal çerçevesi ve literatürle olan ilişkisi de sınırlılıklar arasında yer alabilir. Belirli teorik yaklaşımlar veya modellerin kullanımı, alternatif yaklaşımların göz ardı edilmesine neden olabilir.

Araştırmada kullanılan metodoloji ve analiz yöntemleri de sınırlılıklar arasında değerlendirilebilir. Ayrıca, belirli bir analiz tekniğinin sınırlılıkları, bulguların yorumlanmasını etkileyebilir. Kullanılan bazı indekslerin küresel indeksler olması sebebiyle Türkiye gibi bölgesel olarak kullanılmasında ortaya çıkan sonuçlar yine bulguların yorumlanmasını etkileyebilir. Araştırmada kullanılan örneklem büyüklüğü ve örneklemin seçimi, sonuçların genelleştirilebilirliğini etkileyebilir. Araştırma için gerekli literatürün sınırlılıkları da mevcuttur. Yapılan çalışmaların azlığı bulguların yorumlanmasını etkileyebilir.

Araştırmada kullanılan teknolojik araçlar ve yazılımlar, elde edilen verilerin kalitesini ve analiz sürecini etkileyebilir. Örneğin, kullanılan yazılımların yetenekleri ve sınırlamaları, veri analizinin derinliğini etkileyebilir.

1.4. VARSAYIMLAR

Araştırmada kullanılan verilerin doğruluğu ve güvenilirliği varsayılmaktadır. Veri toplama araçlarının doğru ve tutarlı sonuçlar verdiği kabul edilmiştir. Araştırmada kullanılan örneklemin, genel iklim özelliklerini temsil ettiği varsayılmaktadır. Yine araştırmada kullanılan yöntemlerin ve analiz tekniklerinin, araştırma sorularını yanıtlamak için uygun olduğu varsayılmaktadır. Veri analizinde kullanılan istatistiksel yöntemlerin doğru ve geçerli sonuçlar verdiği varsayılmaktadır.

1.5. TANIMLAR

İklim: Yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca yaşanan ya da gözlenen tüm hava koşullarının ortalama durumudur.

İklim değişikliği: Karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik demektir (Türkeş, 2000).

İklim modelleri: İklim modelleri, atmosfer, okyanus ve kara yüzeyindeki enerji, nem ve kimyasal döngüler gibi birçok parametreyi simüle edebilen son teknoloji modellemelerdir.

Karasallık: Bölgenin bir kıtanın merkezinde olması ve günlük-yıllık sıcaklık farklarının yüksek olduğu iklim olarak tanımlanmaktadır (Oliver, 1970).

Denizellik: Yıllık sıcaklık farklarının az olduğu, bir bölgenin yağış ve nem oranını artıran iklimik bir etkidir.

Conrad karasallık indeksi: Bir bölgenin % olarak karasallık derecesini bulmaya yarayan bir formüldür.

Johansson karasallık indeksi: Karasal ve okyanusal iklimleri sınıflandırmak için kullanılan bir formüldür.

Kerner okyanusallık indeksi: Termoizodromik oran olarak adlandırılan bir yer veya okyanusallık üzerindeki denizellik etkisini ölçen bir formüldür.

Sezer indeksi: Bir bölgenin karasallık değerini bulmamızı sağlayan bir formüldür.

CHELSA veri seti: Tüm kara yüzeyleri için 30 arc second çözünürlüğe sahip sıcaklık ve yağış tahminleri içeren grid tabanlı veri setidir.

1.6. ARAŞTIRMA SORULARI

1. 1981-2010 dönemi için Türkiye'nin farklı bölgelerinde karasallık ve denizellik değerleri nasıldır?
2. 2011-2040, 2041-2070 ve 2071-2100 dönemlerinde Türkiye'nin karasallık ve denizellik örüntülerinde nasıl değişiklikler beklenmektedir?
3. Conrad, Johansson, Kerner ve Sezer indekslerinin karasallık ve denizellik ölçümündeki etkinlikleri ve hassasiyetleri nasıldır?

4. Bu indeksler arasındaki farklılıklar ve benzerlikler nelerdir ve hangi indeks Türkiye'nin iklimsel analizinde daha tutarlı sonuçlar vermektedir?

5. Türkiye'nin geleceğe yönelik su kaynakları yönetimi, tarımsal planlama ve doğal afetlere hazırlık gibi alanlarda karasallık ve denizellik verileri kullanılabilir mi?

6. Türkiye'nin karmaşık iklim dinamikleri, karasallık ve denizellik etkileşimlerini nasıl şekillendirmektedir?

7. Bu etkileşimler gelecekte nasıl evrilebilir?

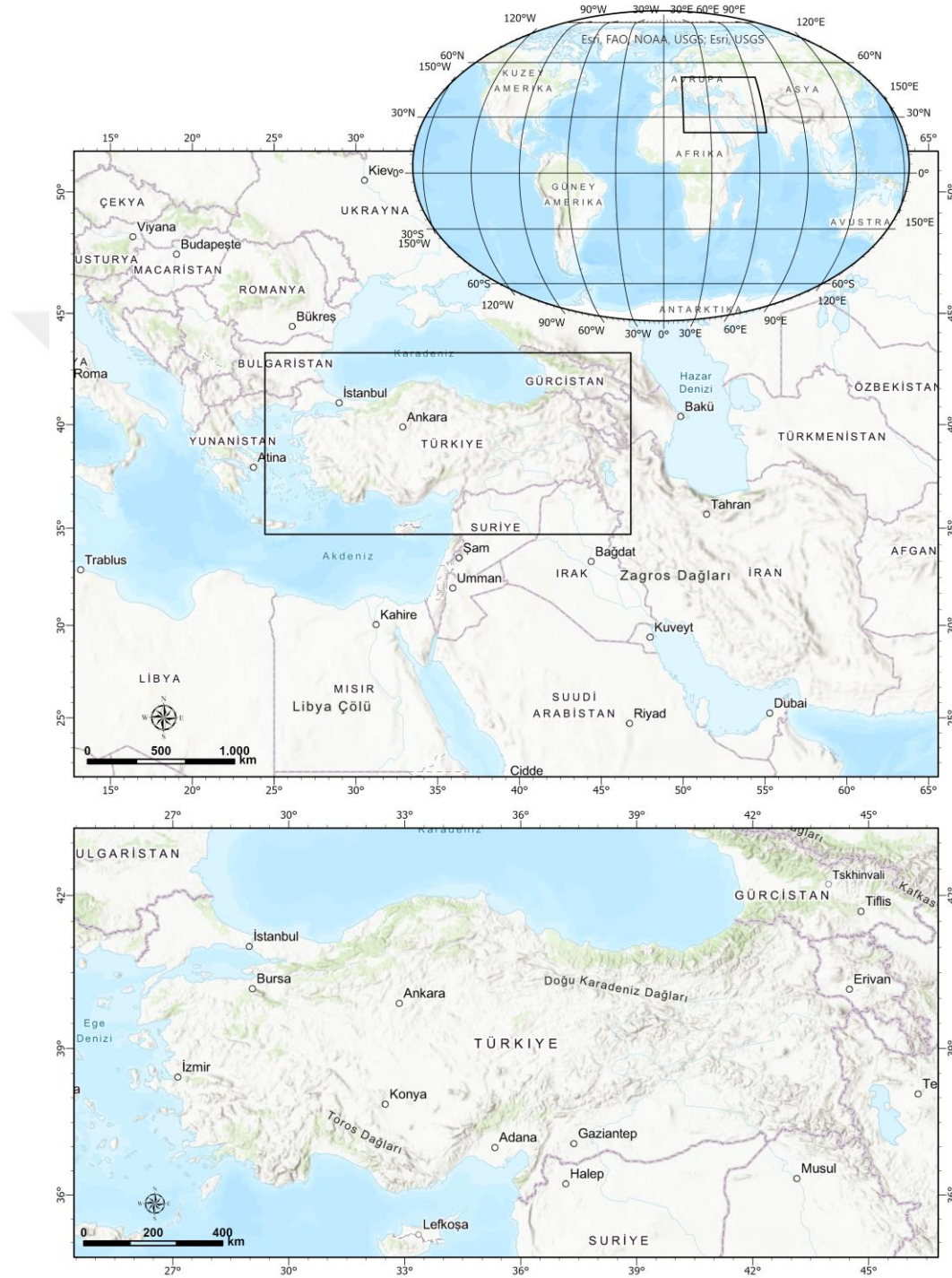
1.7. ARAŞTIRMA SAHASININ KONUMU

Çalışma sahası Türkiye olup, 36° - 42° kuzey paralelleri ve 26° - 45° doğu meridyenleri arasında bulunmaktadır. Akdeniz, Karadeniz ve Ege Denizleri ile çevrili bir yarımada ülkesidir. Kuzeybatıda Bulgaristan ve Yunanistan, kuzeydoğuda Gürcistan, doğuda Ermenistan, Azerbaycan ve güneyde İran, Irak ve Suriye sınır komşularımızdır (Şekil 1).

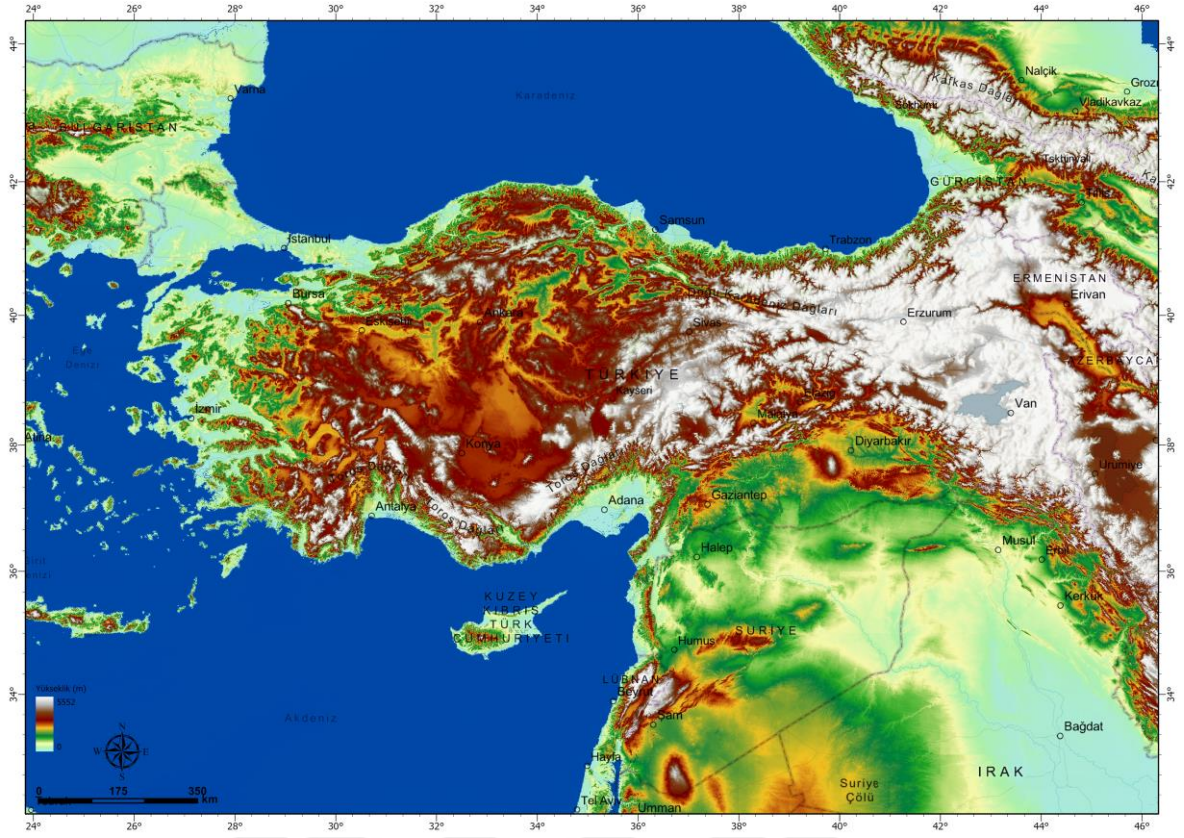
Ülkenin yüz ölçümü 780.043 km²'dir, bu yüz ölçümünün yarısından fazlası yükseltisi 1000m'yi aşan alanlardan oluşmaktadır. Türkiye'nin yeryüzü şekilleri: dağlar, platolar ile havza ve ovalar olarak üç üniteye ayrılmaktadır. Dağlık sahalar genel hatlarıyla doğu-batı yönünde uzanan: kuzeyde Kuzey Anadolu Dağları, güneyde Toros Dağları'ndan oluşmaktadır. Ülkenin yükseltisi batıdan doğuya gidildikçe artmaktadır (Şekil 2). Doğu Anadolu Bölgesi dağlık ve yüksektir, dağlık alanlar arasında yüksek ovalık alanlar bulunmaktadır (Avcı ve Avcı, 2014).

Türkiye etrafı denizlerle çevrili olması, dağların uzanışı ve çeşitli yeryüzü şekillerine sahip olması sebebiyle farklı iklim dinamiklerine sahiptir. Kuzeyde Kuzey Anadolu Dağları, güneyde ise Toroslar kıyılarındaki nemli havanın içeriye girmesini engeller bu nedenle iç kesimlerimizde karasal iklim hakimdir. İç, Doğu, Güneydoğu ve Trakya'nın iç kesimlerinde karasal iklim görülmektedir. Buralarda yaz ve kış mevsimleri arasında sıcaklık farkı fazladır ve yağışları genellikle ilkbahar ve kış mevsiminde almaktadır, yazlar kuraktır. Ege Bölgesi'nin büyük bir kısmı, İç Anadolu'nun batı kesimleri ve Akdeniz kıyıları ile Torosların güneye bakan kesimlerinde Akdeniz iklimi görülmektedir. Bu bölgeler yazları sıcak ve kurak, kış mevsiminde ise yağış almaktadır. Marmara Bölgesi'nin büyük bir kısmı ve Ege Bölgesi'nin kuzey kesiminde Marmara (geçiş) iklimi görülmektedir. Karadeniz ve

Akdeniz iklimleri arasında geçiş iklimidir. Ne Karadeniz iklimi kadar yağışlı ne de Karasal iklim kadar kışı soğuk, yazı kuraktır. Akdeniz iklimi kadar ılımandır. Karadeniz kıyıları ile dağların kuzeye bakan yamaçları ve Marmara Bölgesinin Karadeniz kıyı kesimlerinde ise Karadeniz iklimi görülmektedir. Bu bölgeler her mevsim yağışlıdır (Şensoy, Demircan, Ulupınar ve Balta., 2008).



Şekil 1: Çalışma Alanının Lokasyon Haritası



Şekil 2: Türkiye Yükselti Haritası

BÖLÜM II

2. KAVRAMSAL/KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ LİTERATÜR

Türkiye, coğrafi konumu ve karmaşık topografik yapısı nedeniyle farklı iklim bölgelerinin bir arada görüldüğü bir ülkedir. Karadeniz kıyıları, Akdeniz kıyıları, İç Anadolu ve Doğu Anadolu gibi bölgeler, birbirinden oldukça farklı iklim özelliklerine sahiptir. Bu bölgesel farklılıklar, Türkiye'nin karasallık ve denizellik özellikleri açısından da önemli çeşitlilik göstermesine neden olmaktadır (Türkeş, 1998; Türkeş vd., 2009). Bu kapsamda çalışma konusu ile ilgili kavramsal ve kuramsal çerçeve oluşturmak için konuyla ilgili literatür sonraki başlıklarda değerlendirilmiştir.

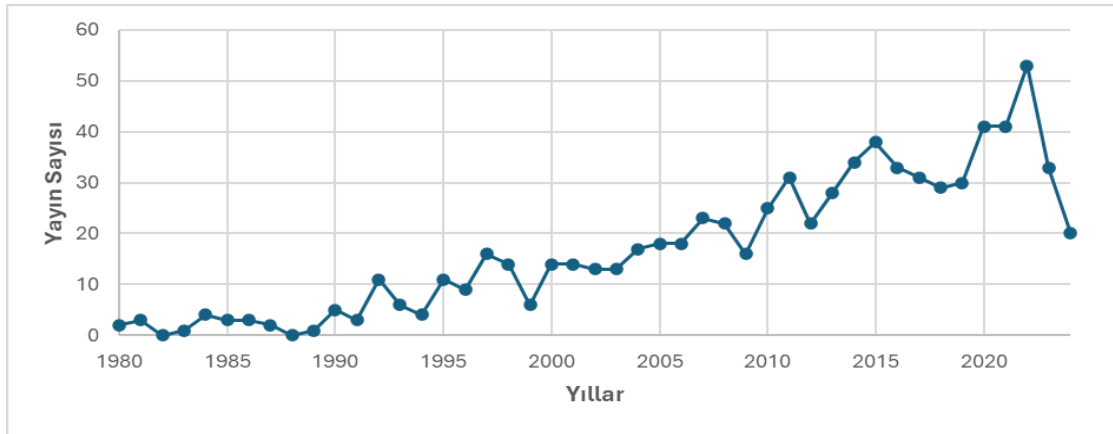
2.1. KONU İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Literatür taramasında öncelikle bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Konu ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışmaların sayısı oldukça azdır (Tablo 1) ve Türkiye'nin tamamını kapsayan geleceği ön gören bir çalışma daha önce yapılmamıştır. Özellikle ulusal ölçekte yapılan çalışmalar ülke sınırlarının küçük bölümlerini kapsayacak şekilde yapılmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalar büyük oranda azalmıştır (Şekil 3).

Tablo 1: 1980-2024 yılları arası WOS'ta dizinlenen karasallık ile ilgili yapılan çalışmalar

Yıl	Yayın Başına Ortalama Atıf	Yayın Sayısı	Yıllık Ortalama Atıf	Atıf Alma Yılı
1980	13,00	2	0,29	45
1981	15,67	3	0,36	44
1983	12,00	1	0,29	42
1984	34,25	4	0,84	41
1985	16,67	3	0,42	40
1986	21,67	3	0,56	39
1987	5,50	2	0,14	38
1989	0,00	1	0,00	36
1990	14,00	5	0,40	35
1991	39,00	3	1,15	34
1992	22,73	11	0,69	33
1993	9,67	6	0,30	32
1994	43,75	4	1,41	31
1995	41,82	11	1,39	30
1996	35,44	9	1,22	29
1997	24,06	16	0,86	28
1998	30,93	14	1,15	27
1999	76,33	6	2,94	26

2000	104,43	14	4,18	25
2001	47,14	14	1,96	24
2002	21,62	13	0,94	23
2003	50,54	13	2,30	22
2004	43,71	17	2,08	21
2005	67,67	18	3,38	20
2006	48,39	18	2,55	19
2007	38,91	23	2,16	18
2008	46,86	22	2,76	17
2009	36,94	16	2,31	16
2010	44,32	25	2,95	15
2011	44,00	31	3,14	14
2012	34,32	22	2,64	13
2013	24,00	28	2,00	12
2014	42,94	34	3,90	11
2015	22,18	38	2,22	10
2016	22,88	33	2,54	9
2017	18,94	31	2,37	8
2018	12,48	29	1,78	7
2019	10,03	30	1,67	6
2020	13,00	41	2,60	5
2021	11,49	41	2,87	4
2022	4,11	53	1,37	3
2023	2,79	33	1,40	2
2024	0,45	20	0,45	1



Şekil 3: WOS veri tabanına göre Karasallık ve Denizellik ile ilgili yayın sayıları

2.1.1. Konuyla İlgili Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Kafalı Yılmaz ve Bahadır (2012), Türkiye'nin Kuzeydoğusunu örneklem olarak karasallık ve denizelliğin vejetasyon ve mevsim sürelerinin üzerindeki etkisini incelemiştir. Karasallık derecesinin artması ile ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinin sürelerinin kısalmasında istatistiksel olarak güçlü bir anlamlılık bulunmuştur. Denizellik

etkilerinin arttığı kıyı bölgelerinde mevsim sürelerindeki değişimin daha durağan olduğu, ilkbahar ve sonbahar mevsimleri ile denizellik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Denizellik ve vejetasyon süresinin artması arasında yine güçlü ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Çalışmalar ışığında denizelliğin artması istatistiksel olarak vejetasyon süresinin uzaması anlamına gelmektedir.

Aydınöz'ü (2009), çalışmasında barındırdığı bitki varlığı açısından Trakya'nın karasallık derecesine ait sonuçlar elde etmeye çalışmıştır. Çalışmasında Iwanow formülünü kullanmıştır. Iwanow formülünde çeşitli değerler ile yıllık amplitüd, günlük ortalama amplitüd ve işba noktası (%100 bağıl nem oranı) verilerini kullanmıştır. Trakya'nın Türkiye'nin asıl karasal bölgelerine göre denizel etkilere daha çok sahip olduğu, Akdeniz ve Karadeniz'e özgü birçok bitki çeşitlerinin burada iç kesimlere sokulduğu ve karasallık derecesini hesaplamak için kullandığı formülde de bunu destekler sonuçlar bulunduğunu belirtmiştir. Iwanow'un karasallık formülünü Trakya'daki istasyonlarla, Türkiye'de karasal olarak nitelendirilen İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden ikişer istasyona uygulamıştır. Bunlar sonucunda, Trakya'nın Türkiye'nin karasal olarak nitelendirilen bölgelerine oranla daha az karasal olduğunu ortaya koymuştur.

2.2.2. Konuyla İlgili Yurtdışında Yapılan Çalışmalar

Kopec (1965), bir yerin karasallık oranını maksimum karasallık ile toplam karasallık eksikliği arasındaki sıralamaya göre karakterize edilebileceğini belirtmiştir. 1931'den 1952'ye kadar olan dönem için Birleşik Devletler Hava Bürosu'ndan ve 1921'den 1950'ye kadar olan dönem için Kanada verilerini kullanarak, Büyük Göller Yöresi çevresindeki karasallığı analiz etmiştir. Conrad indeksi bölgenin en yüksek değerlerinin (%60) Göller Yöresinin kuzeydoğusunda bulunabileceğini ortaya koymaktadır. Beklendiği gibi, Göller Yöresi kıyılardaki düşük karasallık değerleriyle çevresindeki bölge için ılıman bir etki görevini üstlenmiştir.

Bir başka çalışmada D'Ooge (1955), karasallığın bir alandaki kıtasallık özelliklerinden etkilenme miktarının ölçülebileceğini belirterek karasallığı etkileyen kıtasal özelliklerin neler olduklarından bahsetmiştir. Conrad'ın karasallık indeksi ve 1952 yılı klimatolojik verilerinden sıcaklık verilerini kullanarak Amerika Birleşik Devletleri'ni incelemiştir. Denizellik etkisinin yaklaşık 500 mil içeriye kadar %40 karasallık değeri ile New England'dan çok daha büyük olduğunu bulmuştur. En yüksek değerler Doğu Montana ve Kuzey Dakota'dadır (%60). Ancak hesaplanan değerler Conrad tarafından Sibirya/Verkhoyansk için hesaplanan ve maksimum karasallık olarak ifade edilen %100

değerinden düşüktür.

Nistor (2016), Emilia-Romagna bölgesindeki iklim indekslerinin mekânsal dağılımını incelediği çalışmada Kerner okyanusallık indeksi ve Johansson karasallık indeksini kullanmıştır. Çalışmada Kerner indeksi sonuçları bölgede bulunan Po Ovası'nın büyük bir kısmının karasal dağlık bölgelerin daha denizel özelliklere sahip olduğunu bulmuştur. Johansson karasallık indeksine göre ise Po Ovası tamamen karasal, denize yakın dağlık bölgeler karasal olarak sınıflandırılmış ve bölgede ekstrem karasal sınıfına ait bir sonuca ulaşamamıştır. Nistor (2016)'ın çalışmada kullandığı bu iki indeks (Kerner okyanusallık, Johansson karasallık indeksleri) kıyaslandığında Kerner indeksinden ziyade Johansson indeksinin tercih edilmesinin daha sağlıklı olacağını belirtmiştir. Çünkü Johansson indeksinin karasallık değerleri daha homojendir ve hem değerler hem de mekânsal dağılımı göz önüne alındığında, karasal-denizel ayrımı daha kolay yapılmaktadır.

Daha önceki çalışmalar genellikle geçmiş ve mevcut iklim verileri üzerinden yapılan analizlere odaklanmış, gelecek dönemler için detaylı karasallık ve denizellik projeksiyonlarına yer vermemiştir. Bu çalışma, Türkiye için üç farklı zaman dilimi ve üç farklı SSP senaryosu altında kapsamlı karasallık ve denizellik projeksiyonları sunarak, bu alandaki bir boşluğu dolduracaktır. CHELSA veri setinin kullanımı ve MPI-ESM1.2 modeli üzerinden yapılan detaylı analizler, Türkiye'nin iklimsel ve coğrafi özelliklerine ilişkin daha doğru ve güvenilir projeksiyonlar elde edilmesini sağlamıştır.

Bu çalışmanın metodolojisi, karasallık ve denizellik özelliklerinin gelecek dönemlerdeki değişimlerini anlamak için özel olarak tasarlanmıştır. Conrad, Johansson, Kerner ve Sezer indekslerinin kullanımı, Türkiye'nin çeşitli iklim koşulları ve topografik özellikleri göz önünde bulundurularak yapılan projeksiyonların kapsamlılığını ve çeşitliliğini artırmaktadır. Ayrıca, MPI-ESM1.2 modeli ve CHELSA veri setinin bir arada kullanılması, elde edilen bulguların bilimsel güvenilirliğini ve doğruluğunu arttıracaktır. Bu yaklaşım, gelecekteki iklim değişikliği senaryolarının Türkiye üzerindeki potansiyel etkilerini anlamada yeni bir perspektif sunacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma, Türkiye'nin karasallık ve denizellik özelliklerinin gelecekteki değişimlerini öngören kapsamlı bir analiz sunarak, iklim değişikliği ve onun bölgesel etkileri üzerine yapılan araştırmalara önemli bir katkıda bulunmaktadır. Araştırma sonuçları, karar vericilere ve planlamacılara gelecekteki olası iklim değişikliklerine karşı hazırlıklı olmaları için gerekli bilgileri sağlayarak, uyum stratejileri ve politikaların geliştirilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

BÖLÜM III

3. YÖNTEM

Karasallığın ve denizelliğin kantitatif olarak ölçümü, 1800'lü yıllardan itibaren önem kazanmıştır. Bu dönemde, farklı coğrafi ve iklimsel koşulları yansıtan çeşitli formüller geliştirilmiştir. Bu çalışmada, parametrelerin kapsamlılığı ve uygulanabilirliği nedeniyle dört ana formül seçilmiştir: Conrad İndeksi, Johansson Karasallık İndeksi, Kerner Okyanusallık İndeksi ve Sezer formülü. Bu formüllerin seçimi, karasallık ve okyanusallık özelliklerinin karmaşık doğasını daha iyi anlamak ve Türkiye'nin farklı bölgelerindeki iklim değişikliklerini detaylı olarak incelemek amacıyla yapılmıştır.

3.1. ARAŞTIRMANIN DESENİ/MODELİ

Araştırma kapsamında, durum çalışması modeli kullanılmıştır. Durum çalışması ile Türkiye'deki karasallık ve denizellik sorunları nicel araştırma yöntemleriyle araştırılmıştır. Elde edilen veriler birbirini teyit edecek şekilde çeşitli indisler kullanılmış, çalışmada elde edilen bulguların geçerliliği ve güvenilirliği arttırılmaya çalışılmıştır.

Conrad Karasallık İndeksi

Conrad indeksi, karasallık ölçümünde kullanılan önemli bir yöntemdir. Bu indeks, özellikle düşük enlemlerdeki iklim karakteristiklerini daha iyi anlamak için tasarlanmıştır. Conrad indeksi, düşük enlemlerdeki iklim koşullarını dikkate alacak şekilde tasarlanmıştır. Sinüs enlemine 10 eklenmesi, bu bölgelerdeki karasallık değerlerinin daha doğru bir şekilde hesaplanmasını sağlar. Formülün yapısı, karasallık derecesini hesaplamak için nispeten basit ve kolay uygulanabilir bir yöntem sunar. Bu, araştırmacıların hızlı ve etkili bir şekilde karasallık analizi yapmalarını sağlar. Diğer bir yandan Conrad indeksi, sadece yıllık sıcaklık amplitüdü ve coğrafi enlemi dikkate alır. Bu, diğer önemli faktörleri, örneğin yağış desenleri veya rüzgâr hızları gibi, hesaba katmadığı anlamına gelir. Bu eksiklik, indeksin bazı bölgelerdeki iklim karakteristiklerini tam olarak yansıtamamasına neden olabilir. Bu indeks, bölgesel iklim farklılıklarını ve mikro iklim koşullarını yeterince dikkate almaz. Bu durum, indeksin bazı özel iklim tiplerini tanımlamada yetersiz kalmasına yol açabilir. İndeksin formülü şöyledir:

$$K=1.7[A/\sin [\varphi+10]] -14$$

K, % olarak karasallık derecesi, 1.7, Verhoyansk'ın karasallık derecesini %100 yapan katsayı, A yıllık sıcaklık amplitüdü, 10 derece olarak enleme eklenen sabiteyi, 14

Thorshaven'ın karasallık derecesinin %0 olmasını sağlamak amacıyla sonuçtan çıkarılan sabitedir (Sezer, 1990). Conrad indeksi aslında başka bir indeksin (Gorczynski Karasallık İndeksi) sinüs enlemine 10 ekleyerek geliştirilmiş halidir. Bu durumda formül daha alçak enlemlerde kullanılır duruma gelmiştir (Kopec 1965). Söz konusu indekse ait sınıf aralıkları tablo 2'de verilmiştir. Buna göre indeks 5 ayrı sınıf aralığındadır. Conrad indeksi, sadece yıllık sıcaklık amplitüdü ve coğrafi enlemi dikkate alır. Bu, diğer önemli faktörleri, örneğin yağış desenleri veya rüzgâr hızları gibi, hesaba katmadığı anlamına gelir. Bu eksiklik, indeksin bazı bölgelerdeki iklim karakteristiklerini tam olarak yansıtamamasına neden olabilir. Bu indeks, bölgesel iklim farklılıklarını ve mikro iklim koşullarını yeterince dikkate almaz. Bu durum, indeksin bazı özel iklim tiplerini tanımlamada yetersiz kalmasına yol açabilir.

Tablo 2: Conrad karasallık indeksi sınıfları

İndeks Değeri	Sınıflar
-20 - 20	Ekstrem Okyanusal
20 - 50	Okyanusal
50 - 60	Kıta altı
60 - 80	Karasal
80 - 120	Ekstrem Karasal

Johansson Karasallık İndeksi

Johansson Karasallık İndeksi, karasallık ölçümünde kullanılan bir başka önemli metriktir. Conrad indeksine benzer bir iklim sınıflandırma sistemidir. Ancak Johansson indeksi, sıcaklık parametrelerini daha kapsamlı bir şekilde ele alır. Bu indeks, aylık sıcaklık farklarını kullanarak karasallık ölçümü yapar. Bu, özellikle mevsimsel sıcaklık dalgalanmalarının büyük olduğu bölgelerde karasallığın daha doğru bir şekilde belirlenmesini sağlar. Johansson Karasallık İndeksi, karasal ve okyanusal iklimler arasındaki farkı net bir şekilde ortaya koyar. Bu, iklim sınıflandırmasında ve iklim tipinin

belirlenmesinde önemli bir araçtır. Diğer bir yandan indeks, sadece sıcaklık farklarını dikkate alır ve yağış gibi diğer önemli iklim özelliklerini hesaba katmaz. Bu durum, bazı özel iklim koşullarını yeterince yansıtamama sorununa yol açabilir. Ayrıca söz konusu indeks özellikle belirli bir sıcaklık aralığına sahip bölgelerde daha etkilidir. Bu nedenle, tüm coğrafi bölgelerde ve iklim tiplerinde aynı derecede uygulanabilir değildir.

$$K=1.7E/\sin f-20.4$$

E, aylık ortalama sıcaklık farkı (maksimum ve minimum sıcaklığa sahip aylar arasındaki sıcaklık farkı°C) f , meteoroloji istasyonunun enlemini temsil etmektedir. Bu indeks genellikle karasal ve denizel iklimleri sınıflandırmak için kullanılmaktadır. Johansson karasallık indeksi sonuçları üç sınıfa ayrılarak değerlendirilmektedir (Nistor, 2016). Yüksek indeks değerleri, sıcaklık farklarının geniş ve yağışların düşük olduğu karasal iklimleri gösterirken, düşük indeks değerleri daha ılıman, okyanus etkisindeki iklim bölgelerini ifade eder (Tablo 3).

Tablo 3: Johansson karasallık indeksi sınıf aralıkları

İndeks Değeri	Sınıflar
> 30	Okyanusul
10 - 30	Karasal
< 10	Ekstrem Karasal

Kerner Okyanusallık İndeksi

Kerner Okyanusallık İndeksi, iklim biliminde karasallık ve okyanusallık özelliklerini değerlendirmek için kullanılan önemli bir metriktir. Kerner Okyanusallık İndeksi, mevsimsel sıcaklık dalgalanmalarının belirgin olduğu bölgelerde karasallık ve okyanusallık arasındaki ayrımı netleştirmek için kullanılır. Bu indeks küresel bir indeks olması sebebiyle okyanusallık kavramı kullanılmaktadır. Ancak ülkemizde okyanus etkisinden bahsetmek söz konusu değildir. Türkiye için denizelliği ölçmek için kullanılacaktır. Kerner Okyanusallık İndeksi, özellikle Nisan ve Ekim ayları arasındaki sıcaklık farklarını kullanarak mevsimsel

değişiklikleri yansıtır. Bu, mevsimler arası sıcaklık dalgalanmalarının büyük önem taşıdığı bölgeler için özellikle faydalıdır. Bu indeks, okyanusun iklim üzerindeki etkisini belirlemek için kullanılabilir. Okyanusun yakınlığı, sıcaklık dalgalanmalarını azaltarak okyanusallığı artırırken, karasallık bu etkinin azaldığı bölgelerde artar. Diğer bir yandan Kerner Okyanusallık İndeksi sadece Nisan ve Ekim ayları arasındaki sıcaklık farkına dayanır. Bu, yılın diğer dönemlerindeki iklimsel özelliklerin yeterince dikkate alınmadığı anlamına gelir. Ayrıca Tüm coğrafi bölgelerde ve iklim tiplerinde aynı derecede uygulanabilir olmayabilir. Özellikle, tropikal iklimler gibi Nisan ve Ekim aylarındaki sıcaklık farkının az olduğu bölgelerde indeksin doğruluğu sınırlı olabilir. Kerner indeksinin formülü şöyledir.

$$O=100[(T_o)-T_a)/A]$$

Burada O okyanusallığı, T_o Ekim ayı ortalama sıcaklık, T_a Nisan ayı ortalama sıcaklık ve A yıllık ortalama sıcaklık farkını temsil etmektedir (Snow, 2005). Kerner Okyanusallık İndeksi'ne göre karasallık dereceleri tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: Kerner okyanusallık indeksi sınıf aralıkları

Sınıf Aralığı	Sınıflar
-10≤	Ekstrem Karasal
-9 - 0	Karasal
1 - 10	Kıta altı
11 - 20	Okyanusal
21 - 50	Ekstrem Okyanusal

Sezer Formülü;

Sezer Karasallık İndeksi, yağış ve buharlaşma verilerini kullanarak iklim

sınıflandırmasını ve karasallık derecesini ölçmek için tasarlanmış bir metottur. Bu indeks, yağış değerlerinin buharlaşma değerlerine oranlanması ile elde edilen "yağış etkinlik indisi değeri" üzerine kuruludur. Bu yaklaşım, su döngüsü dinamiklerinin ve su kaynaklarının mevcudiyetinin coğrafi ve iklimsel özellikler üzerindeki etkilerini anlamaya yardımcı olur. Sezer Karasallık İndeksi, Türkiye'nin coğrafi koşullarına özel olarak geliştirilmiştir. İndeks yalnızca sıcaklık değil, aynı zamanda yağış ve yükselti gibi diğer faktörleri de dikkate alır. Sezer Karasallık İndeksi, bir bölgedeki yağış miktarının o bölgedeki potansiyel buharlaşma miktarına oranını hesaplar. Yüksek bir yağış etkinlik indeksi değeri, bölgenin daha okyanusal (nemli) bir iklim özelliği gösterdiğini; düşük bir değer ise daha karasal (kuru) bir iklim özelliği gösterdiğini belirtir. Bu oranlama yöntemi, suyun atmosfere geri dönüş oranının ve suyun yüzeydeki kullanılabilirliğinin bir göstergesi olarak kullanılır. Sezer Karasallık İndeksi, su kaynaklarının iklim üzerindeki etkisini doğrudan ele alır. Bu, suyun yüzeydeki kullanılabilirliği ve ekosistemler üzerindeki etkileri hakkında önemli bilgiler sunar. Yağış ve buharlaşma verileri çoğu meteorolojik istasyondan kolaylıkla elde edilebilir, bu da Sezer Karasallık İndeksinin geniş bir coğrafi alanda uygulanabilir olmasını sağlar. Diğer bir yandan buharlaşma, birçok farklı faktöre bağlı olduğu için karmaşık bir süreçtir. Buharlaşma oranları, sıcaklık, rüzgâr hızı, hava nemliliği ve güneş ışınımı gibi faktörlerden etkilenir. Bu, indeksin hesaplanmasında belirsizliklere yol açabilir. Ayrıca diğer önemli iklimsel faktörleri, örneğin rüzgâr desenleri veya yükselti gibi, dikkate almaz. Bu, bölgesel iklim farklılıklarının yeterince yansıtılmadığı anlamına gelebilir. Sezer Karasallık İndeksinin formülü şöyledir:

$$C=(1614 \times A) / \csc(\phi + h/125 + L/111)$$

Bu formülde, C % olarak karasallık değeri. 1614, Oymyakon'un (Rusya) karasallık değerini %100 yapan sabit sayı. A, yıllık sıcaklık amplitüdü (°C). Csc, kosekant (sinüsün tersi). h, metre olarak denizden yükseklik. 125, metre olarak verilen yükseltinin derece olarak coğrafi enleme dönüştürülmesini sağlayan sabit sayı. L, en yakın, fakat jeomorfolojik açıdan en uygun denize uzaklık (km). 111, km olarak verilen denize uzaklığın, derece olarak coğrafi enleme dönüştürülmesini sağlayan sabit sayıdır. 111 sabit sayısının elde edilmesi; denizden 111 km kadar uzaklaşmanın 1°'lik enlem artışına eşit olduğu kabul edilir. 125 sabit sayısının elde edilmesi; 100m yükselti artışı ile sıcaklık 0.5°C azalmaktadır. Bu değerler ile iki paralel arasındaki ortalama sıcaklık farkından hareketle orantı kurularak aranılan yükseltiyi bulmak mümkündür. 1 °C'lik enlem artışı ile 0.625 °C sıcaklık azalması meydana

geldiği hesaplanmıştır. Bu nedenle 125m'lik yükselti artışı ile 1 °'lik enlem artışının termik yönden eşdeğer etkide bulunduğu kabul edilebilir (Sezer, 1990). Sezer Karasallık İndeksi'ne göre karasallık derecelerinin sınıflandırılması tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Sezer formülü sınıf aralıkları

Sınıf Aralığı	Sınıflar
00.00 - 10.75	Ekstrem Okyanusal İklim
10.75 - 21.50	Okyanusal-Denizel İklim
21.50 - 26.88	Okyanusal-Denizel/Karasal Geçiş İklimi
26.88 - 48.38	Karasal İklim
48.38 - 72.25	Şiddetli Soğuk Karasal İklim
72.25 - 00.00	Ekstrem Soğuk Karasal İklim

3.2. ARAŞTIRMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ

Çalışmanın evrenini Türkiye iklimi oluşturmaktadır, örneklemine ise Türkiye'nin ikliminin belirlenmesinde önemli bir etkiye sahip olan karasallık ve denizellik oluşturmaktadır. Örneklem sahasından elde edilen bulgular, çok değişkenli istatistiksel ve mekânsal analizler ile aktarılmaya çalışılmıştır.

3.3. VERİ TOPLAMA ARACI

Çalışmada, veri toplamaya esas teşkil eden araç piksel tabanlı veri setleridir. CHELSA veri seti geçmiş ve gelecek senaryolara yönelik yüksek çözünürlüklü veriler sunmaktadır. Bu sebeple çalışmada tercih edilmiştir.

3.4. VERİLERİN ANALİZİ

İklim modellerinin tarihsel gelişimi ve günümüzde ulaştığı teknolojik ilerleme, bilim

insanlarının dünya üzerindeki iklim değişikliklerini anlamaları ve gelecekte olası senaryoları öngörebilmeleri açısından önemli bir kilometre taşı olmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonrası yaşanan hızlı gelişimle birlikte, iklim modelleri, basit denklemlerden süper bilgisayarlar kullanılarak çalıştırılan karmaşık sistemlere evrilmiştir. Bu evrim, 1960'ların sonlarından itibaren insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının küresel iklim üzerindeki potansiyel etkilerine dair farkındalığın artmasıyla hız kazanmıştır. 1990'da yayınlanan ilk Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporu, iklim değişikliği konusundaki küresel çapta artan endişelerin ve bu alandaki bilimsel araştırmaların önemini vurgulamıştır.

İklim modelleri, atmosfer, okyanus ve kara yüzeyindeki enerji, nem ve kimyasal döngüler gibi birçok parametreyi simüle edebilen son teknoloji iklim modelleridir. Bu modeller, iklim bilimindeki en gelişmiş araçlar arasında yer almakta ve iklim değişikliğinin gelecekteki etkilerini öngörmek için kullanılmaktadır. Ancak, bu detaylı simülasyonların gerçekleştirilmesi büyük miktarda hesaplama gücü gerektirmekte ve dolayısıyla yüksek maliyetler ve uzman bir ekip ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için bilim insanları, emülatörler gibi alternatif yöntemlere başvurarak zaman ve kaynak tasarrufu sağlamaktadır.

İklim modelleri başlarda kâğıt üzerine yazılan denklemlerden oluşmaktadır. Ancak İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra özellikle ABD'de iklim modellerinde gelişim çok hızlı olmuştur. 1960'ların sonlarında insan kaynaklı sera gazı emisyonlarındaki artışın küresel iklimi değiştireceğine yönelik bulgular, bu teorileri değiştirecek modellerin geliştirilmesinde etkili olmuştur. 1990'da ilk Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporu yayınlanmıştır. 1995'te Birleştirilmiş Modeller Karşılaştırma Projesi (CMIP) başlatılmıştır (Hickman, 2018). 2007'de IPCC dördüncü raporunu (AR4) yayınlamıştır. 2013'te IPCC beşinci raporu (AR5) yayınlanmıştır. Yakın zamanda da IPCC'nin altıncı raporu (AR6) yayınlanmıştır.

İklim modellemeleri günümüzde son derece önem kazanmıştır. İklim bilimcilerin kullandıkları en son teknoloji modellerinden biri Earth System Model (ESM)'dir. Bu model atmosfer, okyanus ve kara yüzeyindeki enerji, nem ve kimyasal akış gibi birçok parametreyi daha önceki modellerden daha detaylı bir şekilde simüle etmektedir. Bu detaylı modelin çalıştırılması için önemli ölçüde zaman ve maddi olanak gereklidir. Süper bilgisayarlar, iklim bilimcileri ve mühendisler gibi nitelikli bir ekip gerekmektedir. Bu duruma alternatif olarak bilim insanları zaman kaybını azaltmak için emülatör kullanarak projeksiyon yapma seçeneğine de sahiptir. ESM'ler milyonlarca satır kod ile çalışan sistemlerdir ancak emülatör

yüzlerce/binlerce satır kodla çalışabilir. Bu iklim modelleri gelecekteki emisyon senaryolarını kullanarak sera gazı ve küresel sıcaklık değişimlerini öngörürler, eriyen buz tabakaları, yükselen deniz seviyeleri veya sıcaklık artışlarını bölgesel olarak iklim değişikliğini anlamak için kullanılmaktadır (Smith, 2021).

IPCC AR4'te Emisyon Raporları Özel Senaryoları (SRES: Special Report on Emissions Scenarios) açıklanmıştır. Bunlar kendi içlerinde alt senaryolara ayrılan temelde dört senaryodur. A1, A2, B1, B2.

A1 senaryosu ve alt senaryoları Ekonominin hızla büyüdüğü, nüfus artışının yüzyılın ortasında zirveye ulaştığı ve daha sonrasında düşüşe geçtiğini, yeni ve verimli teknolojinin kullanılmaya başlandığı varsayılan senaryodur. Burada artan kültürel ve sosyal etkileşimler ile kişi başına düşen gelirdeki farklılıkların azaltılması ana temasıdır. A1 senaryosu enerji sistemindeki teknolojik gelişime bağlı alternatif yönleri içeren üç alt senaryoya ayrılır. Bunlar: A1FI fosil kaynaktan oluşan enerji sistemi, A1T fosil olmayan enerji kaynakları, A1B tüm enerji kaynakları arasındaki dengenin kurulduğu senaryolardır (World Health Organisation (WHO) and UN Environment Program (UNEP), 2000).

A2 senaryosu ve alt senaryoları oldukça heterojen bir dünyayı tanımlamaktadır. Burada ana tema yerel kimliklerin korunmasıdır. Bölgeler arasındaki doğurganlık modelleri yavaş yavaş birbirine benzemekte böylece nüfusun sürekli artışına sebep olmaktadır. A2 senaryosunda ekonomik kalkınma öncelikle bölgesel odaklıdır, kişi başına düşen ekonomik büyüme ve teknolojik gelişim diğer durumlara kıyasla daha parçalı, farklı ve daha yavaştır (WHO and UNEP, 2000).

B1 senaryosu ve alt senaryoları, A1 senaryosundaki gibi yüzyılın ortasında zirveye ulaşan ve sonrasında düşüşe geçen nüfusu varsaymaktadır. Ancak B1 senaryosunda ekonomik yapılar hizmet ve bilgi ekonomisine doğru hızlı değişiklikler içermektedir. Buna ek olarak kaynak olarak verimli ve temiz teknolojilerin tanıtılmasını içermektedir. B1 senaryosunda ana tema iklim değişikliği ile ilgili bir girişim olmaksızın eşitlik, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe yönelik küresel çözümlerdir (WHO ve UNEP, 2000).

B2 senaryosu ve alt senaryolarında ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe yönelik yerel çözümler baskındır. Bu senaryo A2 senaryosundan daha düşük oranda sürekli artan nüfus artışına ve orta düzeyde ekonomik kalkınmaya sahiptir. B1 ve A1 senaryosuna göre daha yavaş ve daha çeşitli teknolojik değişime sahiptir. Çevrenin korunması ve sosyal eşitlik yerel ve bölgesel düzeydedir (WHO ve UNEP, 2000).

IPCC AR5'te gelecekteki farklı sera gazı emisyonları inceleyen dört Temsili

Konsantrasyon Rotaları (RCP: Representative Concentration Pathways) yayınlanmıştır bunlar RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.5'tir. IPCC AR6'da yeni bir dizi senaryo geliştirilmiştir (Hausfather, 2019).

RCP2.6 senaryosu RCP senaryoları arasında en iyimser olanıdır. Bu senaryoya göre 2050 yılına kadar CO₂ miktarı artacaktır, 2050 yılı itibariyle 442 ppm olarak en yüksek seviyesine ulaşacaktır. 2050'den sonra ise çevre odaklı önlemler sonucu 421 ppm'e düşeceğini ve yüzyılın sonuna doğru sıcaklığın ortalama 1.0 °C artış gösterecektir (min. 0.3°C, mak. 1.7°C).

RCP4.5 senaryosuna göre teknolojinin gelişmesi ve nüfus artışına bağlı olarak CO₂ oranı yüzyılın sonuna kadar devam edecektir. 2100 yılında CO₂ oranı 538 ppm'e ulaşacaktır ve sıcaklık ortalama 1.8 °C artacaktır.

RCP6.0 senaryosu RCP4.5 senaryosu gibi nüfus artışı ve endüstrileşme sebebiyle 2100 yılı itibariyle CO₂ oranı 670 ppm'e ulaşacak ve ortalama 2.2 °C sıcaklık artışı olacaktır. Son olarak; RCP8.5 senaryosu RCP senaryoları arasında en kötümser olanıdır. Bu senaryoya göre teknolojinin gelişmesi, nüfus artışı ve endüstrileşmenin daha fazla olacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda 2100 yılı itibari ile CO₂ oranı 936 ppm'e ulaşacaktır ve sıcaklık yaklaşık 3.7 °C artacaktır (Özdemir, vd., 2020).

IPCC AR6'da ise farklı sosyoekonomik varsayımlar ile yeni senaryolar geliştirilmiştir. Bunlar Sosyo-ekonomik Rotalar (SSP:Socio-Economic Patways)'dır. SSP'ler ilk olarak 2016'da IPCC'nin değerlendirme raporuna hazırlık olarak yayınlanmıştır ancak geliştirilmeleri çok daha uzun ve kapsamlı bir süreç olmuştur. Bu yüzden CMIP6'da kullanılmaya başlanmıştır.

SSP'ler diğer senaryolardan farklı olarak önümüzdeki yüzyılda sosyo-ekonomik faktörlerin nasıl değişebileceği konusuna önem vermiştir. Bu faktörler nüfus özellikleri, ekonomik büyüme, eğitim olanakları, kentleşme ve teknolojik gelişme hızı gibi unsurları içermektedir. Bunlara ek olarak, iklim politikasının olmadığı durumda dünyanın yaşayacağı beş farklı yolu ve RCP'lerin hedefleri ile SSP'lerin hedeflerinin birleştirilerek farklı hedeflerin nasıl elde edileceğini içermektedir. Ülkeler tarafından halihazırda benimsenmiş (Paris Anlaşması gibi) ve uluslararası ortak bir çabanın olmaması durumunda ortaya çıkabilecek farklı gelecekleri içermektedir (Hausfather, 2018). SSP'ler temelde beş farklı gelecek senaryosu içermektedir (SSP1, SSP2, SSP3, SSP4 ve SSP5).

SSP1 (Sürdürülebilirlik - Yeşil Yol), etkileri azaltma hedefleri ve adaptasyon için düşük derecede zorluklar içermektedir. Bu senaryoda dünya çevresel sınırlara saygı gösteren

kalkınmayı vurgulayan daha sürdürülebilir bir yola doğru yavaş yavaş girmektedir. Küresel yönetimlerin iyileşmeleri, eğitim ve sağlık yatırımları ile demografik geçişin hızlanması ve ekonomik büyüme ile insan refahına olan vurgu artmaktadır. Kalkınma hedeflerine ulaşma konusunda kararlılığın artması, bunun etkisiyle hem ulusal hem de uluslararası eşitsizliğin azalması yani eşitliğin sağlanması söz konusudur. Tüketim, düşük kaynak ve enerji yoğunluğuna yöneliktir (Hausfather, 2018).

SSP2 (Yolun Ortası), etkileri azaltma hedefleri ve adaptasyon için orta düzeyde zorluklar içerir. Dünya, sosyal, ekonomik ve teknolojik gelişmelerin tarihsel olarak olağan ilerleyişine benzer bir yol izlemektedir. Kalkınma ve gelir artışı dengesiz bir gelişim göstermektedir. Bazı ülkeler nispeten iyi ilerleme kaydederken bazı ülkeler beklenen ilerlemeyi kaydedememişlerdir. Küresel ve bölgesel kurumlar kalkınma hedeflerine ulaşmak için çalışmakta ancak bekledikleri ilerleme oldukça yavaş sağlanmaktadır. Bu senaryoda bazı gelişmelerin sağlanmasına, kaynak ve enerji tüketim yoğunluğunun azalmasına rağmen çevresel sistemlerde bozulmalar yaşanmaktadır. Küresel nüfus artışı ılımlı bir seviyede devam etmekte, yüzyılın ikinci yarısında azalmaya başlamaktadır. Gelir eşitsizliği devam etmekle veya yavaş yavaş iyileşmektedir. Toplumsal ve çevresel değişikliklere karşı hedeflenen azaltmalara yönelik zorluklar devam etmektedir (Hausfather, 2018).

SSP3 (Bölgesel Rekabet - Taşlı Bir Yol), etkileri azaltma hedefleri ve adaptasyon için yüksek düzeyde zorluklar içerir. Bu senaryoya göre milliyetçilik yeniden canlanmış, bölgesel çatışmaların çıkacağına dair korkular, rekabetçilik ve güvenlikle ilgili kaygılar artmıştır. Bu faktörler ülkeleri yerel meselelerine odaklanma gerekliliği ortaya çıkarmıştır. Politikaları zamanla ulusal ve bölgesel güvenlik konularına yönelmiştir. Ülkeler daha büyük kalkınma istekleri pahasına kendi bölgelerinde enerji ve gıda güvenliği hedeflerine odaklanmışlardır. Eğitim ve teknolojik gelişmelere yapılan yatırımlar azalmış ve bu durum ve ekonomik kalkınma da yavaşlatacaktır. Hammadde tüketimi fazla, eşitsizlikler devam etmekte bilakis zaman içerisinde daha da kötüleşmektedir. Sanayileşmiş ülkelerde nüfus artışı düşük ancak gelişmekte olan ülkelere yüksektir. Bu senaryoda uluslararası olarak çevresel değişikliklere olan kaygı ve hedeflere olan öncelikler azalmaktadır. Bunun sonucunda ise bazı bölgelerde çevresel bozulmalar meydana gelecektir (Hausfather, 2018).

SSP4 (Eşitsizlik - Bölünmüş Bir Yol), azaltma hedefleri için düşük zorluk seviyeleri ve adaptasyon için yüksek zorluklar içermektedir. Bu senaryoda insan sermayesindeki eşitsizlikler, ekonomik fırsat ve siyasi güçteki eşitsizliklerle birleştiğinde hem ülke içerisinde hem de ülkeler arasında tabakalaşmaya yol açmaktadır. Zamanla küresel

ekonominin bilgi ve teknolojiye fazla sermaye harcayan toplum ile düşük teknolojik gelişmeye sahip yoğun emek, düşük gelirle çalışan düşük eğitilmiş toplumlar arasındaki eşitsizlikler uçurum olacaktır. Toplum içerisinde sosyal uyum azalır, çatışma ve huzursuzluk artar. Yüksek teknoloji ekonomisi ve sektörlerde teknoloji gelişimi yüksektir. Hem kömür ve petrol gibi yüksek karbon içerikli enerji kaynaklarına hem de düşük karbonlu enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar artmaktadır. Orta ve yüksek gelirli bölgelerde çevre politikaları yerel sorunlarla ilgilenmektedir (Hausfather, 2018).

SSP5 (Fosil Yakıtlı Kalkınma - Otoyola Çıkmak), azaltma hedefleri için yüksek zorluk seviyeleri ve adaptasyon için düşük zorluk seviyeleri içermektedir. Bu senaryoda sürdürülebilir kalkınmaya giden yol olarak teknolojinin hızla gelişmesi ve insan sermayesinin geliştirilmesi için rekabetçi piyasalara, inovasyona ve katılımcı toplumlara zamanla daha çok güvenmektedir. Beşerî ve sosyal sermayeyi geliştirmek için sağlık, eğitim ve kurumlara da güçlü yatırımlar yapılmaktadır. Bunun yanı sıra ekonomik ve sosyal kalkınmaya yönelik itici güç, fosil yakıt kaynaklarının sömürülmesi ve dünya çapında yoğun enerji ve kaynak gereken yaşam tarzının benimsenmesi sonucu tüm bu faktörler, bir yandan küresel ekonominin hızla büyümesine sebep olurken bir yandan 21. yüzyılda zirveye ulaşmakta ve azalmaktadır. Bunlara ek olarak, hava kirliliği gibi yerel çevre sorunları başarıyla yönetilmektedir. Jeo-mühendislik de dahil olmak üzere sosyal ve ekolojik sistemlerin etkin bir şekilde yönetilebileceği öngörülmektedir (Hausfather, 2018).

Bu senaryolar zaman geçtikçe birbirleri ile geliştirilerek ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan çalışmada kullanılacak olan senaryolar daha güncel olması için SSP'ler tercih edilmiştir. SSP'ler arasında ise iyimser, ara düzey ve kötümser olarak düşünülerek üç farklı senaryo tercih edilmiştir. Bunlar SSP1-2.6 (iyimser düzeyde), SSP3-7.0 (ara düzey) ve SSP5-8.5 (kötümser)'dir. Bu çalışmada kullanılan SSP1-2.6, SSP3-7.0 ve SSP5-8.5 senaryoları, sürdürülebilir kalkınmadan fosil yakıt kaynaklı büyümeye kadar farklı sosyo-ekonomik gelişim yollarını temsil eder.

Günümüzde grid veri setleri, iklim verilerini kullanarak birçok ekolojik çalışma için kullanılmaktadır (Karger vd., 2017). Grid veri setleri yüksek çözünürlüklü veriler sağlamaktadır. Bu veri setlerinden bazıları şöyledir: CHELSA, WorldClim, CRU, GPCC, CHIRPS ve PRISM (Karger vd., 2020).

CHELSA (Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas) veri seti tüm kara yüzeyleri için iklim verileri sağlamaktadır ve bu sebeple en yaygın kullanılan grid veri setlerinden biridir. CHELSA, 30 arc second çözünürlüğe sahip sıcaklık ve yağış

tahminlerine sahip veriler içermektedir. Sıcaklık algoritması, atmosferik sıcaklık değerlerinin istatistiksel olarak ölçeklerinin küçültülmesine dayanmaktadır. Yağış algoritması, rüzgâr alanları, vadi açıklığı ve sınır tabaka yüksekliğini içeren üç orografik tahminlerin birleştirilmesi ve düzeltmeler ile çalışmaktadır (Karger, 2017). Bu çalışmada, CHELSA V2.1 veri setinin değişkenleri kullanılmıştır. Referans olarak 1981-2010 dönemi dahil 2011-2040, 2041-2070 ve 2071-2100 dönemleri için veri ve gelecek senaryoları kullanılmıştır. CHELSA veri setinin kullanımı, yüksek çözünürlüklü iklim verileri sağlayarak, Conrad, Johansson, Kerner ve Sezer indeksleri üzerinden Türkiye'nin gelecek dönemlerdeki karasallık ve denizellik özelliklerinin nasıl değişebileceğini detaylı bir şekilde incelememizi mümkün kılar.



BÖLÜM IV

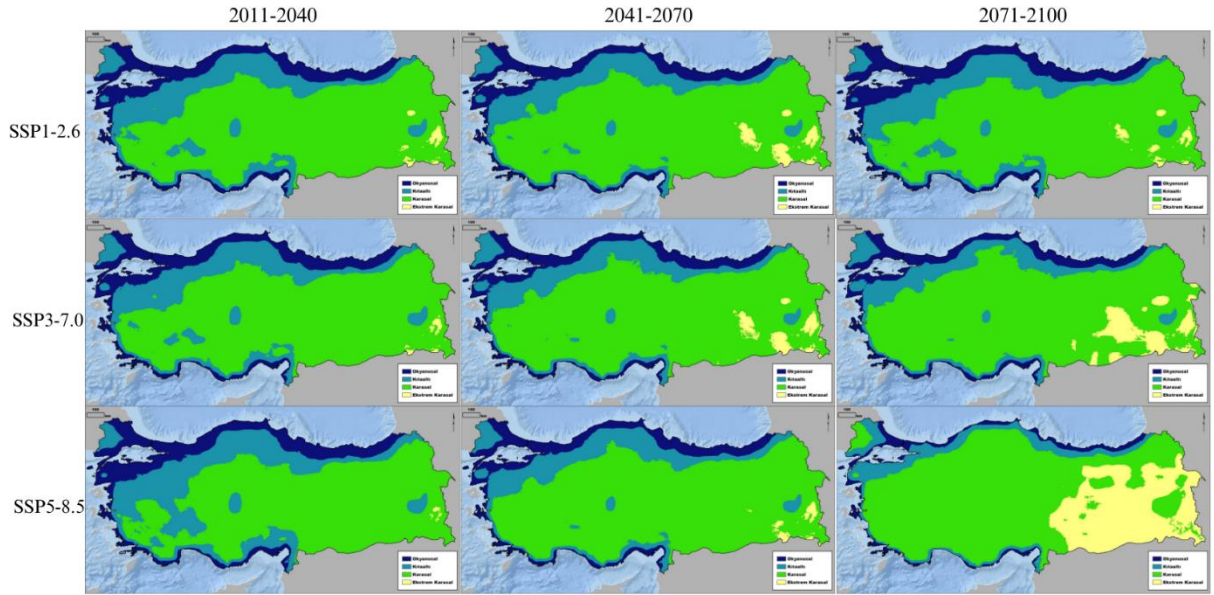
4. BULGULAR

4.1. CONRAD İNDEKSİ

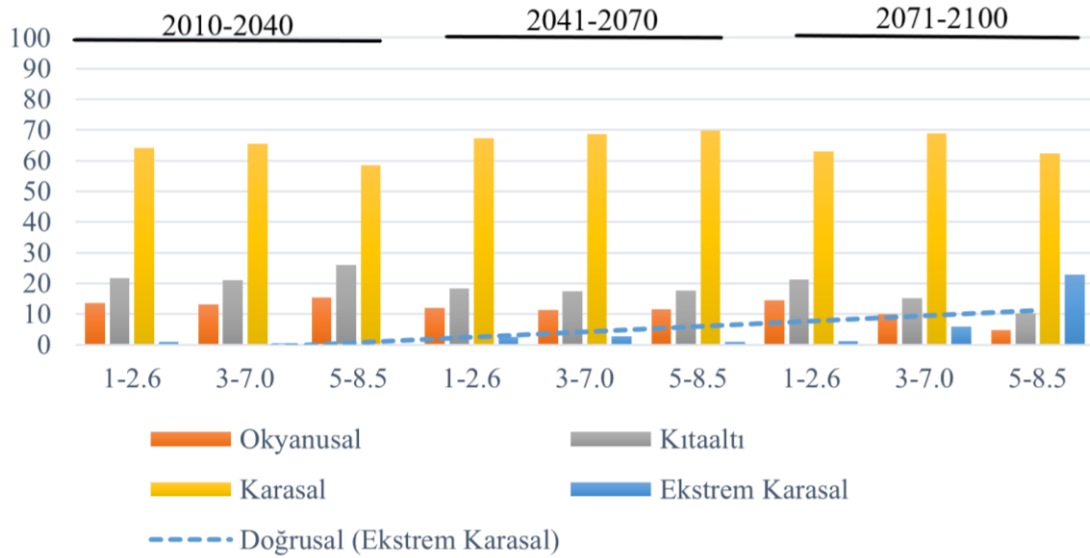
Conrad indeksine göre, 1981 ve 2010 yılları arasında Türkiye'nin %56,1'i karasal, %27,7'si kıta altı, %15,7'si okyanusal, ve %0,3'ü ekstrem karasal sınıfları içerisinde yer almaktadır. Bu yıllar arasında bütün deniz kıyılarımızda okyanusal sınıfa dahildir. Okyanusal alanlar sadece kıyı şeridinde değil içeri kısımlara doğru oldukça geniş alan kaplamaktadır. Deniz kıyılarından iç kesimlere gidildikçe kıta altı alanlar artmaktadır. İç Batı Anadolu'da kıta altı alanlar yoğunluktadır. Doğu Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesi'nin büyük bir kısmı karasal alan içerisine girmektedir (Şekil 4).



Şekil 4: 1981-2010 yılları arası Conrad indeksi karasallık-denizellik durumu



Şekil 5: Conrad indeksi sonuçlarına göre Türkiye'nin öngörülen karasallık-denizellik durumu



Şekil 6: Conrad karasallık indeksi 2010-2100 yılları arası okyanusal, karasal, kıta altı ve ekstrem karasal sınıfların alansal değişimleri

2011-2040 yılları arası, SSP1-2.6 senaryosu için Türkiye'nin %64,3'ü karasal, %21,6'sı kıta altı, %13,4'ü okyanusal ve %0,8'i ekstrem karasal sınıf içerisinde yer almaktadır. Bu dönemde ve senaryoda karasal alanların Akdeniz Bölgesi ve Ege Bölgesi iç kesimlerinde alanını genişlettiği görülmektedir. Van'ın iç ve doğu kesimlerinde ise ekstrem karasal alan bulunmaktadır.

2011-2040 yılları arası, SSP3-7.0 senaryosu için Türkiye'nin %65,4'ü karasal, %21,6'sı kıta altı, %13,4'ü okyanusal ve %0,4'ü ekstrem karasal sınıfları içerisinde yer almaktadır. Bu dönemde ve senaryoda Çanakkale'nin iç kesimlerinde karasal alanlar artış

göstermiştir. Tuz Gölünde bulunan okyanusal alan kaybolmuştur. Tuz Gölü ve Van Gölü kıta altı alan içerisinde yer almaktadır (Şekil 5).

2011-2040 yılları arası, SSP5-8.5 senaryosu için Türkiye'nin %58,4'ü karasal, %25,9'u kıta altı, %15,4'ü okyanusal ve %0,1'ü ekstrem karasal sınıfları içerisinde yer almaktadır. Göller Yöresi bölgesi, Tuz Gölü ve Van Gölü'nün bulunduğu alanlar kıta altı alan haline gelmiştir (Şekil 5).

2041-2070 yılları arası, SSP1-2.6 senaryosu için Türkiye'nin %67,2'si karasal, %18,3'u kıta altı, %12'si okyanusal ve %2,4'ü ekstrem karasal sınıfları içerisinde yer almaktadır. Ege Bölgesi'nin kuzey kesimleri dışında kalan alanlar karasal alan olmuştur. Ekstrem karasal alanlar Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde artış göstermiştir (Şekil 5).

2041-2070 yılları arası, SSP3-7.0 senaryosu için Türkiye'nin %68,5'i karasal, %17,4'ü kıta altı, %11,2'si okyanusal ve %2,6'sı ekstrem karasal sınıfları içerisinde yer almaktadır. Çanakkale'nin iç kesimlerinde kıta altı alanlar artmıştır. Ülkemizin Balkan kıyıları da kıta altı alanlar içerisinde yer almaktadır. Yine bütün deniz kıyılarımız okyanusal alan içerisinde yer almaktadır (Şekil 5).

2041-2070 yılları arası, SSP5-8.5 senaryosu için Türkiye'nin %69,8'i karasal, %17,6'sı kıta altı, %11,5'i okyanusal ve %0,9'u ekstrem karasal sınıfları içerisinde yer almaktadır. Doğu Anadolu, İç Anadolu ve İç Batı Anadolu bölgelerinin tamamı karasal sınıfa dahil olmuştur. Akdeniz ve Ege Bölgeleri kıyı kesimleri okyanusal, okyanusal alanlardan iç kesimlere gidildikçe kıta altı ve bu kesimler dışındaki alanlar karasal bölgelerdir. Marmara ve Karadeniz kıyıları yine okyanusal alanlardır. Kuzeydeki denizlerimizden iç kesimlere gidildikçe güneydeki denizlerimize kıyasla kıta altı alanlar daha geniş yer kaplamaktadır (Şekil 5).

2071-2100 yılları arası, SSP1-2.6 senaryosu için Türkiye'nin %62,9'u karasal, %21,2'si kıta altı, %14,5'i okyanusal ve %1,2'si ekstrem karasal sınıfları içerisinde yer almaktadır. Marmara ve Karadeniz Bölgelerindeki durum önceki yıl ve senaryolarla benzer niteliktedir ancak Göller Yöresi bölgesi karasal alanken kıta altı alan haline gelmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Bingöl ve Muş kesimlerinde ekstrem karasal alanlar ortaya çıkmıştır (Şekil 5).

2071-2100 yılları arası, SSP3-7.0 senaryosu için Türkiye'nin %68,9'u karasal, %15,1'i kıta altı, %9,9'u okyanusal ve %5,9'u ekstrem karasal sınıfları içerisinde yer almaktadır. Bu dönemde karasal alanlar Karadeniz Bölgesine doğru alanını genişletmiştir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Iğdır ve Ağrı'da ekstrem karasal alanlar ortaya çıkmıştır. Yine Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin sınırında geniş bir ekstrem karasal alanlar meydana gelmiştir. Marmara Denizinin güney kıyılarında geniş yer kaplayan okyanusal alan yerini kıta altı alanlara bırakmıştır (Şekil 5).

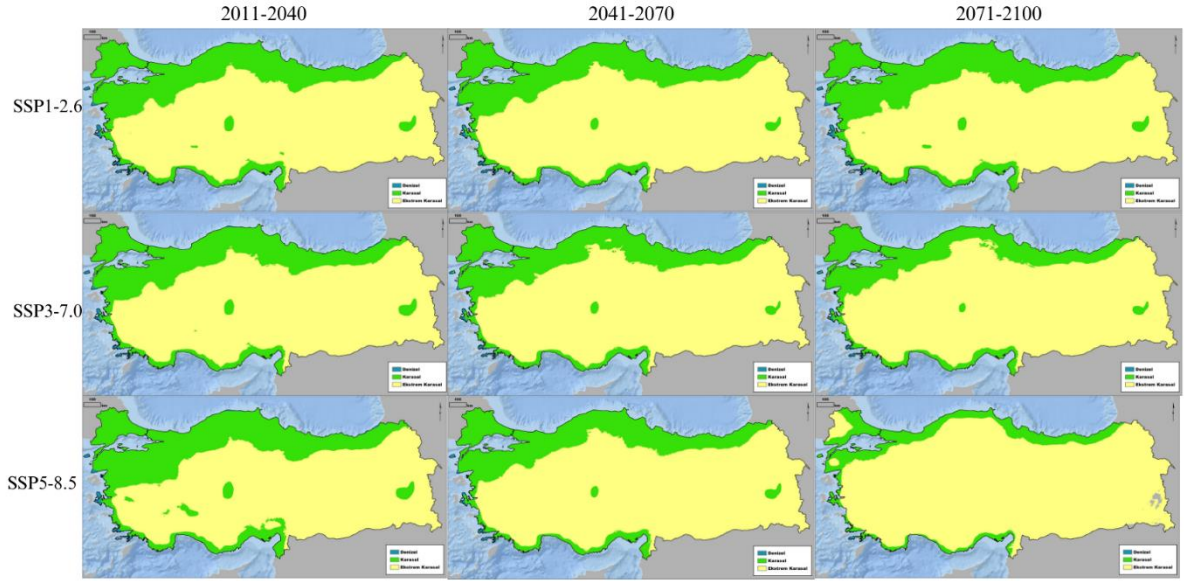
2071-2100 yılları arası, SSP5-8.5 senaryosu için Türkiye'nin %62,2'si karasal, %22,9'u ekstrem karasal, %10,1'i kıta altı ve %4,7'si okyanusal sınıfları içerisinde yer almaktadır. Güneydoğu Anadolu bölgesinin tamamı, Doğu Anadolu Bölgesi'nde ise Van Gölü ve çevresi dışındaki alanları çok geniş bir bölümü ekstrem karasal alan içerisinde bulunmaktadır. Bu döneme kadar Trakya'da karasal alan sınıfına dahil alan bulunmamışken, bu dönemde karanın iç kesimlerinde karasal sınıf alanları bulunmaktadır. Kıyı bölgelerimizdeki okyanusal alanlar ise oldukça alanını daraltmıştır (Şekil 4). 2071-2100 yılları arası ekstrem karasal alanlar sırasıyla %1,2, %5,9 ve %22,9'a kadar doğrusal olarak artış göstermiştir (Şekil 6).

4.2. JOHANSSON KARASALLIK İNDEKSİ

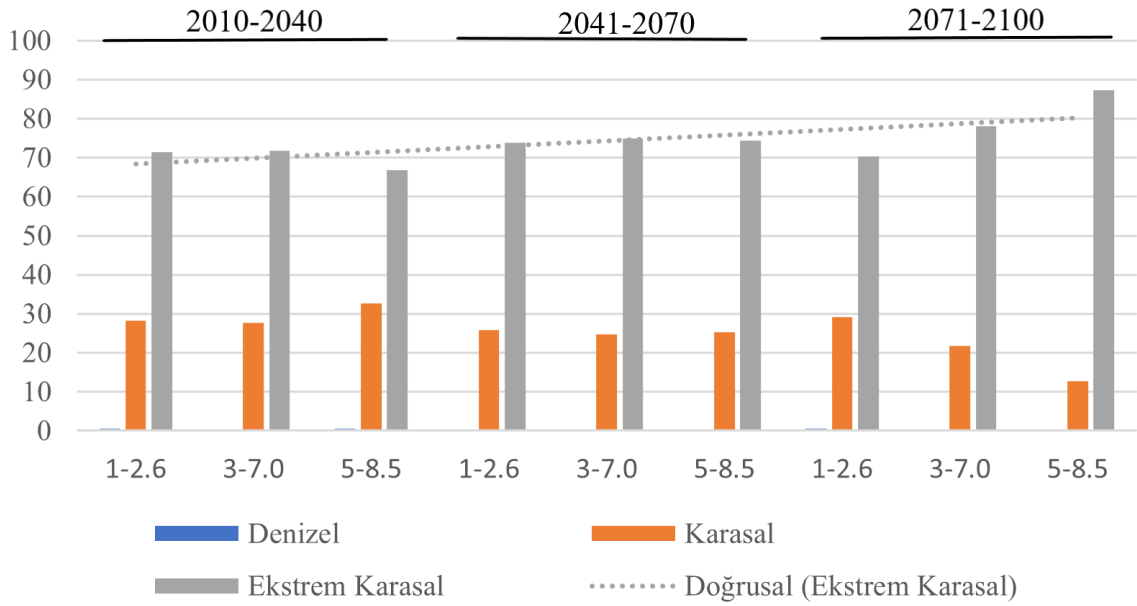
1981-2010 yılları arasında, Türkiye'nin %66'sı ekstrem karasal, %33,3'ü karasal ve %0,5'i denizeldir. %0,5'lik denizel alanlar Çanakkale'nin güney kıyısı, İzmir ve Muğla kıyılarından oluşmaktadır. Marmara Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Ege Bölgesi kıyıları ve Akdeniz Bölgesi kıyıları karasal alanlardır. Ülkemizin gölleri çevresi, Tuz Gölü ve Van Gölü dışında kalan kısımları ise ekstrem karasal alanları oluşturmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7: 1981-2010 yılları arası Johansson karasallık indeksi karasallık-denizellik durumu



Şekil 8: Johansson karasallık indeksi sonuçlarına göre Türkiye'nin öngörülen karasallık-denizellik durumu



Şekil 9: Johansson karasallık indeksi 2010-2100 yılları arası denizel, karasal ve ekstrem karasal sınıfların alansal değişimleri

2011-2040 yılları arasında SSP1-2.6 sonucunda, Türkiye'nin %71,3'ü ekstrem karasal, %28,2'si karasal ve %0,4'ü denizel alan içerisinde yer almaktadır. İzmir, Muğla ve Çanakkale'nin küçük bir kıyı kesimi denizeldir. Marmara Bölgesi, Karadeniz Bölgesi, Akdeniz Bölgesi'nin kıyı şeridi, Tuz Gölü ve Van Gölü dolayları karasal, ülkenin kalan kısımları ekstrem karasal sınıfları içerisinde yer almaktadır (Şekil 8).

2011-2040 yılları arasında SSP3-7.0 senaryosu sonucunda, Türkiye'nin %71,8'i ekstrem karasal, %27,7'si karasal ve %0,4'ü denizel alan içerisinde yer almaktadır (Şekil 8).

2011-2040 yılları arasında SSP5-8.5 senaryosu sonucunda, Türkiye'nin %66,8'i ekstrem karasal, %32,6'sı karasal ve %0,5'i denizel alan içerisinde yer almaktadır. Marmara Bölgesi'nden Ege Bölgesinin kuzeyine kadar karasal alanlar artış göstermiştir. Göller Yöresi bölgesinde ekstrem karasal alanlar karasal alan durumuna gelmiştir (Şekil 8).

2041-2070 yılları arasında SSP1-2.6 senaryosu sonucu Türkiye'nin %73,7'si ekstrem karasal, %25,8'i karasal ve %0,3'ü denizel sınıfları içerisinde yer almaktadır (Şekil 8).

2041-2070 yılları arasında SSP3-7.0 senaryosu sonucu Türkiye'nin %74,9'u ekstrem karasal, %24,8'i karasal ve %0,3'ü denizel sınıfları içerisinde yer almaktadır (Şekil 8).

2041-2070 yılları arasında SSP5-8.5 senaryosu sonucu Türkiye'nin %74,3'ü ekstrem karasal, %25,3'ü karasal ve %0,2'si denizel sınıfları içerisinde yer almaktadır (Şekil 8).

2071-2100 yılları arasında SSP1-2.6 senaryosu sonuçlarına göre, ülkemizin %70,3'ü ekstrem karasal, %29,1'i karasal ve %0,5'i denizel sınıf içerisinde yer almaktadır. Marmara ve Karadeniz Bölgelerinin tamamı ile Akdeniz Bölgesi kıyıları karasal iklime sahiptir. Çanakkale, İzmir ve Muğla kıyılarında bazı alanlar denizeldir (Şekil 8).

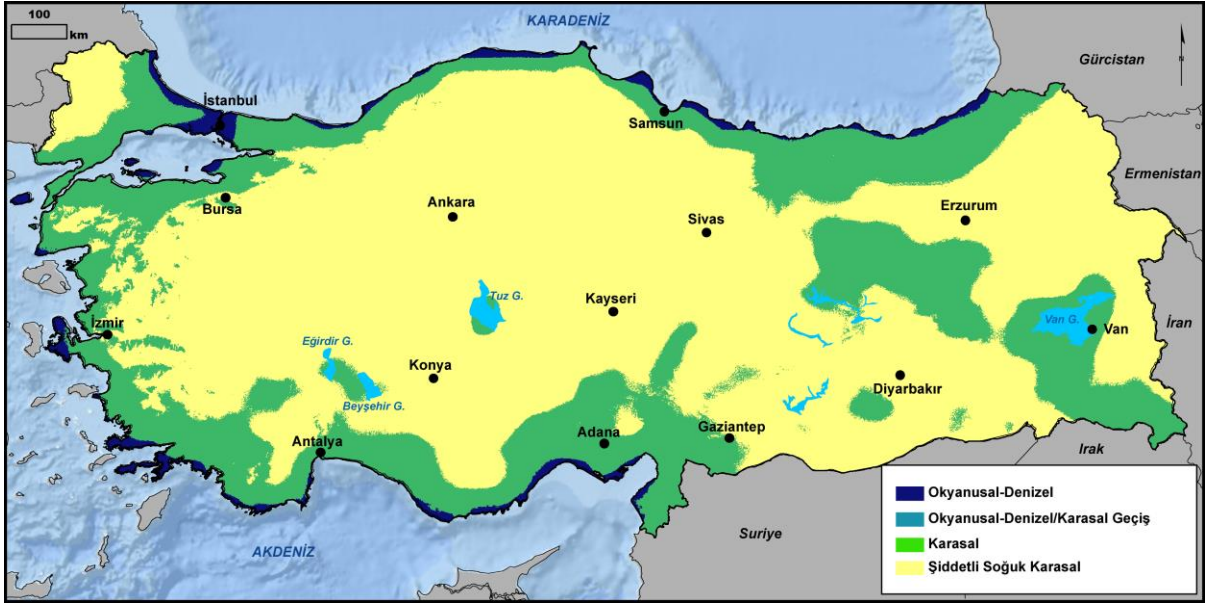
2071-2100 yılları arasında SSP3-7.0 senaryosu sonuçlarına göre, ülkemizin %78'i ekstrem karasal, %21,7'si karasal ve %0,2'si denizel sınıf içerisinde yer almaktadır. Bu dönemde, kuzeydeki karasal alanlar kuzeye doğru daralmış, yerini ekstrem karasal alana bırakmıştır (Şekil 8).

2071-2100 yılları arasında SSP5-8.5 senaryosu sonuçlarına göre, ülkemizin %87,2'si ekstrem karasal, %12,7'si karasal ve %0,04'ü denizel sınıf içerisinde yer almaktadır (Şekil 8).

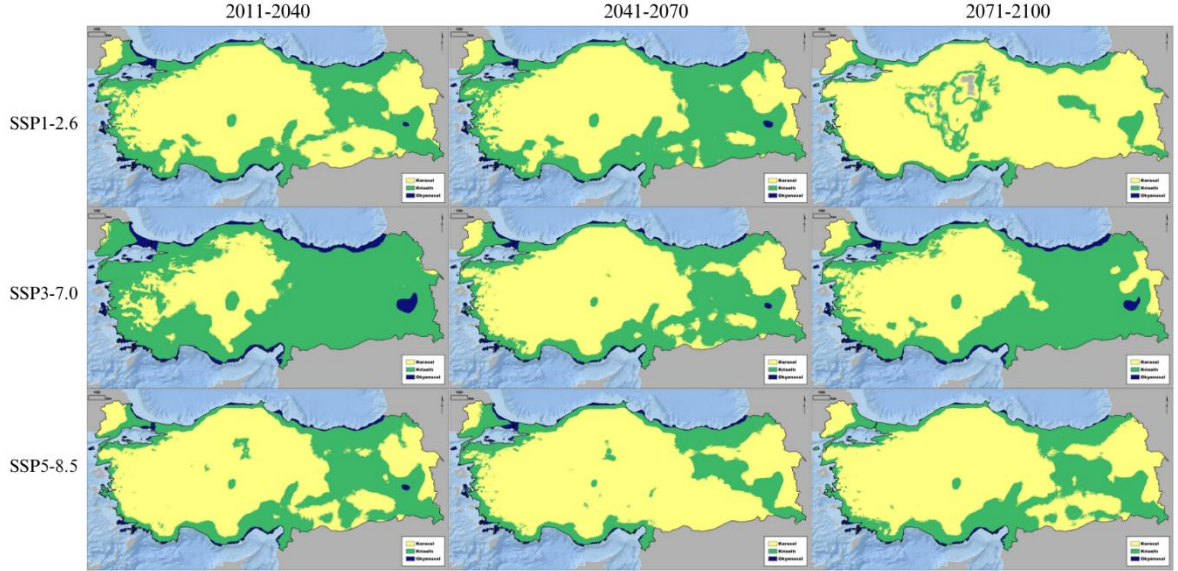
2010-2100 yılları arasında ekstrem karasal alanlar Johansson indeksine göre doğrusal bir artış göstermektedir (Şekil 9).

4.3. KERNER İNDEKSİ

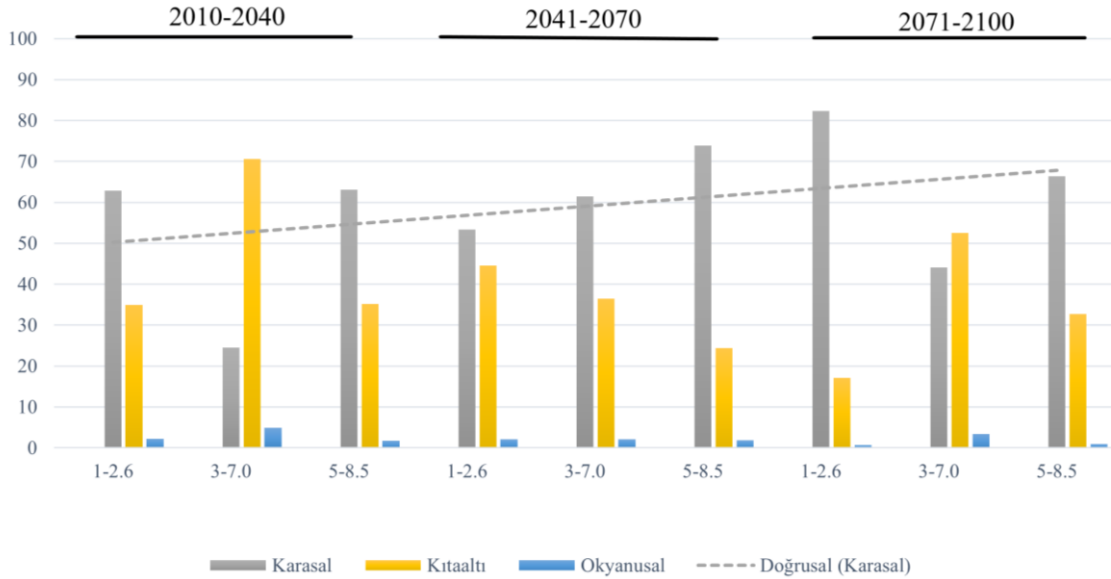
1981-2010 referans dönemi için Kerner okyanusallık indeksine göre Türkiye'nin %68,3'ü karasal, %29,4'ü kıta altı ve %2,2'si okyanusal sınıf içerisinde yer almaktadır. Ülkemizin deniz kıyılarının neredeyse tamamı okyanusal sınıftadır. Kıyı kesimlerden içeriye gidildikçe kıta altı alanlar görülmektedir. Doğu Karadeniz, Doğu Anadolu Bölgelerinde yine kıta altı alanlar oldukça fazladır. Ülkenin kalan kesimlerini karasal alanlar oluşturmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10: 1981-2010 yılları arası Kerner okyanusallık indeksi karasallık-denizellik durumu



Şekil 11: Kerner okyanusallık indeksi sonuçlarına göre Türkiye'nin öngörülen karasallık-denizellik durumu



Şekil 12: Kerner okyanusallık indeksi 2010-2100 yılları arası karasal, kıtaaltı ve okyanusal sınıfların alansal değişimleri

2011-2040 dönemi SSP1-2.6 senaryosuna göre ülkenin %62,8'i karasal, %34,9'u kıta altı ve %2,2'si okyanusal sınıf içerisinde yer almaktadır. İstanbul'un önemli bir kesimi okyanusaldır. Yine Akdeniz, Karadeniz ve Ege'nin bazı kıyı kesimleri okyanusaldır. Okyanusal alanlardan iç kesimlere gidildikçe kıta altı alanlar ortaya çıkmaktadır. Özellikle Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgelerinde kıta altı alanlar oldukça fazladır. Ülkenin kalan kısımlarını karasal alanlar oluşturmaktadır (Şekil 11).

2011-2040 dönemi SSP3-7.0 senaryosuna göre ülkenin %70,6'sı kıta altı %24,4'ü karasal ve %4,9'u okyanusal sınıf içerisinde yer almaktadır. Bu dönemde kıyı kesimlerdeki okyanusal alanlar alanlarını genişletmiştir. Van Gölü okyanusal alandır. İç Anadolu ve İç Batı Anadolu bölgeleri ülkenin karasal alanlarıdır. Bu bölgeler dışında kalan alanlar ise kıta altı alan haline gelmiştir (Şekil 11).

2011-2040 dönemi SSP5-8.5 senaryosuna göre ülkenin %63'ü karasal, %35,1'i kıta altı ve %1,7'si okyanusal sınıf içerisinde yer almaktadır. Kıyı kesimlerimizdeki okyanusal alanlar azalmıştır, yerini kıta altı alanlara bırakmıştır. Ege, İç Anadolu ve Batı Karadeniz bölgeleri karasal sınıf içerisinde yer almaktadır. Doğu Anadolu bölgesi kıta altı, Güneydoğu Anadolu Bölgemiz yer yer karasal yer yer kıta altıdır (Şekil 11).

2041-2070 dönemi SSP1-2.6 senaryosuna göre ülkemizin %53,3'ü karasal, %44,5'i kıta altı ve %2,1'i okyanusaldır. Tuz Gölü dışında İç Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesinin doğusu, İç Batı Anadolu karasaldır. Kıyılarımızın iç kesimleri, Doğu Karadeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesinin büyük bir kısmı kıta altıdır (Şekil 11).

2041-2070 dönemi SSP3-7.0 senaryosuna göre ülkemizin %61,4'ü karasal, %36,4'ü kıta altı ve %2.si okyanusaldır. Kıyılarımız yine okyanusal iç kesimlere gidildikçe kıta altıdır. Ege, İç Anadolu, Batı ve Orta Karadeniz bölgeleri karasaldır. Doğu Anadolu Bölgesinde Kars, Iğdır ve Ağrı karasal alanları oluşturmaktadır (Şekil 11).

2041-2070 dönemi SSP5-8.5 senaryosuna göre ülkemizin %73,8'i karasal, %24,3'ü kıta altı ve %1,8'i okyanusaldır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ve Doğu Akdeniz'deki kıta altı alanlar karasal alan durumuna gelmiştir. İç Anadolu bölgesi, Marmara ve Ege Bölgelerinin kara içleri yine karasaldır. Karadeniz Bölgesinin kıyıları okyanusal, kıyı içleri ve Doğu Karadeniz kıta altı , kalan kısımları ise karasal alandır (Şekil 11).

2071-2100 dönemi SSP1-2.6 senaryosuna göre ülkemizin %82,2'si karasal, %17'si kıta altı ve %0,6'sı okyanusaldır. Akdeniz ve Karadeniz kıyılarının bazı kesimleri okyanusaldır. Ülkemizin kıyıları ve Hatay kıta altıdır. Doğu Anadolu Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesinin bazı kesimleri dışında tamamen karasaldır (Şekil 11).

2071-2100 dönemi SSP3-7.0 senaryosuna göre ülkemizin %44'ü karasal, %52,5i kıta altı ve %3,4'ü okyanusaldır. Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinin kıyıları okyanusaldır, Ege kıyılarının bazı kesimleri, İstanbul'un denize açılan kesimleri ve Van Gölü yine okyanusaldır. İç Batı Anadolu, İç Anadolu Bölgeleri, Van, Ağrı, Iğdır ve Kars'ın ülke sınırına yakın kesimleri karasaldır. Bu bölgeler dışındaki özellikle Doğu Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinin kıyıdan iç kesimleri kıta altıdır (Şekil 11).

2071-2100 dönemi SSP5-8.5 senaryosuna göre ülkemizin %66,3'ü karasal, %32,6'sı kıta altı ve %0,9'u okyanusaldır. Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli'nin iç kesimleri, İç Anadolu bölgesi, Ege Bölgesinin kıyı kesimleri dışındaki alanları, Karadeniz Bölgesinin kıyıları ve Doğu Karadeniz dışında kalan kesimleri karasaldır (Şekil 11). Şekil 12'de görüldüğü üzere karasal ve kıta altı bölgeler okyanusal alanlara göre oldukça fazladır.

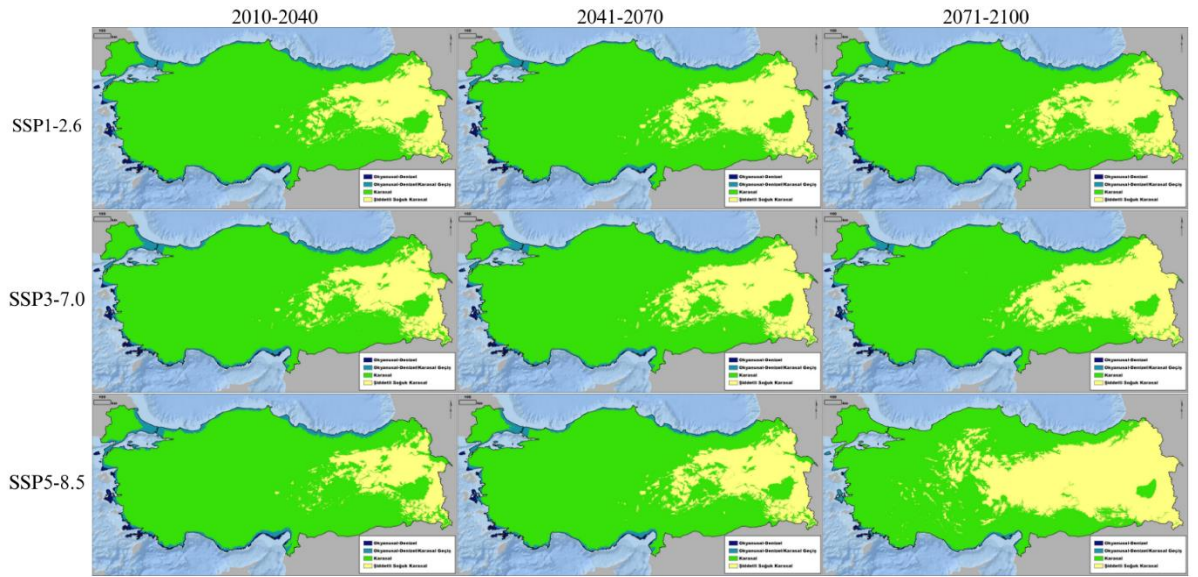
4.4. SEZER FORMÜLÜ

1981-2010 referans dönemi için Sezer Formülüne göre Türkiye'nin %0,8'i Okyanusal-denizel iklim, %4,6'sı okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi, %79,6'sı karasal iklim ve %14,8'i şiddetli karasal iklimdir. Okyanusal-denizel iklim Ege ve Akdeniz kıyılarında görülmektedir. Ege, Akdeniz, Marmara ve Karadeniz bölgeleri kıyı boyunca okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimidir. Doğu Anadolu bölgesi Van Gölü çevresi dışında genel itibari

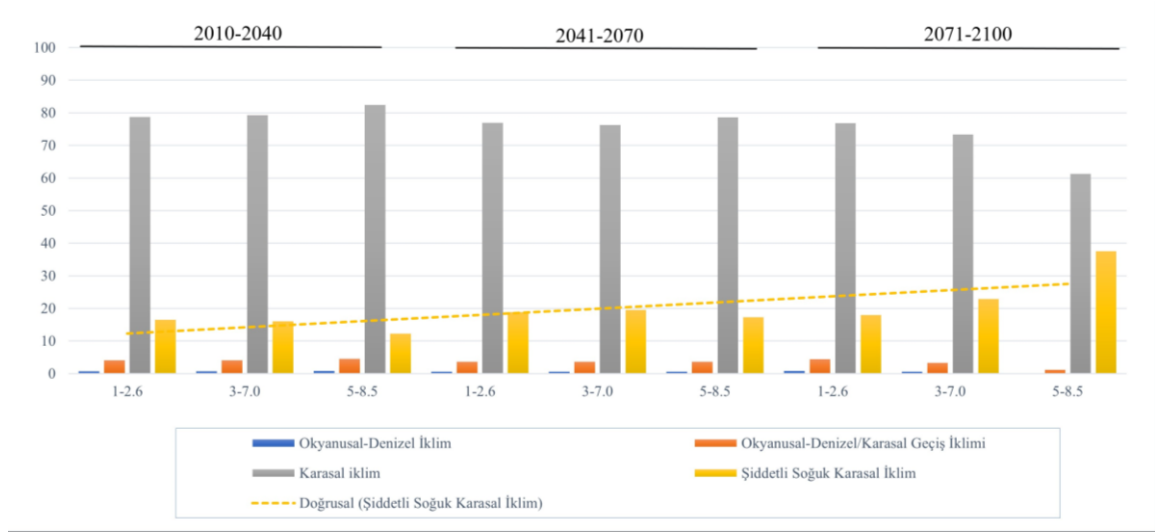
ile şiddetli soğuk karasal iklimdir. Ülkemizin bu bölgeler dışında kalan kesimleri karasal iklimdir (Şekil 13).



Şekil 13: 1981-2010 yılları arası Sezer Formülü karasallık-denizellik durumu



Şekil 14: Sezer Formülü sonuçlarına göre Türkiye'nin öngörülen karasallık-denizellik durumu



Şekil 15: Sezer Formülü 2010-2100 yılları arası sınıfların alansal değişimleri

2011-2040 dönemi SSP1-2.6 senaryosuna göre Türkiye'nin %0,7'si okyanusal-denizel iklim, %4'ü okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi, %78,7'si karasal iklim ve %16,4'ü şiddetli soğuk karasal iklimdir. Bu dönem 1981-2010 dönemi ile benzerlik göstermektedir. Yine Okyanusal-denizel iklim Ege ve Akdeniz kıyılarında görülmektedir. Ege, Akdeniz, Marmara ve Karadeniz bölgeleri kıyı boyunca okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimidir. Doğu Anadolu bölgesi Van Gölü çevresi dışında genel itibari ile şiddetli soğuk karasal iklimdir Van Gölü çevresinde şiddetli soğuk karasal iklim alanı genişlemiştir. Ülkemizin bu bölgeler dışında kalan kesimleri karasal iklimdir (Şekil 14).

2011-2040 dönemi SSP3-7.0 senaryosuna göre Türkiye'nin %0,6'sı okyanusal-denizel iklim, %4'ü okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi, %79,2'si karasal iklim ve %16'sı şiddetli soğuk karasal iklimdir. Okyanusal-denizel iklim Ege ve Akdeniz Bölgeleri kıyılarında görülmektedir. Okyanusal-denizel iklimin görüldüğü kısımların iç kesimleri, Marmara Denizi ve Karadeniz kıyıları okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimidir. Elâzığ ve Van Gölü çevresi dışında Doğu Anadolu Bölgesi genel itibari ile şiddetli soğuk karasal iklimdir. Elâzığ ve Van Gölü çevresi, Tekirdağ, Elazığ ve Kırklareli'nin iç kesimleri, İç Anadolu Bölgesi, kıyılar dışında kalan Marmara, Akdeniz, Karadeniz Bölgesi, Güneydoğu Bölgesi karasal iklimdir (Şekil 14).

2011-2040 dönemi SSP5-8.5 senaryosuna göre Türkiye'nin %0,8'i okyanusal-denizel iklim, %4,5'i okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi, %82,42'ü karasal iklim ve %12,2'si şiddetli soğuk karasal iklimdir. Bu dönemde okyanusal-denizel iklim Ege ve Akdeniz kıyıların bazı kesimlerinde görülmektedir. Marmara Denizi, Akdeniz ve Karadeniz kıyıları okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimidir. Marmara, Ege, Karadeniz ve

Akdeniz Bölgelerinin okyanusal-denizel/karasal geçiş iklim dışında kalan kesimler karasaldır. Ülkemizin yine Doğu Anadolu Bölgesi Van Gölü çevresi dışında kalan kesimleri yine şiddetli soğuk karasal iklimdir (Şekil 14).

2041-2070 dönemi SSP1-2.6 senaryosuna göre Türkiye'nin %0,6'sı okyanusal-denizel iklim, %3,6'sı okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi, %76,8'i karasal iklim ve %18,8'i şiddetli soğuk karasal iklimdir. Okyanusal-denizel iklim Ege kıyıları ve Adana kıyısında görülmektedir. Yine Marmara Denizi, Akdeniz ve Ege Denizi kıyıları okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimidir. Diğer dönemlere benzer olarak okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi dışında kalan Marmara, Ege, Karadeniz, Akdeniz Bölgesi ve İç Anadolu ve Güneydoğu Bölgesi karasal iklim sınıfında yer almaktadır. Iğdır'ın kuzeyi ve Van Gölü dışında bazı yer yer karasal alanlar görülse de Doğu Anadolu Bölgesi şiddetli soğuk karasal iklimdir (Şekil 14).

2041-2070 dönemi SSP3-7.0 senaryosuna göre Türkiye'nin %0,5'i okyanusal-denizel iklim, %3,6'sı okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi, %76,2'si karasal iklim ve %19,5'i şiddetli soğuk karasal iklimdir. Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli iç kesimleri karasal iklimdir. Ege Bölgesi, Adana kıyıları ve Gökçeada okyanusal-denizel iklimdir. İstanbul ve Kırklareli kıyıları, Ege ve Akdeniz kıyıları okyanusal-denizeldir. İstanbul, Ege Bölgesi, Akdeniz Bölgesi, Marmara Bölgesi ve Karadeniz Bölgesi kıyıları okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimidir. Doğu Anadolu Bölgesi belli bölgeler dışında şiddetli soğuk karasal iklimdir. Ülkenin geriye kalan kısmı karasal iklimdir (Şekil 14).

2041-2070 dönemi SSP5-8.5 senaryosuna göre Türkiye'nin %0,5'i okyanusal-denizel iklim, %3,5'i okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi, %78,5'i karasal iklim ve %17,2'si şiddetli soğuk karasal iklimdir. Bu dönemde okyanusal-denizel iklim yine Ege ve Adana kıyılarında görülmektedir. Okyanusal-denizel/karasal geçiş iklim Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz kıyılarında görülmektedir. Doğu Anadolu Bölgesi şiddetli soğuk karasal iklimdir. Bunlar dışında kalan İç Anadolu, Ege Bölgesi, Akdeniz, Karadeniz ve Güneydoğu Bölgesi karasal iklimdir (Şekil 14).

2071-2100 dönemi SSP1-2.6 senaryosuna göre Türkiye'nin %0,8'i okyanusal-denizel iklim, %4,4'ü okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi, %76,8'i karasal iklim ve %17,9'u şiddetli soğuk karasal iklimdir. Ege, Marmara ve Akdeniz kıyıları önceki dönemlere benzer olarak okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimidir (Şekil 14).

2071-2100 dönemi SSP3-7.0 senaryosuna göre Türkiye'nin %0,5'i okyanusal-denizel iklim, %3,2'si okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi, %73,3'ü karasal iklim ve

%22,8'i şiddetli soğuk karasal iklimdir. İstanbul, Akdeniz ve Karadeniz kıyıları okyanusal-denize/karasal geçiş iklimine sahiptir. Gökçeada, Çanakkale, İzmir, Muğla, Antalya, Mersin Adana ve Hatay kıyılarında okyanusal-denizel iklim görülmektedir. Keban Barajı ve Van Gölü çevresi dışında kalan Doğu Anadolu Bölgesi şiddetli soğuk karasal iklimdir. Ege, İç Anadolu, Marmara, Akdeniz ve Karadeniz Bölgeleri karasal iklimdir (Şekil 14).

2071-2100 dönemi SSP5-8.5 senaryosuna göre Türkiye'nin %0,5'i okyanusal-denizel iklim, %1,1'i okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi, %61,2'si karasal iklim ve %34'ü şiddetli soğuk karasal iklimdir. Bu dönemde Karadeniz ve Marmara bölgeleri kıyılarındaki okyanusal-denizel/karasal geçiş iklimi yok olmuş yerini karasal iklime bırakmıştır, kuzey kıyılarımız karasal iklim haline dönüşmüştür. Okyanusal-denizel iklim sadece Ayvalık, Gömeç ve Muğla kıyılarında görülmektedir. Şiddetli soğuk karasal iklim Doğu Anadolu Bölgesinden batıya doğru iç kesimlere sokulmuştur. İç Anadolu Bölgesi yer yer karasal yer yer şiddetli soğuk karasal iklimdir. Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki yer yer karasal iklim bölgeleri Van Gölü çevresi ile sınırlı kalmış, bölgenin kalan kısımlarının tamamı şiddetli soğuk karasal iklime dönüşmüştür. Ülkemizin kalan kesimleri karasal iklime sahiptir (Şekil 14).

Şekil 15'de görüldüğü gibi 2010-2100 yılları arasında karasal iklim alanları yüksek oranlarda nispeten sabit kalırken, şiddetli soğuk karasal iklim 2100 yılına kadar doğrusal olarak artış göstermektedir.

BÖLÜM V

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. TARTIŞMA

Bu çalışmanın bulguları, literatürdeki diğer benzer çalışmalarla büyük ölçüde örtüşmektedir. Örneğin, Yılmaz (2020), çalışmasında 1971-2010 dönemi için en sıcak üç ayın potansiyel evapotranspirasyonunu, yıllık potansiyel evapotranspirasyona oranlayıp 100 ile çarparak Türkiye'nin karasallık-denizellik oranını hesaplamıştır. Sonuçlar bu çalışma ile örtüşmektedir: Karadeniz ve Doğu Akdeniz kıyıları denizel, İç Anadolu'nun iç kesimleri-Tuz Gölü çevresi, Doğu Anadolu Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu bölgesi karasal olarak sınıflandırmıştır. Çalışmada kullanılan indeks sonuçlarında kötü senaryo (SSP5-8.5) başta olmak üzere analiz edilen senaryo sonuçlarında benzer bölgeler karasal olarak sınıflandırılmıştır.

Bir başka çalışmada, SSP1-2.6, SSP3-7.0, SSP5-8.5 senaryoları kapsamında 2010-2040, 2041-2070, 2071-2100 dönemleri için Pinna indeksi kullanılarak öngörülen kuraklık hesaplamaları yapılmıştır. Sonuçlar karasallık değerlerinin arttığı SSP5-8.5 senaryosu ve 2071-2100 dönemi için kuraklık sonuçları ile örtüşmektedir. Hazırlanan bu çalışmadaki karasallık değerlerinin arttığı dönemlerde kuraklık da paralel olarak artış göstermektedir (Yavaşlı ve Erilat, 2023).

Farklı bir çalışmada Johansson karasallık indeksi ve Kerner okyanusallık indeksi kullanılarak 1960-2006 yılları arasında Türkiye'deki karasallık ve denizellik derecesinin durumu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada referans alınan 1980-2010 yılları için aynı formüller analiz edilmiş ve benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Johansson karasallık indeksinde maksimum karasal alanlar Muş ve Bingöl çevresi olarak bulunmuştur (Toros vd., 2008). Bu çalışmada da maksimum karasal alanlar Muş, Bingöl çevresi ile daha güneye doğru kaymış durumdadır. Kerner okyanusallık indeksine bakıldığında ise, yapılan çalışmada değerler -2 ile 32 arasındadır. Bu çalışmada ise 2 ile 37 arasındadır.

Yapılan bir çalışmada buğday, mısır ve ayçiçeğinin vejetasyon süreleri hesaplanmıştır. Sonuçlara göre 2023-2040, 2041-2070, 2071-2098 yıllarında bu ürünlerin vejetasyon süreleri azalmaktadır (Gürkan vd., 2024). Karasallık iklim üzerinde önemli bir etkiye sahiptir bu sebeple tarım faaliyetleri, su yönetimi gibi konularda belirleyici olmaktadır. Gelecekte karasallığın artışı kuşkusuz tarım üzerinde etkili olacaktır.

Bu çalışmanın bulguları, Türkiye'nin karasallık ve denizellik özelliklerinin gelecekte

önemli değişiklikler göstereceğini ortaya koymaktadır. İklim değişikliği senaryolarına göre karasallık ve denizellik özelliklerinde belirgin değişimler beklenmektedir. Bu bulgular, iklim değişikliğine karşı alınacak önlemler ve stratejiler açısından değerli bilgiler sağlamaktadır.

Conrad, Johansson, Kerner ve Sezer indeksleri ile yapılan analizler, karasal alanların genişlemesi ve okyanusal alanların daralması eğilimini göstermektedir. Özellikle SSP5-8.5 senaryosu altında, ekstrem karasal alanların belirgin şekilde artması, Türkiye'nin daha sert iklim koşulları ile karşı karşıya kalabileceğini göstermektedir. Bu durum, su kaynakları yönetimi, tarımsal verimlilik ve doğal afet riskleri açısından önemli sonuçlar doğurabilir. Karasal iklim koşullarının artması, su kaynaklarının azalmasına ve tarımsal üretimin düşmesine yol açabilir. Ayrıca, ekstrem karasal iklim koşulları, doğal afetlerin (örneğin kuraklık ve seller) daha sık ve şiddetli hale gelmesine neden olabilir. Bu nedenle, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve iklim adaptasyonu stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'nin farklı bölgelerinde karasallık ve denizellik özelliklerinde belirgin farklılıklar görülmektedir. Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde okyanusal etkilerin daha fazla olduğu, buna karşın İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde karasal etkilerin baskın olduğu belirlenmiştir. Gelecek projeksiyonları, özellikle Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ekstrem karasal iklim koşullarının artacağını göstermektedir. Bu durum, bölgesel iklim adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesini gerektirmektedir. Örneğin, Marmara ve Ege bölgelerinde su kaynaklarının korunması ve yönetimi için özel önlemler alınmalıdır. İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde ise, tarımsal verimliliği artırmak ve su kaynaklarını korumak için iklim adaptasyon stratejileri geliştirilmelidir.

İklim değişikliği, sıcaklık ve yağış rejimlerinde önemli değişikliklere yol açacaktır. SSP1-2.6 senaryosu gibi daha iyimser senaryolar altında bile, karasal alanların genişlemesi ve okyanusal alanların daralması beklenmektedir. Bu durum, ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Örneğin, okyanusal alanların daralması, deniz etkisinin azalması ve sıcaklık dalgalanmalarının artması, kıyı ekosistemlerini olumsuz etkileyebilir. Daha kötümser senaryolar altında ise, özellikle tarımsal üretim ve su kaynakları açısından ciddi riskler bulunmaktadır. Karasal iklim koşullarının artması, tarımsal verimliliği düşürebilir ve su kaynaklarının azalmasına neden olabilir. Bu nedenle, iklim değişikliğine karşı alınacak önlemler ve stratejiler büyük önem taşımaktadır.

Su döngüsü, karasallık ve denizellik özelliklerinden doğrudan etkilenmektedir. Karasal bölgelerde düşük buharlaşma ve yüksek yüzeyel akış, su kaynaklarının yönetimini

zorlaştırabilir. Denizel etkilerin azalması, özellikle kıyı bölgelerinde su stresini artırabilir. Bu nedenle, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve iklim adaptasyonu stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Karasal iklim koşullarının artması, su kaynaklarının azalmasına ve tarımsal üretimin düşmesine yol açabilir. Ayrıca, ekstrem karasal iklim koşulları, doğal afetlerin (örneğin kuraklık ve seller) daha sık ve şiddetli hale gelmesine neden olabilir. Bu nedenle, su kaynaklarının korunması ve yönetimi için özel önlemler alınmalıdır.

Bu çalışmanın bulguları bazı açılardan literatürdeki diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Özellikle gelecekteki ekstrem karasal iklim koşullarının artması, diğer çalışmalarda yeterince ele alınmamış bir konudur. Bu durum, iklim değişikliğinin etkilerinin daha belirgin hale gelmesi ve karasal iklim özelliklerinin daha baskın hale gelmesi ile açıklanabilir.

Ayrıca, bu çalışmada kullanılan indekslerin çeşitliliği ve kapsamlılığı, Türkiye'nin iklim özelliklerinin daha detaylı ve kapsamlı bir şekilde incelenmesini sağlamaktadır. Bu, literatürdeki diğer çalışmalardan farklı bir yaklaşım sunmaktadır.

5.2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez, Türkiye'nin karasallık ve denizellik özelliklerinin, Conrad, Johansson, Kerner ve Sezer indeksleri kullanılarak incelenmesini ve iklim değişikliğine bağlı olarak gelecekteki durumlarının projeksiyonlarının yapılmasını amaçlamıştır. Çalışmanın kapsamı, 1981-2010 referans dönemine dayalı analizleri ve 2011-2100 yıllarını kapsayan üç farklı SSP senaryosu (SSP1-2.6, SSP3-7.0, SSP5-8.5) altında projeksiyonları içermektedir. CHELSA veri seti ve MPI-ESM1.2 modeli kullanılarak elde edilen sonuçlar, Türkiye'nin iklimsel ve coğrafi özelliklerine dair kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır.

Kullanılan indekslerden Conrad indeksine göre, 1981-2010 döneminde Türkiye'nin %56,1'i karasal, %27,7'si kıta altı, %15,7'si okyanusal ve %0,3'ü ekstrem karasal olarak sınıflandırılmıştır. Deniz kıyılarının tamamı okyanusal sınıfa dahil olup, iç kesimlere gidildikçe karasallık artmaktadır. Gelecek projeksiyonlarına göre, SSP1-2.6 senaryosunda 2071-2100 yılları arasında karasal alanların %62,9'a düştüğü, ekstrem karasal alanların ise %1,2'ye yükseldiği görülmektedir. SSP5-8.5 senaryosunda ise karasal alanların %62,2'ye düştüğü, ekstrem karasal alanların %22,9'a yükseldiği belirlenmiştir.

Johansson indeksine göre, 1981-2010 döneminde Türkiye'nin %66'sı ekstrem

karasal, %33,3'ü karasal ve %0,5'i denizel olarak sınıflandırılmıştır. Gelecek projeksiyonlarına göre, SSP1-2.6 senaryosunda 2071-2100 yılları arasında ekstrem karasal alanların %70,3'e düştüğü, denizel alanların %0,5'te sabit kaldığı görülmektedir. SSP5-8.5 senaryosunda ise ekstrem karasal alanların %87,2'ye çıktığı belirlenmiştir.

Gelecek projeksiyonları, özellikle SSP5-8.5 senaryosu altında, karasal alanların genişlemesi ve okyanusal alanların daralması eğilimini göstermektedir. Bu, iklim değişikliğinin artan etkisi ile açıklanabilir. Küresel ısınma, denizlerin sıcaklık ve nem üzerindeki dengeleyici etkisini azaltarak, karasal iklim özelliklerinin daha belirgin hale gelmesine neden olabilir. Akdeniz ve Ege bölgelerinde karasallığın artması, bu bölgelerde sıcaklık ve yağış rejimlerinin değişmesiyle ilişkilidir.

Johansson indeksine göre, 1981-2010 döneminde Türkiye'nin %66'sının ekstrem karasal, %33,3'ünün karasal ve %0,5'inin denizel olarak sınıflandırılması, Türkiye'nin iç kesimlerinde sert iklim koşullarının hâkim olduğunu göstermektedir. Denizel alanların sınırlı olması, Türkiye'nin iç kesimlerinde deniz etkisinin azaldığını ve sıcaklık dalgalanmalarının daha geniş olduğunu yansıtmaktadır.

Gelecek projeksiyonları, özellikle SSP5-8.5 senaryosu altında, ekstrem karasal alanların artması ve denizel alanların azalması eğilimini göstermektedir. Bu, küresel ısınmanın etkisi ile sıcaklık dalgalanmalarının daha belirgin hale gelmesi ve deniz etkisinin azalması ile açıklanabilir. İç kesimlerde artan karasal iklim özellikleri, bu bölgelerde tarımsal verimlilik ve su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir.

Kerner okyanusallık indeksine göre, 1981-2010 döneminde Türkiye'nin %68,3'ünün karasal, %29,4'ünün kıta altı ve %2,2'sinin okyanusal olarak sınıflandırılması, Türkiye'nin kıta içi bölgelerinde belirgin karasal iklim özelliklerinin baskın olduğunu göstermektedir. Kıyı kesimlerinde okyanusal alanların varlığı, denizlerin iklim üzerindeki dengeleyici etkisini yansıtmaktadır.

Gelecek projeksiyonları, özellikle SSP5-8.5 senaryosu altında, karasal alanların genişlemesi ve okyanusal alanların daralması eğilimini göstermektedir. Bu durum, iklim değişikliğinin etkisi ile denizlerin sıcaklık ve nem üzerindeki dengeleyici etkisinin azalması ve karasal iklim özelliklerinin daha belirgin hale gelmesi ile açıklanabilir. Karasal alanların genişlemesi, bu bölgelerdeki ekosistemler ve su kaynakları üzerinde önemli etkiler yaratabilir.

Sezer formülüne göre, 1981-2010 döneminde Türkiye'nin %0,8'inin okyanusal-denizel, %4,6'sının okyanusal-denizel/karasal geçiş, %79,6'sının karasal ve %14,8'inin

şiddetli soğuk karasal iklim olarak sınıflandırılması, Türkiye'nin iklim çeşitliliğinin geniş bir yelpazede olduğunu göstermektedir. Okyanusal-denizel alanların sınırlı olması, Türkiye'nin kıyı kesimlerinde deniz etkisinin sınırlı olduğunu yansıtmaktadır.

Gelecek projeksiyonları, özellikle SSP5-8.5 senaryosu altında, okyanusal-denizel alanların daralması ve şiddetli soğuk karasal alanların genişlemesi eğilimini göstermektedir. Bu, küresel ısınmanın etkisi ile deniz etkisinin azalması ve karasal iklim özelliklerinin daha belirgin hale gelmesi ile açıklanabilir. Şiddetli soğuk karasal iklim alanlarının genişlemesi, bu bölgelerdeki ekosistemler ve su kaynakları üzerinde önemli etkiler yaratabilir.

Bu çalışma, Türkiye'nin karasallık ve denizellik özelliklerinin gelecekte nasıl değişebileceğine dair önemli veriler sunmaktadır. Ancak, bu alanda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Gelecek araştırmalarda daha kapsamlı iklim modelleri ve veri setleri kullanılmalıdır. Bu, Türkiye'nin iklim özelliklerinin daha doğru ve detaylı bir şekilde incelenmesini sağlayacaktır. Ayrıca, Türkiye'nin farklı bölgelerinde daha detaylı bölgesel çalışmalar yapılmalıdır. Özellikle ekstrem karasal iklim koşullarının artması beklenen bölgelerde, yerel düzeyde detaylı analizler gerçekleştirilmelidir.

İklim değişikliğinin farklı sektörler üzerindeki etkileri incelenmelidir. Tarım, su kaynakları, enerji ve sağlık gibi kritik sektörlerde detaylı analizler yapılarak, sektörel adaptasyon stratejileri geliştirilmelidir. İklim değişikliği ve onun etkileri hakkında toplumun bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Eğitim programları ve bilinçlendirme kampanyaları, toplumun iklim değişikliğine uyum sağlamasında önemli bir rol oynayacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma Türkiye'nin karasallık ve denizellik özelliklerinin gelecekte nasıl değişebileceğine dair kapsamlı bir analiz sunmaktadır. Conrad, Johansson, Kerner ve Sezer indeksleri kullanılarak yapılan projeksiyonlar, iklim değişikliğinin Türkiye üzerinde önemli etkileri olacağını göstermektedir. Bu bulgular, politika yapıcılar, planlamacılar ve araştırmacılar için değerli bilgiler sunarak, iklim değişikliğine karşı alınacak önlemlerin belirlenmesinde rehberlik edecektir. Gelecek çalışmalarda daha detaylı analizler yapılarak, Türkiye'nin iklim değişikliği karşısındaki direncinin artırılması hedeflenmelidir.

KAYNAKÇA

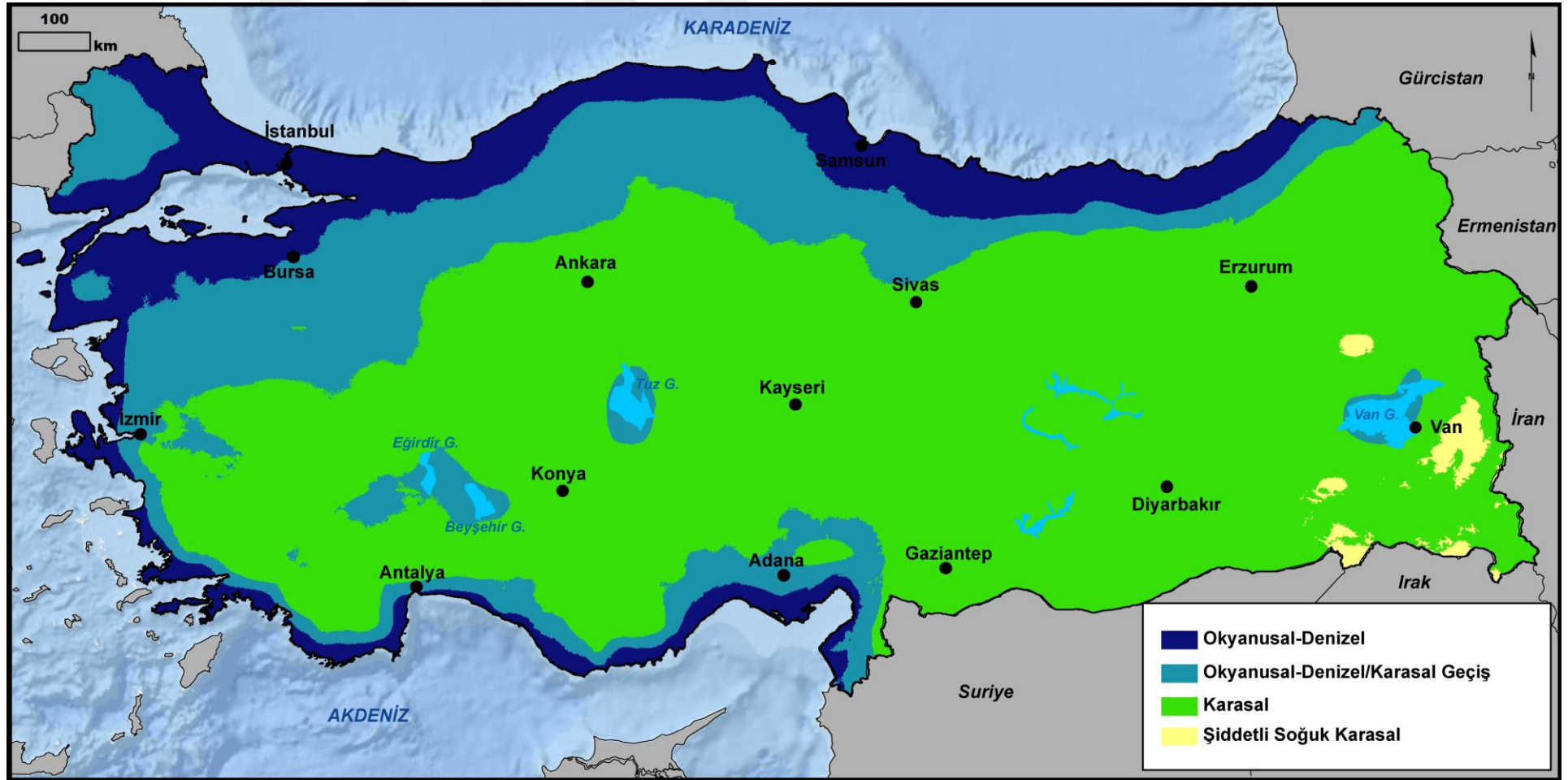
- Avcı, M., ve Avcı, S. (2014). Yer şekilleri. Şu Eserde: Güner, A. Ve Ekim, T.(Edlr.) Resimli Türkiye Florası, 1, 17-27.
- Aydınöz, D. (2009). Barındırdığı Bitki Varlığı Açısından Trakya'nın Karasallık Derecesi. Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi, 17(1), 203-212.
- Charles L. D'Ooge., (1955). Continentality in the Western United States. American Meteorological Society: Cilt 36., No 4., syf 175-177.
- Erinç, S. (1996). Klimatoloji ve Metotları. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Gürkan, H., Ekici, M., Doğan, O. H., Çalik, Y., Eskioğlu, O., Yağan, S., ve Özmutlu, E. M. (2024). Evaluation of temporal trends of growing degree days index for major crops in Türkiye. Agronomy Journal.
- Hausfather, Z. (2019). CMIP6: yeni nesil iklim modelleri açıklandı. Karbon Dosyası. Şu adresten erişilebilir: <https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained>.
- Hausfather, Z. (2018). Explainer: How 'Shared Socioeconomic Pathways' explore future climate change. Karbon Dosyası. Şu adresten erişilebilir: <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change/>
- Hickman, L. (2018). Timeline: The history of climate modelling. Carbon Brief. Şu adresten erişilebilir: <https://www.carbonbrief.org/timeline-history-climate-modelling/>
- 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. Cambridge University Press.
- Jouanna, J. ve Magdelaine, C. (2018). Hippokrates Külliyesi, çeviren Nur Nirven, Pinhan Yayıncılık, İstanbul.
- Karger, D. N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., ... ve Kessler, M. (2017). Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. Scientific data, 4(1), 1-20.
- Karger, D. N., Schmatz, D. R., Dettling, G., ve Zimmermann, N. E. (2020). High-resolution

- monthly precipitation and temperature time series from 2006 to 2100. Scientific data, 7(1), 248.
- Kopec, R. J. (1965). continentality around the Great Lakes. Bulletin of the American Meteorological Society, 46(2), 54-57.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., ve Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift, 15(3), 259-263.
- LEE, H.D.P. (1952). Arsitotle Meteorologica, Cambridge, MA : Harvard University Press
- Nistor, M. M. (2016). Spatial distribution of climate indices in the Emilia-Romagna region. Meteorological applications, 23(2), 304-313.
- Özdemir, S., Özkan, K., ve Mert, A. (2020). An ecological perspective on climate change scenarios. Biodiversity and Conservation, 13(3), 361-371.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., ve McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology and earth system sciences discussions, 4(2), 439-473.
- Richard Snow, "Continental Climate and Continentality". Encyclopedia of World Climatology. ed. John E. Oliver. 303-305. Netherlands: Springer, 2004.
- Sensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, U., ve Balta, I. (2008). Türkiye iklimi. Turkish State Meteorological Service (DMI), Ankara.
- Sezer, L. İ. (1990). The Distribution of the Mean Annual Temperature Range (amplitude) in Türkiye and a New Formula on the Degree of Continentality. Ege Coğrafya Dergisi, 5(1).
- Smith, C. (2021). Guest post: The role ‘emulator’ models play in climate change projections. Carbon Brief. Şu adresten erişilebilir: <https://www.carbonbrief.org/guest-post-the-role-emulator-models-play-in-climate-change-projections/>
- Snow, R. (2005) "Continental Climate and Continentality". Encyclopedia of World Climatology. ed. John E. Oliver. 303-305. Netherlands: Springer.
- Toros, H., Deniz, A., ve Incecik, S. (2008). Continentality and oceanity indices in Türkiye. In Twenty-first annual conference, PACON (pp. 1-5).
- Türkeş, M. (1990). Türkiye’de Kurak Bölgeler ve Önemli Kurak Yıllar. Türk Coğrafya Dergisi, (15), 11-40.

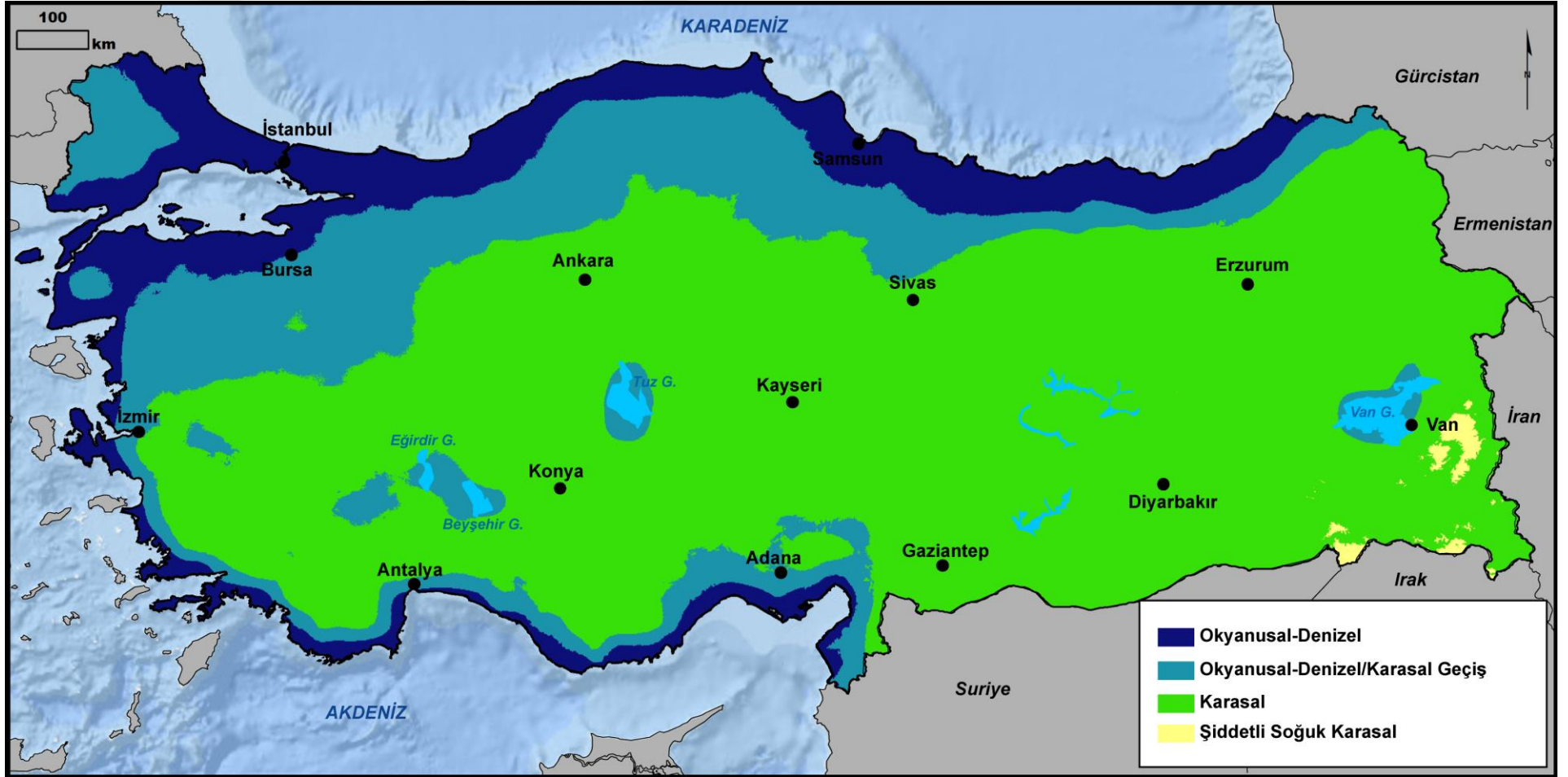
- Türkeş, M. (1998). Influence of geopotential heights, cyclone frequency and southern oscillation on rainfall variations in Türkiye. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 18(6), 649-680.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., ve Çetiner, G. (2000). Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri. Turkish State Meteorological Service.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., ve Kiliç, G. (2009). Variations and trends in annual mean air temperatures in Türkiye with respect to climatic variability. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 29(8), 1181-1194.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. Kriter Yayınevi.
- World Health Organisation (WHO) and Un Enviroment Program (UNEP). (2000). Intergovernmentel Panel on Climate Change. IPCC Special Report Emissions Scenarios.
- Yavaşlı, D. D., ve Erhat, E. (2023). Climate model projections of aridity patterns in Türkiye: A comprehensive analysis using CMIP6 models and three aridity indices. *International Journal of Climatology*, 43(13), 6207-6224.
- Yılmaz, E. (2020). Türkiye’de Thornthwaite iklim indislerindeki eğilimler. *Coğrafya Dergisi*, (40), 163-185.
- Yılmaz, F. K., ve Bahadır, M. (2012). Effects of Maritime and Continental Climates on Vegetation and Seasonal Periods: The Case of Northeastern Türkiye. *Afyon Kocatepe University Journal of Social Sciences*, 14(2).

EKLER

EK 1. Haritalar



Harita 1. Türkiye'nin 2011-2040 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Conrad Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 2. Türkiye'nin 2011-2040 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Conrad Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 3. Türkiye'nin 2011-2040 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Conrad Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



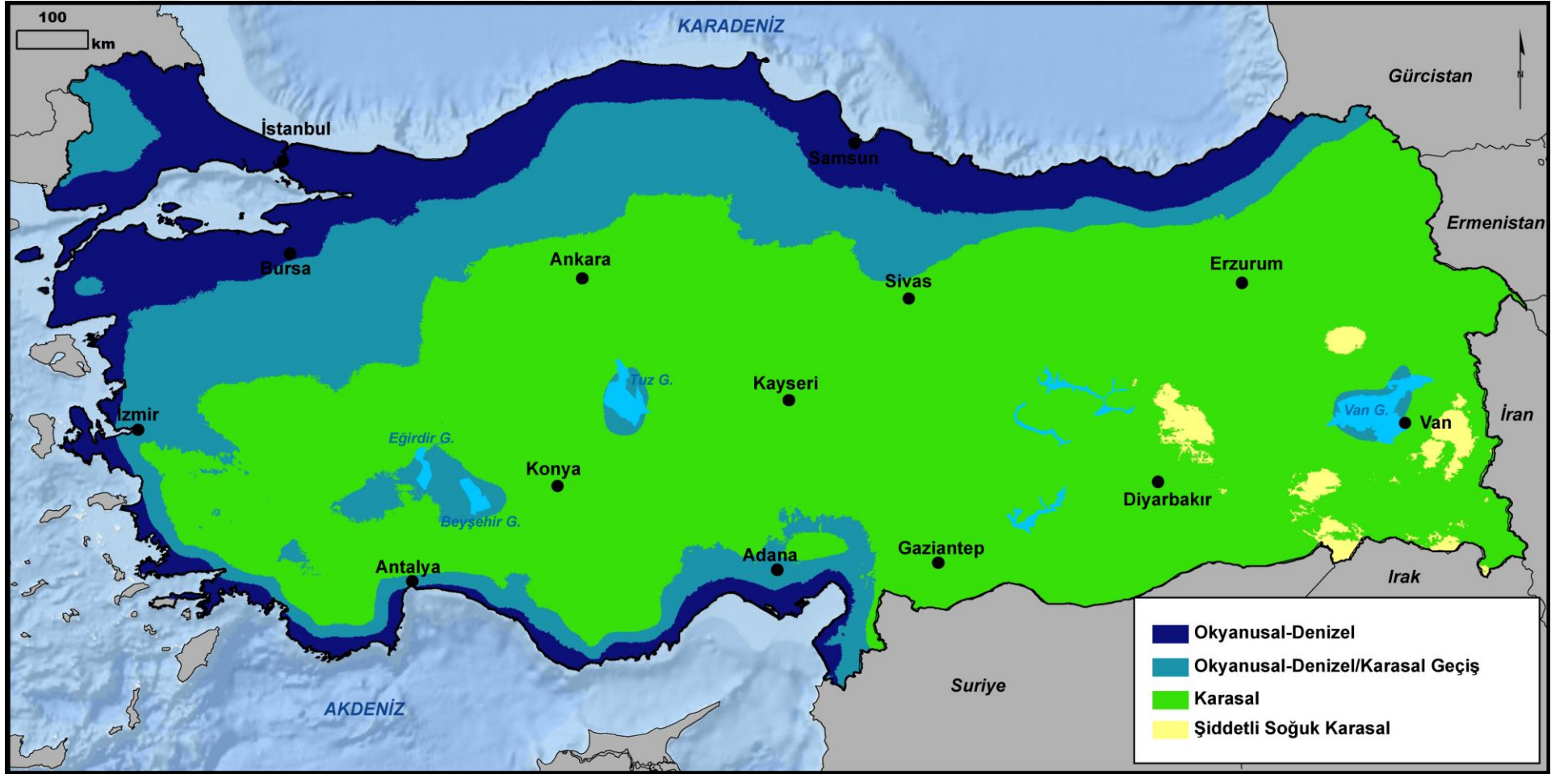
Harita 4. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Conrad Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



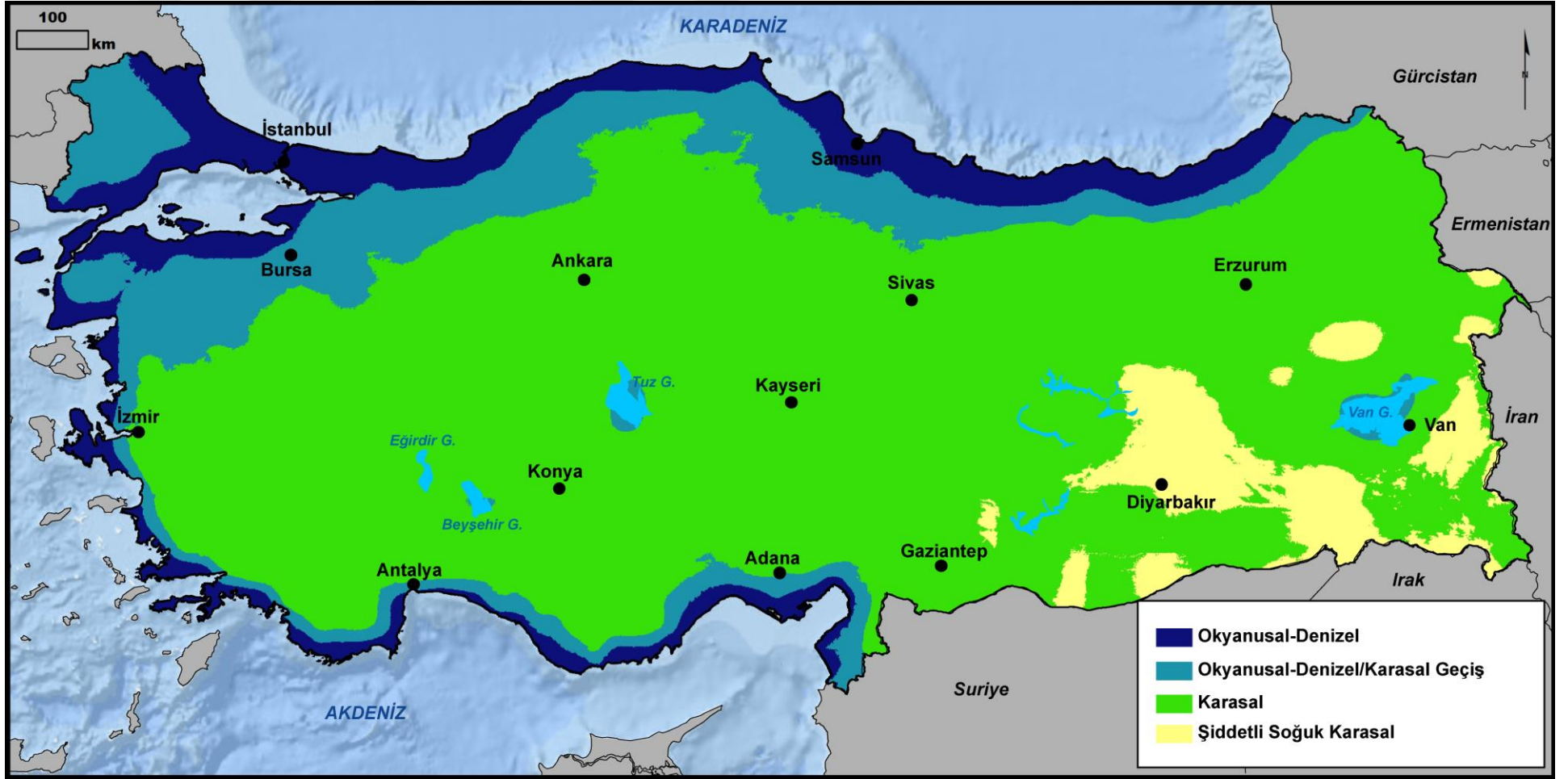
Harita 5. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Conrad Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 6. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Conrad Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 7. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Conrad Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 8. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Conrad Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 8. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Conrad Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 9. Türkiye'nin 2010-2040 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Johansson Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 10. Türkiye'nin 2010-2040 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Johansson Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 11. Türkiye'nin 2010-2040 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Johansson Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 11. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Johansson Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 12. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Johansson Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 13. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Johansson Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 14. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Johansson Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 15. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Johansson Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 16. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Johansson Karasallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 17. Türkiye'nin 2010-2040 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Kerner Okyanusallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 18. Türkiye'nin 2010-2040 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Kerner Okyanusallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 19. Türkiye'nin 2010-2040 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Kerner Okyanusallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



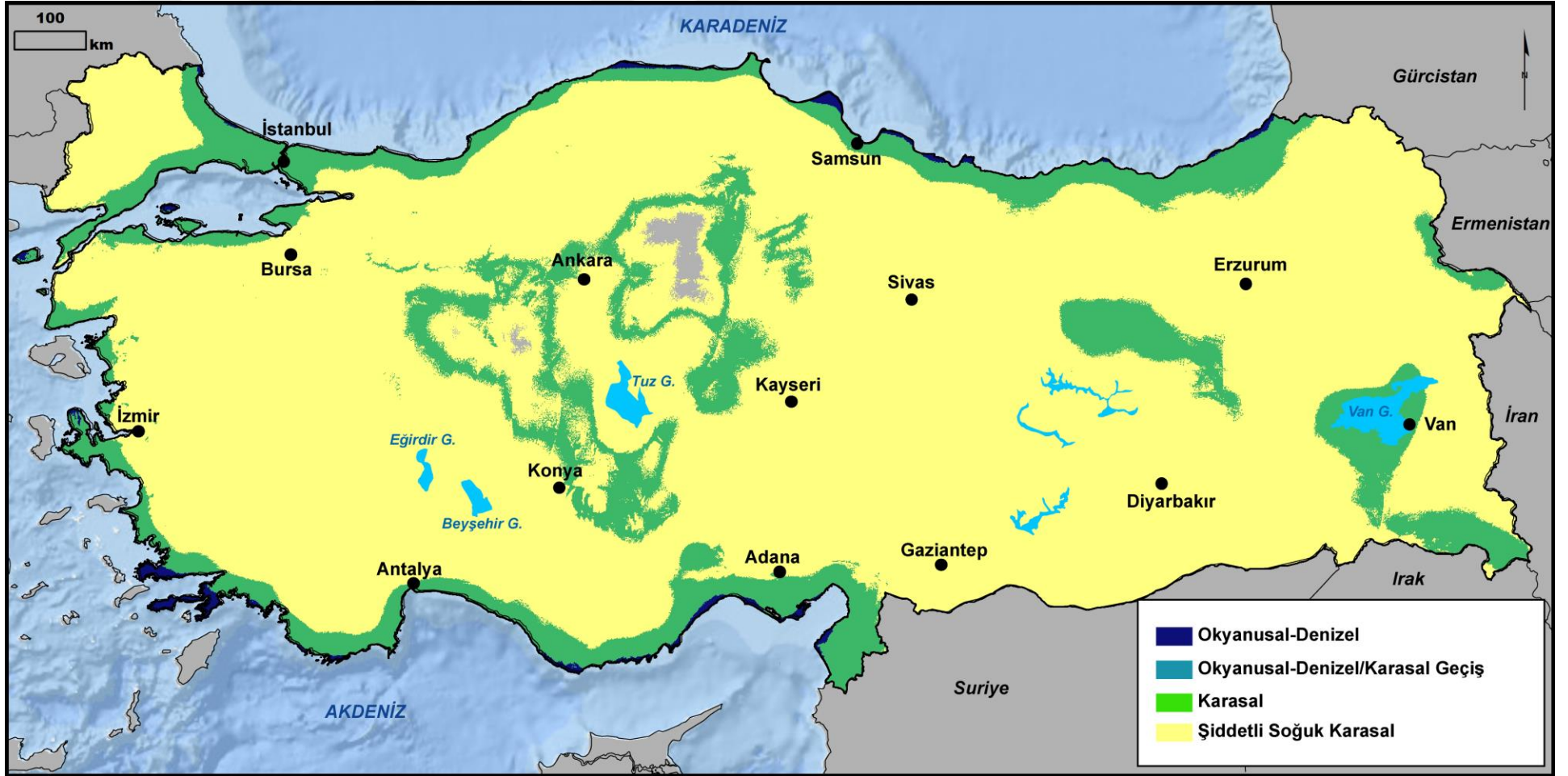
Harita 19. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Kerner Okyanusallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 20. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Kerner Okyanusallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



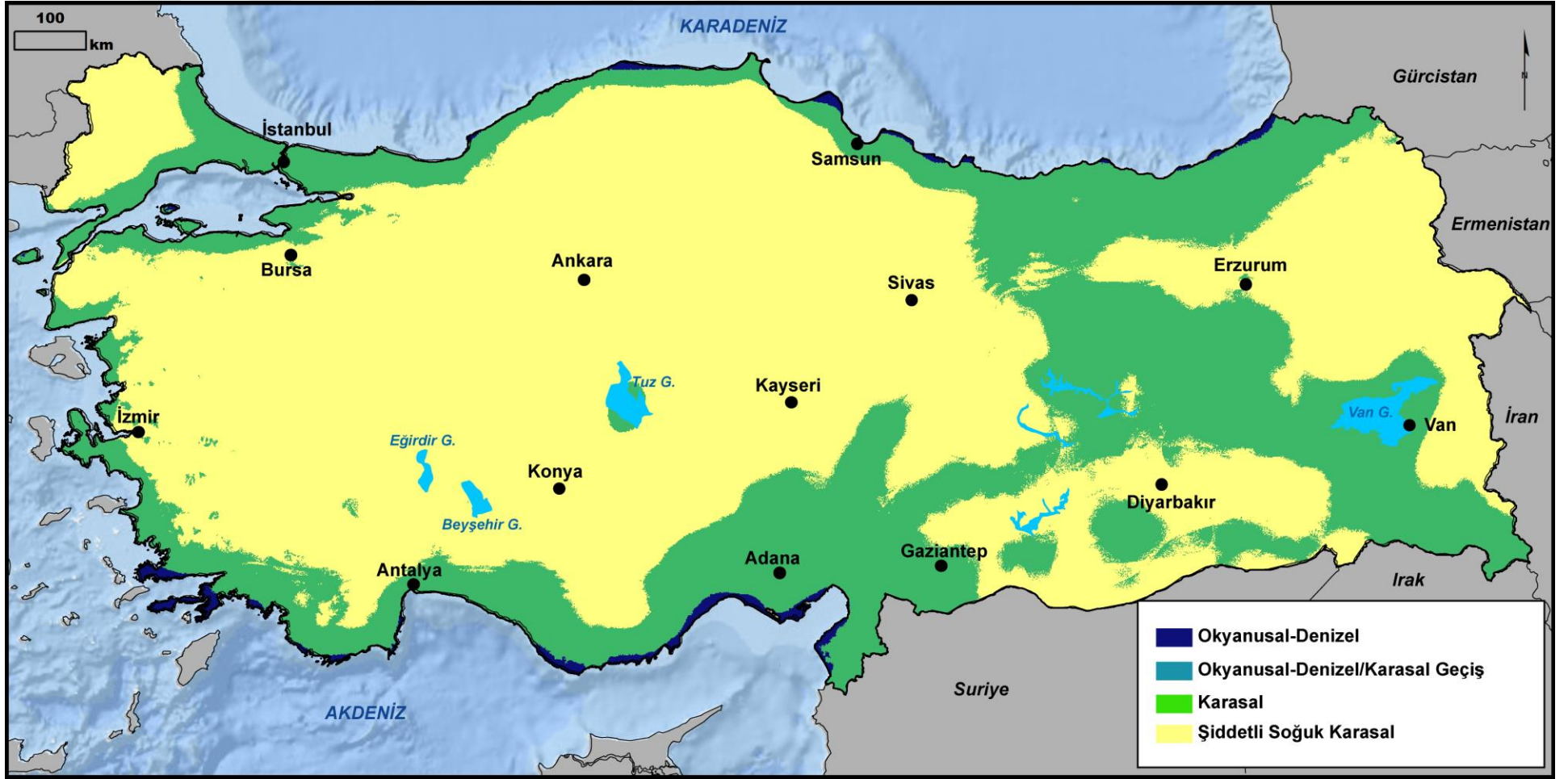
Harita 21. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Kerner Okyanusallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 22. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Kerner Okyanusallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 23. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Kerner Okyanusallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 24. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Kerner Okyanusallık İndeksi karasallık-denizellik durumu



Harita 25. Türkiye'nin 2010-2040 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Sezer Formülü karasallık-denizellik durumu



Harita 26. Türkiye'nin 2010-2040 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Sezer Formülü *karasallık-denizellik durumu*



Harita 27. Türkiye'nin 2010-2040 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Sezer Formülü *karasallık-denizellik durumu*



Harita 28. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Sezer Formülü *karasallık-denizellik durumu*



Harita 29. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Sezer Formülü karasalılık-denizellik durumu



Harita 30. Türkiye'nin 2041-2070 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Sezer Formülü *karasallık-denizellik durumu*



Harita 31. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP1-2.6 senaryosu Sezer Formülü *karasallık-denizellik durumu*

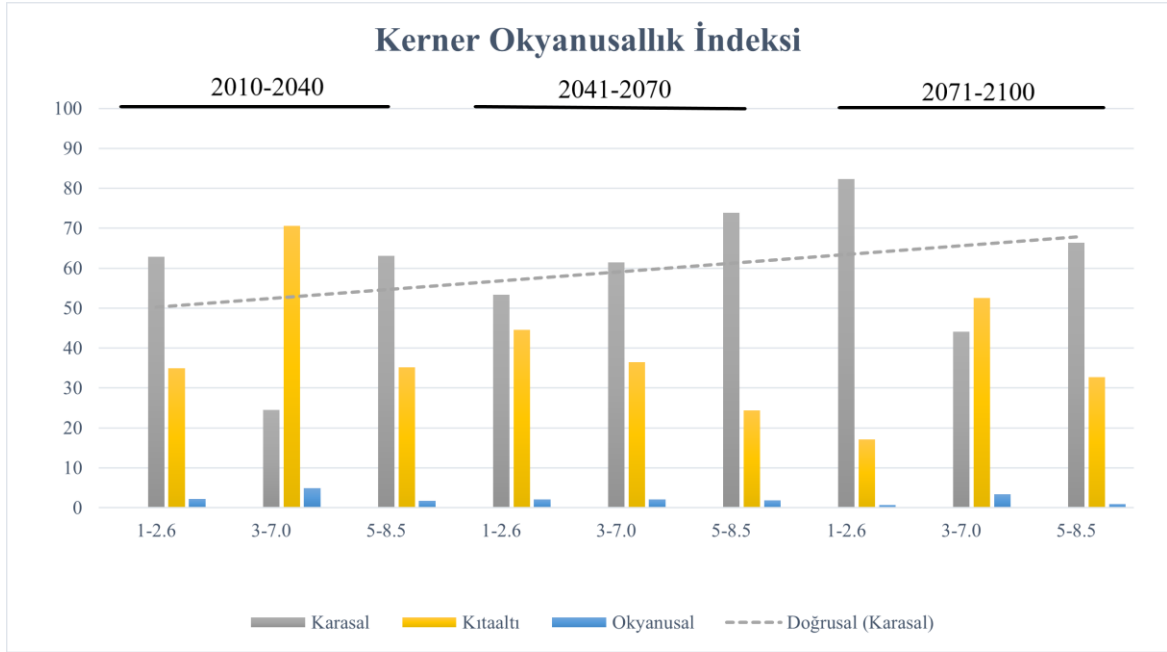


Harita 32. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP3-7.0 senaryosu Sezer Formülü *karasallık-denizellik durumu*

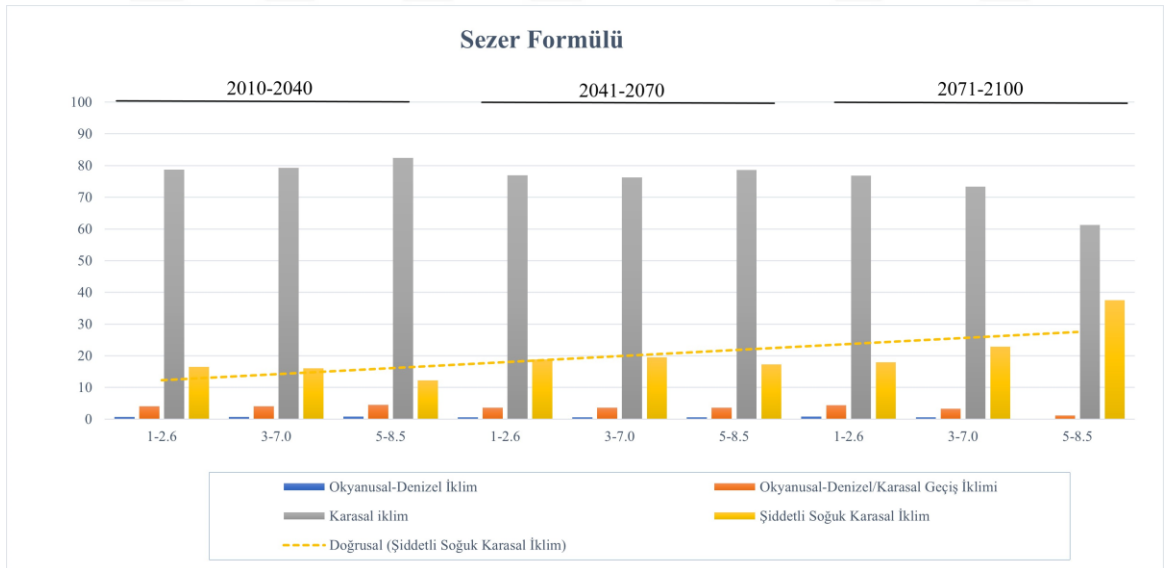


Harita 33. Türkiye'nin 2071-2100 dönemi, SSP5-8.5 senaryosu Sezer Formülü *karasallık-denizellik durumu*

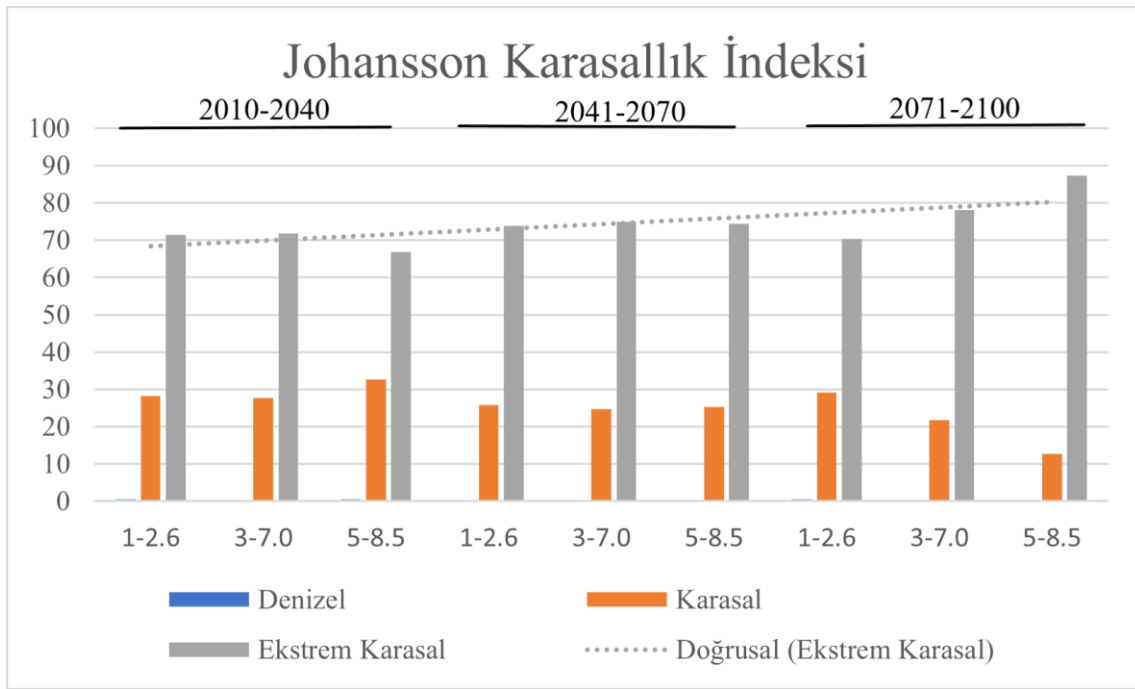
EK 2. Grafikler



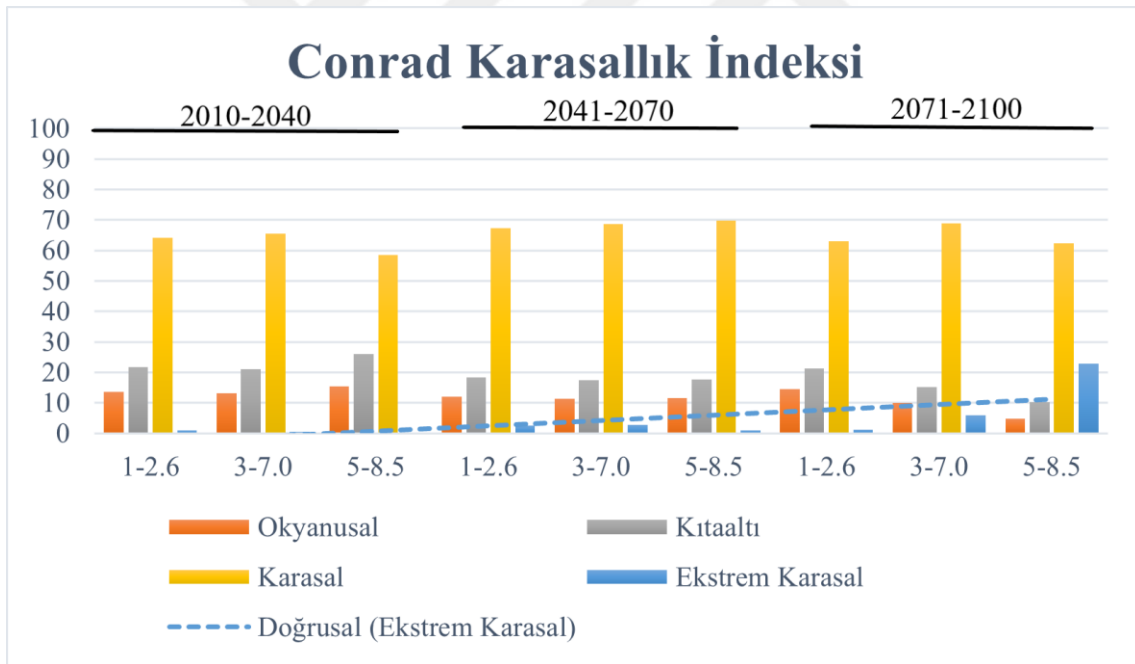
Grafik 1: Kerner okyanusallık indeksi 2010-2100 yılları arası karasal, kıtaaltı ve okyanusal sınıfların alansal değişimleri



Grafik 2: Sezer Formülü 2010-2100 yılları arası sınıfların alansal değişimleri



Grafik 3: Johansson karasallık indeksi 2010-2100 yılları arası denizel, karasal ve ekstrem karasal sınıfların alansal değişimleri



Grafik 4: Conrad karasallık indeksi 2010-2100 yılları arası okyanusal, karasal, kıtaaltı ve ekstrem karasal sınıfların alansal değişimleri

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, Soyadı : Şeyma Ulukuş

Eğitim Durumu

Lisans : Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

Yüksek Lisans: KAEÜ, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı

Mesleki Deneyim

Kırşehir Özel Anka Özel Öğretim Kursu

2022-(Halen)

Yayınlar:

Ulukuş, Ş, ve Poyraz M. (2024). Türkiye’de Karasallık ve Denizellik: Mevcut Durum ve Geleceğe Yönelik Tahminler. 4th International Graduate Studies Congress, 2024

D, D., Yavaşlı ve Ş., Ulukuş (2020). Atmosferik Tozun Uzaktan Algılama ile Belirlenmesi. İstanbul: Kriter.