

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA İLİ KURAKLIK HARİTASININ OLUŞTURULMASI VE TARIM
TOPRAKLARIYLA İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

Şeyda Nur ERKUL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2023

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA İLİ KURAKLIK HARİTASININ OLUŞTURULMASI VE TARIM
TOPRAKLARIYLA İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

Şeyda Nur ERKUL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2023

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANTALYA İLİ KURAKLIK HARİTASININ OLUŞTURULMASI VE TARIM
TOPRAKLARIYLA İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

Şeyda Nur ERKUL

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu Tez FYL-2022-5907 no’lu Proje Olarak Akdeniz Üniversitesi Bilimsel
Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Tarafından Desteklenmiştir.**

ŞUBAT 2023

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANTALYA İLİ KURAKLIK HARİTASININ OLUŞTURULMASI VE TARIM
TOPRAKLARIYLA İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

Şeyda Nur ERKUL

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Bu tez 20/02/2023 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğretim Üyesi Sevda ALTUNBAŞ
Doç. Dr. Zeki ALAGÖZ
Dr. Öğretim Üyesi Muzaffer SİLER

ÖZET

ANTALYA İLİ KURAKLIK HARİTASININ OLUŞTURULMASI VE TARIM TOPRAKLARIYLA İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Şeyda Nur ERKUL

Yüksek Lisans, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sevda ALTUNBAŞ

ŞUBAT 2023; 69 sayfa

Kuraklık, son yıllarda ülkemizin de içinde bulunduğu ve dünyanın önemli bir kısmını tehdit eden sinsi bir felaket olarak nitelendirilmektedir. Bu çalışma kuraklığın derinlemesine incelenmesi ve Antalya tarımı ile ilişkilendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Kuraklık hem meydana getireceği zararlar bakımından hem de bu konuda farkındalığın yeterli seviyede olmaması açısından doğal afetlerin en tehlikelilerinden birisidir. Küresel ısınmaya bağlı olarak görülen iklim değişikliği sonucu, azalan su potansiyeli, su kaynaklarının etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Yapılan bu çalışma ile Standart Yağış İndeksi (SPI), De Martonne Kuraklık İndeksi, Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI), Erinç Yöntemi, Aydeniz Yöntemi ve NDVI yöntemleriyle Antalya ilinin ilçeler bazında kuraklık durumunun tespit edilmesi ve haritalanması gerçekleştirilmiştir. Elde ettiğimiz rakamsal değerler, uydu görüntüleriyle birlikte Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında işlenerek her ilçenin kuraklık haritası oluşturulmuştur. Çalışmamızın sonucunda, Antalya ilinin ilçeler bazında iklim değişikliğinden nasıl ve ne düzeyde etkilendiği ve kuraklığın derecesi değerlendirilmiştir. Kuraklığın olası sonuçları tarım topraklarını ve buna bağlı olarak ürünün kalite ve kantitesini önemli düzeyde etkilemektedir. Bu kapsamda çalışma sonucunda elde edilen haritalar özellikle tarımsal anlamda bir altlık niteliği taşıyacaktır. Ayrıca sorunun boyutlarının haritaları ile ortaya konulmasının, Antalya’da yapılacak her türlü planlamada, akademik ve yerel yönetimlere katkı sağlayacağı da düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELE: Antalya, Cbs, Harita, İklim değişikliği, Kuraklık

JÜRİ: Dr. Öğretim Üyesi Sevda ALTUNBAŞ
Doç. Dr. Zeki ALAGÖZ
Dr. Öğretim Üyesi Muzaffer SİLER

ABSTRACT

CREATING ANTALYA DROUGHT MAP AND ASSOCIATING IT WITH AGRICULTURAL LANDS

Şeyda Nur ERKUL

MScs Thesis in Soil Science and Plant Nutrition Department

Supervisor: Assist. Prof. Sevda ALTUNBAŞ

FEBRUARY 2023, 69 pages

Drought is described as an insidious disaster that threatens a significant part of the world, including our country, in recent years. This study was carried out in order to examine the drought in depth and to associate it with Antalya agriculture. Drought is one of the most dangerous natural disasters in terms of both the damage it will cause and the lack of awareness on this issue. Decreased water potential as a result of climate change due to global warming necessitates effective use of water resources. With this study, the drought situation of Antalya province on the basis of districts was determined and mapped with the Standard Precipitation Index (SPI), De Martonne Drought Index, Percent of Normal Index (PNI), Erinç Method, Aydeniz Method and NDVI methods. The numerical values we obtained were processed in the Geographical Information System (GIS) environment together with the satellite images, and a drought map of each district was created. As a result of our study, how and to what extent Antalya was affected by climate change on the basis of districts and the degree of drought were evaluated. Possible consequences of drought affect agricultural lands and accordingly the quality and quantity of the product. In this context, the maps obtained as a result of the study will be a base especially in the agricultural sense. It is also thought that revealing the dimensions of the problem with maps will contribute to academic and local governments in all kinds of planning to be made in Antalya.

KEYWORDS: Antalya, Climate change, Drought, GIS, Map

COMMITTEE: Dr. Öğretim Üyesi Sevda ALTUNBAŞ
Doç. Dr. Zeki ALAGÖZ
Dr. Öğretim Üyesi Muzaffer SİLER

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında bana rehberlik eden, bilgi birikimlerini ve tecrübelerini benimle paylaşarak bana yol gösteren saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Sevda ALTUNBAŞ'a,

Çalışmalarım esnasında bana yardımlarından dolayı Öğr. Gör. B. Çağdaş DEMİREL ve Arş. Gör. Merve ÇELEBİ hocama,

Tez teslim sürecimde bana desteklerini esirgemeyen sayın müdürüm İbrahim ANAÇ'a, mesai arkadaşım Berkay AKYIL'a ve Ziya YILDIRIM'a,

Hayatım boyunca tüm fedakarlıklarıyla beni büyüten, okutan ve her türlü kararında bana destek olan sevgili annem Zeynep ÇAKICI'ya, sevgili babam Veli ÇAKICI'ya, canım abim Faruk ÇAKICI'ya ve canım kardeşim Furkan ÇAKICI'ya,

Tez hazırlığım süresince bana her türlü desteği sağlayan çok kıymetli eşim Görkem Metin ERKUL'a ve oyun zamanlarımızdan çaldığım oğlum Muhammed Ali ERKUL'a, çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
3. MATERYAL VE METOT.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Araştırma alanının topoğrafyası	10
3.1.2. Araştırma alanının jeolojisi ve jeomorfolojisi	11
3.1.2.Araştırma alanının toprakları.....	11
3.1.3.Araştırma alanının nüfusu.....	12
3.1.4.Araştırma alanının iklimi	12
3.1.5.Araştırma alanının arazi varlığı ve su kaynakları	12
3.1.6.Araştırma alanının tarımı	13
3.2.Metod.....	14
3.2.1. Thornthwaite su bilançosu yöntemi	14
3.2.2. Standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi	15
3.2.3. Erinç yöntemi.....	16
3.2.4.Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI).....	16
3.2.5.Aydeniz yöntemi.....	17
3.2.6.De Martonne kuraklık indeksi	19
3.2.7.NDVI yöntemi	20
4. BULGULAR	21
4.1. Thornthwaite Su Bilançosu ve Grafiği	21
4.2.SPI Kuraklık Analizi	40
4.3.PNI Kuraklık Analizi.....	42
4.4.Erinç Kuraklık Analizi	44

4.5.Aydeniz Kuraklık Analizi	46
4.6.De Martonne Kuraklık Analizi.....	48
4.7.NDVI Analizi	50
4.8. Antalya İli Toprakları.....	58
5. SONUÇLAR	60
6.KAYNAKLAR	64



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Antalya İli Kuraklık Haritasının Oluşturulması ve Tarım Topraklarıyla İlişkilendirilmesi.” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

20/02/2023

Öğrencinin Adı Soyadı

Şeyda Nur ERKUL

İmzası

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

X : bir zaman dilimi içim yağış

μ : yağış ortalaması

σ : standart sapma

Im : Yağış Etkinlik İndisi

P : Yıllık Toplam Yağış (mm)

Tom : Maksimum Sıcaklıkları Ortalaması

PNI : Normalin Yüzdesi İndeksi

Pi : Aktüel yağış miktarı (mm)

$\bar{P}$: Ortalama yağış miktarı (mm)

Nks : Nemlilik katsayısı.

Kks : Kuraklık katsayısı.

T : Aylık ortalama sıcaklık (°C).

RH : Aylık ortalama nispi nem (%).

GS : Gerçek güneşlenme süresinin her enlem derecesine göre değişen teorik güneşlenme süresine oranı (%). Güneşlenme süresi gerçekleşme oranı.

Np : Nemli periyot yüzdesi (%).

δ : Denklinasyon açısı

n : 1 Ocak'tan itibaren gün sayısı

h : saat açısı

α : Enlem derecesi

tg : Gün uzunluğu (saat)

IDM : Yıllık Kuraklık İndeksi

Kısaltmalar

TBMM	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
SPI	: Standart Yağış İndeksi
PNI	: Normalin Yüzdesi İndeksi
NDVI	: Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi
DI	: Ondalık Kuraklık İndeksi
PNPI	: Normal Yağışın Yüzdesi İndeksi
ZSI	: Z-skor İndeksi
RDDI	: Yağış Ondalık Bazlı Kuraklık İndeksi
CZI	: Çin Z İndeksi
EDI	: Efektif Kuraklık İndeksi
PCI	: Yağış Konsantrasyon İndeksi
PDSI	: Palmer Kuraklık İndeksi
MedPDSI	: Modifiye PDSI
SDI	: Akım Kuraklık İndeksi
MCZI	: Modifiye Çin Z İndeksi
SPOT VGT	: Spot Vegetation Uydusu
EVI	: Geliştirilmiş Bitki İndeksi
VCİ	: Bitki Örtüsü Durum İndeksi
SDVI	: Standartlaştırılmış Bitki Örtüsü Kuraklık İndeksi
RS	: Uzaktan Algılama
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
PET	: Potansiyel Evapotranspirasyon
AI	: Kuraklık İndeksi

HNH	: Helmand Nehir Havzası
SYİ	: Standardize Kuraklık İndeksleri
NYI	: Normalin Yüzdesi İndeksi
OKI	: Ondalık Kuraklık İndeksi
SYEI	: Yağış Evapotranspirasyon İndeksi
NIR	: Yakın Kızılötesi Bant
R	: Kırmızı Bant
DSİ	: Devlet Su İşleri
PE	: Potansiyel Evapotranspirasyon
ET	: Düzeltilmiş Potansiyel Evapotranspirasyon
GET	: Gerçek Evapotranspirasyon
ADNKS	: Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yağış yetersizliğinin ve diğer faktörlerin kuraklık gelişimine etkisi	1
Şekil 3.1. Antalya İli Coğrafi Konumu Haritası.....	11
Şekil 3.2. Antalya İli Arazi ve Tarım Alanları Dağılımları.....	14
Şekil 4.1. Antalya Merkez Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği.....	24
Şekil 4.2. Alanya Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği.....	26
Şekil 4.3. Kaş Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği.....	28
Şekil 4.4. Elmalı Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği.....	30
Şekil 4.5. Finike Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği.....	32
Şekil 4.6. Gazipaşa Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği.....	34
Şekil 4.7. Manavgat Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği.....	36
Şekil 4.8. Korkuteli Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği.....	38
Şekil 4.9. Demre Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği.....	40
Şekil 4.10. Antalya İli SPI Kuraklık Analizi Haritası.....	42
Şekil 4.11. Antalya İli PNI Kuraklık Analizi Haritası.....	44
Şekil 4.12. Antalya İli Erinç Kuraklık Analizi Haritası.....	46
Şekil 4.13. Antalya İli Aydeniz Kuraklık Analizi Haritası.....	48
Şekil 4.14. Antalya İli De Martonne Kuraklık Analizi Haritası.....	50
Şekil 4.15. Antalya İli 1985 Yılı NDVI analizi haritası.....	52
Şekil 4.16. Antalya İli 1990 Yılı NDVI analizi haritası.....	53
Şekil 4.17. Antalya İli 1995 Yılı NDVI analizi haritası.....	54
Şekil 4.18. Antalya İli 2000 Yılı NDVI analizi haritası.....	55
Şekil 4.19. Antalya İli 2007 Yılı NDVI analizi haritası.....	56
Şekil 4.20. Antalya İli 2010 Yılı NDVI analizi haritası.....	57

Şekil 4.21. Antalya İli 2021 Yılı NDVI analizi haritası.....	58
Şekil 5.1. Antalya İli Büyük Toprak Grupları Haritası.....	60

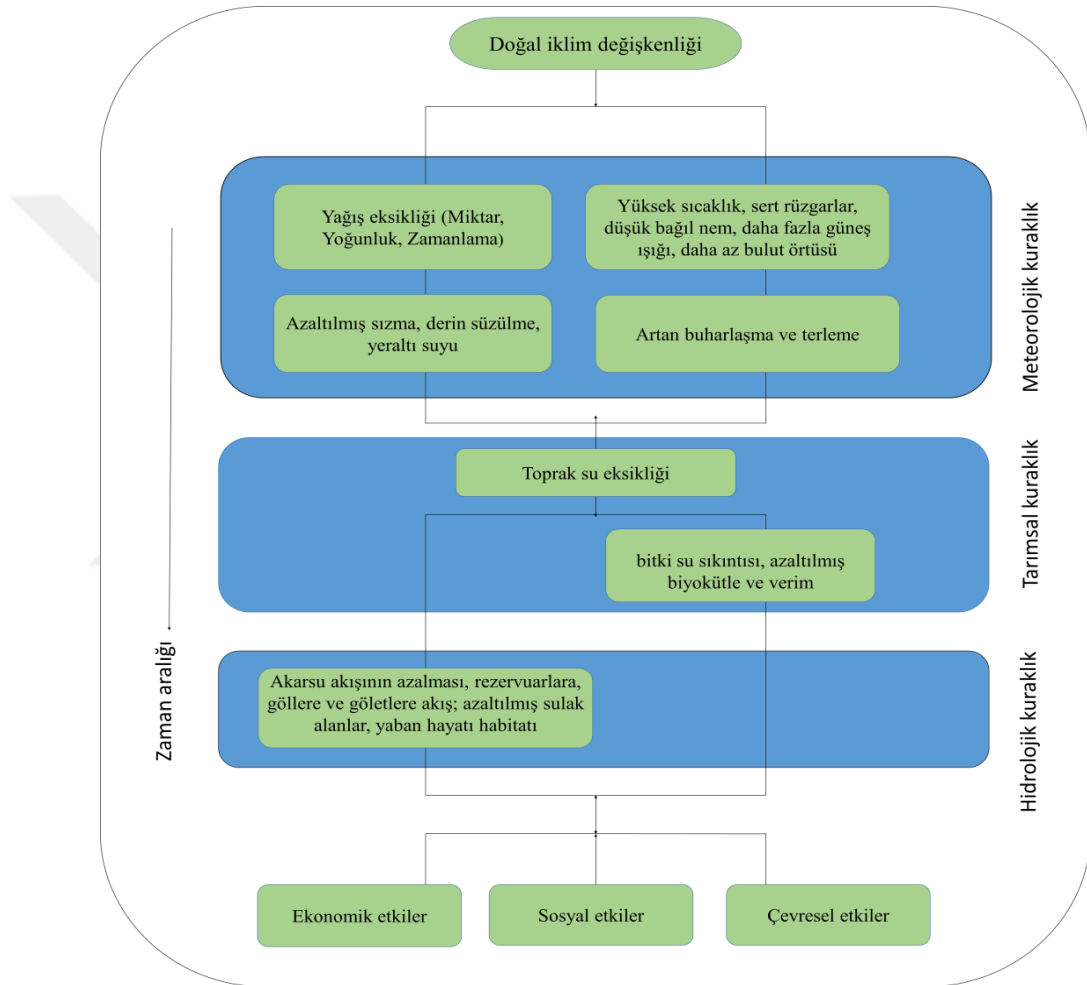


ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 . Antalya İli Toprak Gruplarının Dağılımı.....	3
Grafik 3.2. Antalya İli Arazi ve Tarım Alanları Dağılımları.....	14
Çizelge 3.3. Antalya İli Arazi Durumu.....	14
Çizelge 3.4. Antalya İli Tarımsal Üretim Şekilleri Miktarları.....	15
Çizelge 3.5. Antalya İli Tarımsal Üretim Çeşitleri ve Yıllar İçerisindeki Değişim Miktarları.....	15
Çizelge 3.6. Kuraklık Şiddet Sınıfları.....	16
Çizelge 3.7. Yağış etkinlik indisi kategorileri	17
Çizelge 3.8. PNI metoduna göre indeks değerleri ve sınıflandırma.....	18
Çizelge 3.9. Aydeniz indeks değerleri ve iklim özelliği.....	20
Çizelge 3.10. De Martonne indis değerleri ve iklim özelliği.....	21
Çizelge 4.1. Antalya Merkez Thornthwaite Su Bilançosu.....	23
Çizelge 4.2. Alanya Thornthwaite Su Bilançosu.....	25
Çizelge 4.3. Kaş Thornthwaite Su Bilançosu.....	27
Çizelge 4.4. Elmalı Thornthwaite Su Bilançosu.....	29
Çizelge 4.5. Finike Thornthwaite Su Bilançosu.....	32
Çizelge 4.6. Gazipaşa Thornthwaite Su Bilançosu.....	33
Çizelge 4.7. Manavgat Thornthwaite Su Bilançosu.....	35
Çizelge 4.8. Korkuteli Thornthwaite Su Bilançosu.....	37
Çizelge 4.9. Demre Thornthwaite Su Bilançosu.....	39
Çizelge 6.1. Antalya ilçeler bazında yapılan tüm analizlerin sonuçları.....	62

1.GİRİŞ

Kuraklık, bir bölgede yağışların az ve yetersiz olması durumudur. Yağışın istenilen seviyenin altında olması ve tüm yıl boyunca düzenli olmamasıdır. Normalde bol yağış alan yerlerde de kurak dönemler görülebilmektedir. Kuraklık birçok alanda etkili olmaktadır. Ayrıca kuraklık, yağış azlığından başka havadaki bağıl nemin az olması ve rüzgarların fazla olması gibi nedenlerle meydana gelebilmektedir (Mishra & Singh, 2010, s. 202).



Şekil 1.1. Yağış yetersizliğinin ve diğer faktörlerin kuraklık gelişimine etkisi. (Wilhite, 2000)

Kuraklık, değişken bir durum olup bazı dönemler meydana gelip bazı dönemler görülmemektedir. Yağış azlığı uzun yıllar devam eden sıcak hava dalgalarıyla birleşerek daha tehlikeli bir hale gelmektedir. (Mishra & Singh, 2010, s. 202-216).

Kuraklık tanımı temel olarak 4 alt başlıkta incelenmektedir. Bunlar; Meteorolojik, Tarımsal, Hidrolojik ve Sosyo ekonomik kuraklıktır. Kuraklık, meteorolojik kuraklık

etkileriyle ilk olarak başlamakta, tarımsal ve hidrolojik kuraklık olarak gelişmekte ve son olarak ise sosyo ekonomik kuraklık olarak devam etmektedir (Pamuk Mengü, Anaç, & Özçakal, 2011, s.77).

Meteorolojik kuraklık kavramı; yağışın olması gereken seviyenin altına düşmesi, sıcaklıkların artması ve nemin azalması sonucunda ortaya çıkan kuraklıktır. Bir taraftan yağış azalırken diğer taraftan sıcaklıkların artması sonucunda meydana gelen meteorolojik kuraklık sonucunda yer altı su seviyesi ve topraktaki da nem miktarı da azalmaktadır. (Mishra & Singh, 2010, s. 202-216)

Tarımsal kuraklık kavramı; toprakta bulunan nem miktarının bitki gelişimi için gerekli olan seviyenin altına düşmesi olarak tanımlanmaktadır. Tarımsal kuraklığın meydana gelmesi meteorolojik kuraklığın bir sonucu olarak görülmektedir. Toprak nemi birdenbire azalmaz bu durum uzun bir süreç sonucunda meydana gelmektedir (Mishra & Singh, 2010, s. 202-216).

Hidrolojik kuraklık kavramı; bir bölgede yer altı ve yer üstü su kaynaklarının azalması olarak tanımlanır. Yağışın azlığı ve sıcaklığın fazlalığı sonucu meydana gelen evapotranspirasyon sonucunda sulama kaynağı olarak fazla miktarda yer altı su kaynaklarının kullanımı hidrolojik kuraklığı arttırmaktadır.

Sosyoekonomik Kuraklık kavramı; Kuraklığın oluşmasından sonra etkilediği tarımsal faaliyet ve enerji üretimi gibi faktörlerde meydana getirdiği etki olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca bu faktörlerin talep ettiği su miktarının karşılanamaması olarak tanımlanmaktadır (Mishra & Singh, 2010, s. 202-216).

Güncel kuraklık haritaları meteorolojik kuraklık haritalarıdır. Bu haritalar özellikle tarım ile ilişkilendirildiğinde yetersiz kalmaktadır. Oysa kuraklık dendiğinde sadece meteorolojik kuraklık anlaşılmamalıdır. Bu nedenle tarımsal kuraklığın da mutlaka izlenmesi ve takip edilmesi gerekmektedir.

Son zamanlarda dünyada ve ülkemizde yağış rejiminde oluşan değişiklikler sonucu ortaya çıkan kuraklık, canlılar açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, kuraklık indeks değerleri göz önünde bulundurularak tarımsal üretim faaliyetlerinin olası kuraklıktan etkilenme seviyesinin en alt seviyeye indirilmesi önemli ölçüde sağlanmalıdır. Ülkemizde tarımsal faaliyette kullanılan su miktarı toplam tüketilen suyun %74'ünü oluşturmakla birlikte, özellikle sulamada su tasarrufunu öncelikli olarak gündeme getirmektedir. Su kaynaklarının etkili kullanımı için tarımda özellikle damla sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ülkemiz iklim değişikliği yönünden riskli ülkeler arasında bulunmaktadır.

Yapılan bu çalışmada, Antalya ilinin tüm ilçelerinin meteorolojik ve tarımsal kuraklık durumlarını belirlemek ve haritalamak amaçlanmıştır. Söz konusu çıktılar ve

haritalar, Antalya ilinin toprakları ile ilişkilendirilerek kuraklığın tarımsal anlamda günümüzde ve gelecekte nasıl bir etki yarattığı/yaratacağı konusuna bir projeksiyon tutmak istenmiştir.



2. KAYNAK TARAMASI

Kuraklık değerlendirme çalışmalarında kapsamında birkaç farklı metot kullanılmaktadır. Kuraklığın incelemesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan en çok bilinenleri; meorolojik kuraklık yöntemleri içinde değerlendirilen, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi analizi (McKee vd., 1993) ve Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi analizi (Palmer, 1965) yaklaşımlarıdır.

Dünyada ve ülkemizde yapılan birçok kuraklık analizi mevcuttur. Edwards (1997) yaptığı bir araştırmada; Amerika Birleşik Devletleri'nde yer alan 1221 istasyonun verilerini kullanarak SPI yöntemi ile kuraklık ve nemlilik bakımından analizi gerçekleştirmiştir. Aynı şekilde Li vd. (2008) Güney Amazon'da; Fathabadi vd., (2009) İran'da; Chen vd. (2009) Tayvan'da; Kim vd., (2009) Güney Kore'de ve Santos vd. (2011) Portekiz'de inceledikleri araştırmalarında uzun yıllar aylık yağış verilerini kullanarak SPI'yi 3-, 6-, 9-, 12- ve 24- aylık zaman aralıklarında hesaplamıştır. Elde ettikleri verilerle zaman ve konum bakımından kuraklık tehlikesini belirlemek amacıyla kuraklık indeksini değerlendirmişlerdir.

Ülkemizde yapılan SPI hesaplamalarından biri de, Kömüşçü vd. tarafından (2003), ülkemizdeki 102 istasyona ait uzun süreli yağış verilerinin kullanılmasıyla yapılan araştırmadır. Buna göre, 1951-2001 yılları arasında meydana gelen kuraklığın şiddet ve süre açısından yurdumuzun hangi bölgelerinde etkili olduğunu belirlemiştir. Pamuk vd. (2004) yaptıkları araştırmada, Ege bölgesinde standart yağış indeksi ile kuraklığın durumunu tespit etmek amacıyla bölge istasyonlarının 1971-2001 dönemindeki yağış değerlerini kullanmışlardır. Kuraklığı 3-, 6-, 12-, 24- ve 48- aylık dönemler için incelemişlerdir. Sonuç olarak kuraklığın belirli periyotlar halinde sürekli takip edilmesinin oldukça önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Yeğnidemir (2005), son yıllarda kuraklığın sıklıkla gözlemlendiği İç Anadolu bölgesinde standart yağış indeksi ile kuraklık analizi yapmıştır. Araştırmada, o bölgedeki 28 istasyonun 1953-2008 yılları arasındaki aylık yağış değerlerini kullanarak her bir istasyonun 1-, 3-, 6-, 12-, 24- ve 48- ay süreli standart yağış indekslerini belirlemişlerdir. Benzer şekilde Deniz (2009), Türkiye'de bulunan 96 istasyonun 1929-2006 dönemine ait yağış verilerini standart yağış indeksi ile analizini gerçekleştirmişlerdir.

Fidan (2011), yapmış olduğu araştırmada, Doğu Akdeniz Bölgesinde bulunan 58 meteorolojik veri kaynağından elde ettiği yağış verileri ile standart yağış indeksi yöntemiyle bölgenin kuraklık analizini gerçekleştirmiştir ve Markov zincirleriyle kuraklık modellemesi oluşturmuştur.

Atmaca (2011), yapmış olduğu çalışmada Konya ilinde bulunan istasyonları kullanarak kayıt uzunluğu 10-84 yılları arasında bulunan 44 meteorolojik istasyonundan

elde ettiği aylık toplam yağış verilerini kullanarak standart yağış indeksi yöntemiyle kuraklık analizi yapmıştır.

Kıymaz vd. (2011), Kırşehir ve Seyfe Gölü'nde yaptıkları analiz sonucunda 1975-2008 yılları arasındaki meteorolojik verileri kullanarak elde ettiği verilerde bu yıllar arasında hafif, orta, şiddetli, çok şiddetli ve çok yüksek seviyelerde kuraklık yaşandığını belirlemişlerdir. Çalışmada ikinci dönem hafif kuraklık parametreleri tüm kurak dönemlerde (3-, 6-, 12- ve 24- aylık) birinci döneme göre kıyasla artarak çeşitli şiddetlerde meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Yürekli ve Anlı (2008) Karaman ilindeki araştırmalarında 1929-2007 yılları arasında yağış değerlerini SPI yöntemiyle meteorolojik kuraklık analizi gerçekleştirmiştir. Genellikle aylar için elde edilen SPI değerleri 0.99 / -0.99 değerleri arasında kaldığını gözlemlemişlerdir. Anlı vd. (2007) Çekerek Havzasında bulunan 17 yağış veri istasyonundan elde edilen aylık ve yıllık yağmur verilerinden faydalanarak kuraklığın bölgesel analizini gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre havzanın kuraklık durumunun normal ve normale yakın olduğunu belirtmişlerdir.

Martins ve diğ. (2012) Portekiz'de yaptıkları araştırmada, 1941– 2006 yılları arasında 74 istasyonda aylık yağış değerleri ve 27 istasyonda en düşük ve en yüksek sıcaklık verilerini kullanarak analizler gerçekleştirmişlerdir. Yağış Konsantrasyon İndeksi (PCI), Standart Yağış İndeksi (SPI), Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (PDSI) ve modifiye PDSI (MedPDSI) analiz etmiştir. Araştırma sonuçlarına göre ülkelerinde hem yağış rejimlerine hem de kuraklık değerlerine göre iki farklı alt bölge olduğunu ortaya koymuşlardır. SPI-3, SPI-12, PDSI ve medPDI sonuçlarının paralel olduğunu gözlemlemişlerdir.

Gümüş ve Algın (2017) Ülkemizdeki Seyhan-Ceyhan Nehri Havzaları için hem meteorolojik hem de hidrolojik kuraklık metodlarını gerçekleştirmişlerdir. Standart Yağış İndeksi (SPI) ve Akım Kuraklık İndeksi (SDI) analizleri kullanılmıştır. Çalışma alanları için kuraklık olaylarının yeri, periyodu ve oluşum seviyesi grafiksel olarak incelenmiştir.

Güner Bacanlı (2017), yaptıkları çalışmada yağış ve kuraklığın eğilimini analiz etmiştir. Türkiye'nin Ege Bölgesi'nin 1960-2013 yılları verilerini işleyerek Standart Yağış İndeksini (SPI) hesaplamıştır. Daha sonra 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık SPI sonuçlarının eğilimlerini Doğrusal Regresyon, Mann–Kendall ve Spearman'ın rho testlerinden yararlanarak %5 anlamlılık düzeyinde analiz gerçekleştirmiştir.

Çelik ve Gülersoy (2018) Mersin ve çevresinde yaptıkları araştırmada, 1965-2014 yılları için Standart Yağış İndeksi (SPI), Normal Yağışın Yüzdesi İndeksi (PNPI) ve Erinç Kuraklık İndeksi analizlerini gerçekleştirerek bu analizleri karşılaştırmışlardır. Üç analiz sonucunun da birbirleriyle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Mahmoudi ve diğ. (2019) yapmış oldukları araştırmada farklı kuraklık analizlerini karşılaştırmışlardır. İran'daki kuraklığın durumunu incelemek ve en iyi kuraklık analiz yöntemini seçmek amacıyla SPI, PNPI, ZSI, DI, CZI, EDI ve MCZI dahil olmak üzere yedi kuraklık indeksi ile hesaplamalar yapmışlardır. İran'daki 41 istasyonda 1985-2013 yılları arasındaki aylık yağış verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada sonuçta, SPI ve EDI indeksleri İran'da kuraklığın değerlendirilmesi için ilk ve ikinci en iyi analizler olarak belirlenmiştir.

Aydın ve diğ. (2019) yaptıkları araştırmada, Erinç Yağış Etkinlik İndisine göre değerlendirilen Ülkemizin iklim bölgelerinin aylık en yüksek ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerinin rejim özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada 512 meteorolojik veri istasyonları verisine yıllık indis değerleri hesaplanmış ve aynı iklim bölgelerini kapsayan istasyon verilerine göre iklim tiplerinin rejim karakteristikleri belirlenmiştir. Yıllık indis haritasına göre Türkiye'de en fazla görülen yarı nemli (%58.8) ve yarı kurak iklim tipleri (%24.1) sahip iken en az görülen kurak (%1.7) ve çok nemli iklim tipleri (%3.3) görülmektedir. Yıllık toplam yağışın 800 mm'nin üstünde olduğu alanlar nemli ve çok nemli iklim tipleri içerisinde, yağış değerinin 400 mm'den az olduğu alanlar ise yarı kurak ve kurak iklim tipleri içerisinde bulunmaktadır. İklim tiplerinin kendi aralarındaki değişikliklerine (yani her iklim tipi içerisindeki en yüksek ve en düşük değer farklılıklarına) göre yağış farklılığının en fazla olduğu tip çok nemli iken en az görüldüğü tip kurak iklim tipidir. Tüm iklim tiplerinin soğuk dönemdeki aylık en yüksek sıcaklıkların ortalaması değerleri birbirlerine çok yakındır. İklim bölgeleri arasında en yüksek sıcaklıkların ortalaması farkı soğuk dönemde ~ 1 °C iken sıcak dönemde ~ 10 °C'ye kadar çıkmaktadır.

Göksu ve diğ. (2015) yaptıkları araştırmada, 1998 ile 2013 yılları için Spot Vegetation (SPOT VGT) uydusundan oluşturulan görüntülerde yapılan Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI) verilerini 10'ar günlük süreçler halinde incelemişlerdir. Çalışma sonunda, Uludağ Üniversitesinde incelenen parsellerin NDVI değerleri parsel sınırından uzaklaştıkça farklılaşmaktadır. Ayrıca parsellerde elde edilen NDVI değerlerinin minimum ve maksimum değerleri arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir.

Çelik ve Karabulut (2017) yaptıkları araştırmada, Akdeniz Bölgesi için 16 günlük ve aylık uydu verilerini kullanarak aylık ve yıllık periyotlarda meteorolojik kuraklık analizleri gerçekleştirmişlerdir. İndekslerden Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI), Geliştirilmiş Bitki İndeksi (EVI), Bitki Örtüsü Durum İndeksi (VCI) ve Standartlaştırılmış Bitki Örtüsü Kuraklık İndeksi (SDVI) hesaplanmıştır.

Acharya ve diğ. (2019) tarımsal kuraklık araştırmalarında Hindistan'ın Kuzey Gujarat eyaletinin Patan bölgesinin analizini gerçekleştirmişlerdir. Uzaktan Algılama (RS) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojisini kullanarak iklim değişikliğinin ve tarım üzerindeki etkisinin değerlendirmek amacıyla yaptıkları bu çalışmada, Çalışma alanını

içeren Şubat-2002 ve Şubat-2018 Landsat-7 TM ve Landsat-8 OLI verileri, 16 yıllık dönemde tarım alanındaki arazi kullanımı/arazi örtüsü haritalaması ve gözlem farklılıklarını belirlemek amacıyla analiz etmişlerdir. Ayrıca Standart Yağış İndeksi (SPI), Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) ve Kuraklık İndeksi (AI) gibi çeşitli kuraklık analizleri, son 16 yılın meteorolojik verileri kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, kuraklık mevsiminde toplam tarımsal bitki örtüsünün 2002 de sadece yüzde 21,9 olduğunu ve 2018'de yüzde 58,7'ye yükseldiğini ortaya koymuştur. Yağış sapmaları çeşitli yıllar için hesaplanmış ve düşük yağış oluşumuna sahip yüksek negatif yağış sapmalarının (-40 ila -70%) Patan bölgesinde -0.5 ila -1.1 arasında değişen negatif SPI değerleri ile ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Arslan vd. (2014), yapmış oldukları çalışmalarında Aksu-Antalya Sulama bölgesinin kuraklık durumunu tespit etmek amacıyla Aydeniz metodu ve coğrafi bilgi sistemleri ile kuraklık analizini gerçekleştirmiştir. Antalya, Isparta, Korkuteli ve Manavgat meteoroloji gözlem istasyonlarına ait sıcaklık, güneşlenme süresi, nem, yağış verileri kullanılmıştır. CBS ortamında ArcGIS 10 programı aracılığıyla yıllık kuraklık haritaları oluşturulmuştur. Türkiye’de en fazla örtü altı tarım yapılan ili Antalya olup bununla birlikte tarla tarımı da oldukça yaygın yapılmaktadır. (Çanakçı ve Akıncı, 2007). Bölgenin en çok yetiştirilen bitki deseni pamuk, mısır, narenciye ve sebzelerdir. Örtü altı yetiştiriciliğinde ise en fazla domates yetiştirilmektedir (Sayın ve ark., 2010). Bu bölge yurt içi ihtiyacımızın önemli bir kısmını karşılarken diğer taraftan da ihracat açısından oldukça önemli olup kuraklık açısından izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Antalya'daki Aksu Sulama Alanı'nın kuraklık seviyesinin belirlenmesi amacıyla kuraklık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla coğrafi bilgi sistemleri ve Aydeniz yönteminden yararlanılmıştır Araştırmadan elde edilen verilere göre, bölgede 1985 ile 2006 yılları arasında kurak dönem gözlenmemiştir.

Nazmi Dinç vd. (2016), yapmış oldukları çalışmada Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) analizi ile Antalya ilinin kuraklık analizini araştırmışlardır. Yapmış oldukları çalışmaya göre; temmuz, ağustos ve eylül aylarındaki yağışların sahil kesiminde 0.3 mm ile 8.8 mm arasında yayla kesiminde ise 7.4 mm ile 25.6 mm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Bu durum yağışların özellikle yaz aylarındaki tarımsal üretim için kullanılan su açısından ne kadar yetersiz olduğunu göstermektedir. Yağışların mevsimlik dağılımı incelendiğinde, Antalya bölgesinde yağışların %54.4'ünün kış mevsiminde, %19.4'ünün ilkbahar, %3.4'ünün yaz ve %23.8'inin ise sonbahar mevsiminde olduğu tespit edilmiştir. Sahil kesiminde yağışların %56.8'inin kış, %17.0'ının ilkbahar, %1.1'inin yaz ve %25.1'inin sonbahar mevsiminde ve yayla kesiminde ise yağışların %43.1'inin kış, %26.8'inin ilkbahar, %10.2'sinin yaz ve %19.8'inin sonbaharda meydana gelmektedir. Uzun yıllık aylık ortalama yağışlar incelendiğinde, Kuraklık yaz aylarında görülebildiği gibi kış aylarında da meydana gelebilmektedir. En yağışlı değer 3.28 ile Aralık 2001'de Korkuteli'nde hesaplanmıştır. En kurak değer ise -3.40 ile Ağustos

2010'da Antalya'da hesaplanmıştır. Bulgular, Antalya yöresinde orta şiddette bir kuraklığın her zaman risk olarak var olduğunu vurgulamıştır.

Yılmaz, Ü. (2000), çalışmasında; Antalya yöresindeki Kırmızı Toprakların mikro morfolojik özelliklerini araştırdığı çalışmada; Antalya bölgesindeki travertenler üzerinde oluşmuş Akdeniz Kırmızı Topraklarının önemli mikro morfolojik özelliklerini belirlemiş ve bu özellikleri ortaya çıkaran biyolojik aktivite, yeniden kristallenme, rubifikasyon, illuviyasgon, dekalsifikasyon, pedotürbasyon, erozyon, ikincil kalsifikasyon ve indirgenme koşulları gibi genetiksel olaylar yorumlamıştır. Buna göre özellikle toprak tanecik büyüklük dağılımları göz önüne alındığında, araştırma alanı topraklarının üst horizonlarında fazlaca silt içerdikleri ve siltin kile oranının bu horizonlarda fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Altunbaş ve Sarı (2009), yaptıkları çalışmada Antalya iline ait Kırmızı Akdeniz Topraklarında bulunan Fe içeriklerini araştırmışlardır. Buna göre Akdeniz bölgesinde bulunan altı farklı profilde çalışmış ve ana materyaldeki Fe içeriğinin %0,6 olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca solum içindeki horizonların da Fe içeriğinin ortalama %2,6 olduğunu belirlemişlerdir.

Altunbaş vd. (2020), yapmış oldukları çalışmada; Aksu ovasında farklı fizyografik birimler üzerinde gelişen toprakları seri düzeyinde araştırmışlardır. Elde edilen verilere göre 3 farklı fizyografya üstünde 9 farklı toprak serisi gelişim göstermiştir. Çalışmanın yapıldığı bölgede genellikle genç topraklar bulunmakla birlikte, strüktür gelişimi düşük olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte düşük organik madde, kireç miktarının yüksek olduğu ve taşkın ihtimalinin fazla olduğu vurgulanmıştır.

Alami ve ark. (2018), Afganistan'daki Helmand Nehir Havzası'ndaki (HNH) Lashkargah, Farah, Adraskan ve Gardandiwal istasyonlarındaki 1979'dan 2015'e kadar 37 yıllık aylık kaydedilmiş yağış verilerini kullanarak kuraklığı araştırmışlardır. Bu araştırmada Standardize Kuraklık indeksleri olarak (Normal-SYİ, Log-SYİ ve Gamma-SYİ) Yağış İndeksi, Normal Yüzdesi İndeksi (NYİ) ve Ondalıklar kuraklık İndeksi (OKİ) kullanmışlardır. Tüm yöntemler yıllık uzun vadeli yağış veri setine uygulanmıştır. Sonuçlara bakıldığında söz konusu tüm yöntemlerin neredeyse aynı sonuçları sağladığı görülmüştür.

Apak (2009), Ege Bölgesinde, SYİ yöntemi ile, 1930-1970 ve 1971-2006 olmak üzere iki ayrı grupta kuraklık analizi yapmış ve ikinci grubun birincisine göre daha kurak geçtiği sonucuna ulaşmıştır. Ege Bölgesinin kuraklık sınırına yakın olduğunu ve yağışlı dönemlerin azaldığını tespit etmiştir.

Bacanlı ve ark. (2019), yaptığı çalışmada, Akdeniz Bölgesi'nde ilk kez Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SYEI)'ni kullanmışlardır. 1970-2018 yılları arasında 8 istasyonun (Adana, Antalya, Burdur, Hatay / Antakya, Isparta,

Kahramanmaraş, Mersin ve Osmaniye) sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır. Bütün istasyonlar için 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYEI değerlerinin frekans analizleri hesaplanmıştır. Ve frekans değerleri arasında kurak ve nemli dönemlerin dağılımları karşılaştırılmıştır. Sonuçlara bakıldığında tüm istasyonlarda verilerin hafif kuraklık ile normale yakın arasında olduğu Normale yakın ve kurak durumlarda Mersin'in maksimum değerlere sahip, Adana'nın ise minimum değerlere sahip olduğu izlenmiştir.

Gürler (2017), SYİ, SAİ, SYSSİ ve SDHI indekslerini kullanarak, Beyşehir ve Konya-Çumra-Karapınar Alt Havzalarında 21 adet akım gözlem istasyonu, 8 adet yeraltı su kuyusu, 4 adet meteorolojik gözlem istasyonu, ve 6 adet depolama alanı ile birlikte toplamda 39 ayrı istasyonda 6 farklı dönem (1,3,6,9,12,24 aylık) için Hidrojik kuraklık analizleri yapmıştır. Bu çalışmada yağış, akış, yeraltı suyu ve depolama kuraklık özelliklerini tek grafik ile aralarındaki ilişkiyi gözlemlemiştir. Yağış, akış, yeraltı suyu ve depolamanın birbirleri ile ilişkili olduğu ve yağışın az olduğu zamanlarda yeraltı suyu çekiminin çok arttığı görülmüştür.

Şener ve ark. (2019), Çorak Gölü Havzası'nda meteorolojik kuraklığı Standardize Yağış İndeksi (SYİ) yöntemi ile 1970-2016 yıllarını kapsayan 47 yıllık dönem için havza etrafındaki meteorolojik istasyonlarına göre analiz etmişlerdir. (SYİ) indeks sonuçlarına göre en yağışlı dönemin 2009 ve en kurak dönemin ise 1989 ve 1990 yılları olduğu görülmüştür. Coğrafi bilgi sistemleri ortamında Çorak Gölü Havzası'ndaki meteorolojik kuraklığın şiddeti ve alansal dağılımlarını zamansal olarak haritalandırmışlardır.

Şimşek ve ark. (2010), Türkiye'nin 1970-2008 ardışık tarım yılları için Standardize Yağış İndeksi (SYİ) ve Normalin Yüzdesi İndeksi (NYİ) metodlarını kullanarak periyot olarak aylık, mevsimlik ve tarımsal üretim yılı bazında kuraklık analizleri yapmışlardır. Ve Güneydoğu Anadolu bölgesi en çok kuraklığın yaşandığı bölge olduğu görülmüştür. SYİ sonuçlarına göre; bakıldığında kuraklık 18 yıl ve %46.2'lik bir oranda, NYİ sonuçlarına göre ise kuraklık 9 yıl ve %23.1'lik oranda gerçekleşmiştir.

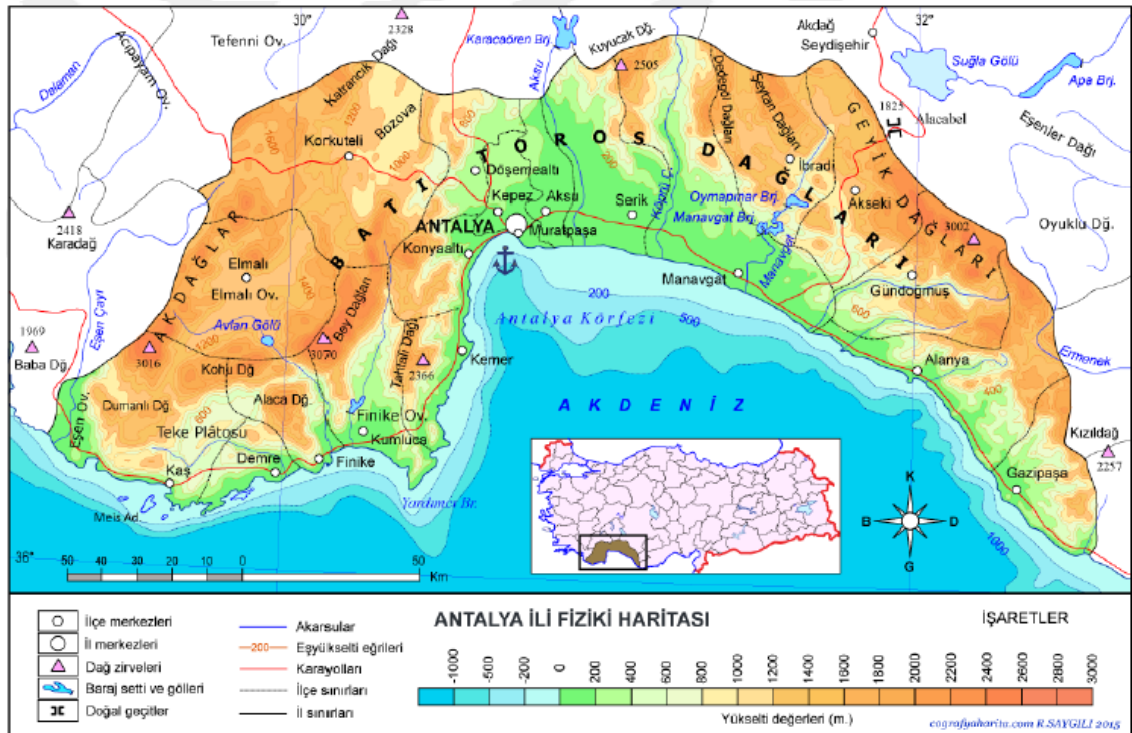
Tüm yapılan bu çalışmalar ışığında, biz bu tez çalışmasında elde ettiğimiz iklimsel verilerin çeşitli analizlerini (SPI, PNI, NDVI, De Martonne, Aydeniz ve Erinç Yöntemi) yaparak Antalya ilinin Meteorolojik ve Tarımsal kuraklık durumunu ortaya koymaktayız.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanının topoğrafyası

Antalya ili ülkemizin güneyinde, Akdeniz'e kıyısı olan 29°-32° boylam ve 36°-37° enlemlerinde bulunmaktadır. Antalya ilinin yüz ölçümü yaklaşık 20.177 km² olarak ölçülmüş olup Ülkemizin %2,6 sını kaplamaktadır. (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021). Antalya ilinin doğusunda Mersin ve Konya, kuzeyinde Isparta ve ayrıca Burdur, batısında ise Muğla illeri bulunmaktadır. Antalya ili engebeli bir araziye sahiptir. Toroslarda rakım 2500-3000 metreyi aşmaktadır. Sahil ve yayla bölgesi arazi durumu ve iklim bakımından birbirinden farklıdır. Dağların ana materyali çoğunlukla kireçtaşı olmakla birlikte dolinler, uvalalar ve mağaralar yaygın bir şekilde bulunmaktadır. (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021).



Şekil 3.1. Antalya İli Coğrafi Konumu Haritası (Serden EROL, 2019)

Sahil bölgesi ilçeleri; Kepez, Döşemealtı, Konyaaltı, Muratpaşa, Aksu, Gazipaşa, Alanya, Manavgat, Serik, Kemer, Kumluca, Finike, Demre ve Kaş'tır. Bu ilçelerde rakım 5-44 m arasında değişmektedir. Yayla bölgesi ilçeler ise; Gündoğmuş, Akseki, İbradı, Korkuteli ve Elmalı'dır. Bu ilçelerin yükseltisi ise 900-1000 m arasında olduğu belirlenmiştir. (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021).

3.1.2. Araştırma alanının jeolojisi ve jeomorfolojisi

Antalya Havzası bütün jeolojik devirleri geçirmiştir. Bunlar sırası ile; Paleozoik, Mesozoik, Tersiyer, Kuvaterner dir. Antalya ili fizyografya açısından zengin bir bölgedir. Bölgede dağlık alanlar, alüvyal, kolüvyal, vadi, plato ve karstik araziler gibi oluşum yönünden pek çok farklılık gösteren alanlar mevcuttur.

Sönmez vd., (2007) yaptıkları araştırmada, Antalya platosunu ağırlıklı olarak Mesozoik yaşlı kireç taşları ve marn temel jeolojik formasyonları oluşturmaktadır. Bu bölgede ek olarak Denizel kireç taşları, siltli kil depositleri ve konglomeralar da bulunmaktadır.

Miosen oluşukların üzeri çoğunlukla Travertenlerle kaplanmış şekildedir. Kuaterner oluşuklar, belirtilen platoda aluviyal depositlerin yanısıra bazı alanlardaki konglomeralar ile birlikte bitki dokulu, oolitik ve masif traverten oluşumları şeklinde gözlemlenmektedir. (İnan,1985).

3.1.2.Araştırma alanının toprakları

Ana materyal, iklim, topoğrafya, bitki örtüsü ve zamanın etkisiyle Antalya ilinde farklı çeşitte büyük toprak grupları meydana gelmiştir. Havza genelinde görülen topraklar; Kırmızı Akdeniz Toprakları, Kırmızı-Kahverengi Akdeniz Toprakları, Kahverengi Orman Toprakları, Kestane Rengi Topraklar, Rendzina Topraklar, Alüvyal Topraklar ve Kolüvyal Topraklardır.

Çizelge 3.1 . Antalya İli Toprak Gruplarının Dağılımı

Sıra No:	Toprak Grubu Adı	Alan (ha)
1	Kırmızı Akdeniz Toprağı	547.332
2	Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprağı	294.291
3	Kahverengi Orman Toprağı	326.246
4	Kestane Rengi Topraklar	71.883
5	Rendzina Toprakları	51.458
6	Regosal Topraklar	7.071
7	Yüksek Dağ-Çayır Toprakları	957
8	Tuzlu-Alkali Topraklar	876
9	Alüviyal Topraklar	119.558
10	Hidromorfik-Alüviyal Topraklar	1.336
11	Kolüviyal Topraklar	51.339
12	Kireçsiz kahverengi Orman Toprakları	222.087
13	Organik Topraklar	3.077
14	Sahil Kumulu	4.491
15	İrmak Yatakları	7.513

Çizelge 3.1. ‘in devamı

16	Alüviyal Sahil Bataklıkları	519
17	Çıplak Kaya ve Molozlar	338.843
	TOPLAM	2.048.877

Kaynak : Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021.

3.1.3.Araştırma alanının nüfusu

2021 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) TÜİK verilerine göre Antalya ilinin nüfusu **2.511.700** olduğu tespit edilmiştir. Nüfusu **itibariyle Antalya, Türkiye’de 5. sırada yer almaktadır.** İl nüfusunun yaklaşık %29’unun kırsal kesimde bulunduğu ve tarımsal faaliyetle uğraştığı Antalya’da tarımsal üretim; kalite, verim ve çeşitlilik bakımından zengin bir yapıya sahiptir. İlin sahip olduğu ekolojik, topografik ve sosyo-ekonomik koşulların uygunluğu nedeniyle çok sayıda bitkisel ve hayvansal ürün yetiştirilmesine imkân tanıyan “polikültür tarım” yapılabilmektedir. (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021).

3.1.4.Araştırma alanının iklimi

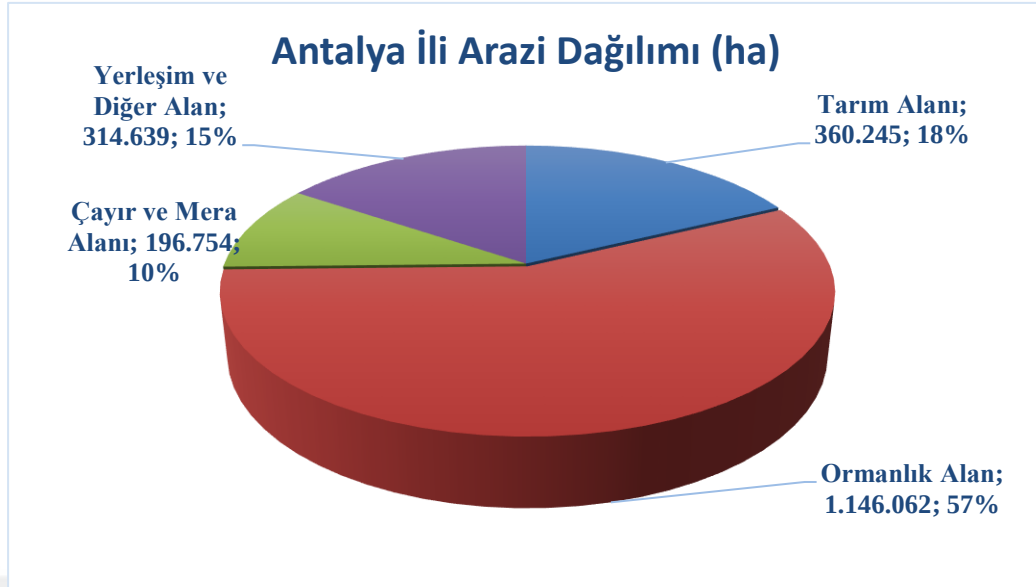
Antalya’nın sahil ve yayla kesimi arasında iklim ve bitki örtüsü bakımından oldukça farklı bir durum görülmektedir. Antalya ilinin iklimi, genellikle yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olarak Akdeniz iklimi içerisinde sınıflandırılmaktadır. Yıllık ortalama yağış 881.7 mm, sıcaklık 18.1°C, ortalama nispi nem %60.6’dır (Anonim, 2011).

Antalya ili iklimi genel olarak ‘Akdeniz İklim Tipi’ sınıfı karakteristiğini göstermektedir. Ancak iç kesimler Akdeniz ikliminden biraz daha farklı bir iklim tipine sahiptir. Antalya ili araştırma verilerine göre; Aydeniz İklim Sınıflandırmasına göre Yarı Nemli, Erinç İklim Sınıflandırmasına göre Nemli, De Martonne İklim Sınıflandırmasına göre Yarı Nemli, Trewartha İklim Sınıflandırmasına göre kışları ılıman-yazları çok sıcak, Thorntwaite İklim Sınıflandırmasına göre Nemli İklim sınıfındadır (Atalay, 2020).

3.1.5.Araştırma alanının arazi varlığı ve su kaynakları

Antalya’nın 2.087.426 ha’lık yüz ölçümünün, %20’sini tarım alanı, %6’sını çayır-mera ve %74’ünde orman ve tarım dışı alanlar meydana getirmektedir. (Anonim, 2011).

Ülkemizde toplam tarım alanı 38.412 bin hektar olmasına karşın toplam tarım alanı ve çok yıllık bitkilerin alanı 23.795 bin hektardır. Ancak toplam işlenen tarım alanı 20.582 bin hektar. Antalya İli’nde toplam tarım arazisi 368.327 hektardır (Çizelge 3.3.) (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021).



Şekil 3.2. Antalya İli Arazi ve Tarım Alanları Dağılımları (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021)

Çizelge 3.3. Antalya İli Arazi Durumu (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü,2021)

Arazi Dağılımı	Antalya (da)	Türkiye (da)	Türkiye'deki Payı (%)
Tarım Alanı	3.649.230	231.365.839	1,6
Çayır ve Mera Alanı	2.044.630	146.170.000	1,4
Orman Alanı	11.417.020	226.220.000	5,0
Diğer Alan	3.098.278	176.703.762	1,8
Yüzölçümü	20.177.000	780.043.000	2,6

3.1.6.Araştırma alanının tarımı

Antalya iklimin etkisiyle çeşitli tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle sahil kesiminde iklim özelliği bakımından yüksek sıcaklıklara dayanıklı, dona hassas bitki örtüsü yayılım göstermektedir. Sahil bölgesinde yoğun örtü altı üretim yapılmaktadır. Son yıllarda iklim değişikliğiyle birlikte sahil bölgelerinde özellikle Alanya ve Gazipaşa ilçelerinde tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetişen muz, papaya, pasiflora, mango, ananas ve pepino yetiştiriciliği yaygınlaşmaktadır. Yükseltinin fazla olduğu yayla alanlarında ise daha çok dona dayanıklı elma, armut, kiraz gibi meyve türleri yetiştirilmektedir. Antalya ilindeki farklı üretim şekilleri, çeşitleri ve yıllar içerisindeki değişimlerine ilişkin bilgiler Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Antalya İli Tarımsal Üretim Şekilleri Miktarları (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü,2021)

Örtüaltı Alanlar	Toplam Alan (Dekar)	Cam Sera (Dekar)	Plastik Sera (Dekar)	Yüksek Tünel (Dekar)
Antalya	312.226	66.738	218.007	14.286
Türkiye	805.159	80.779	401.796	104.258
Antalya / Türkiye (%)	39	83	54	14

Çizelge 3.5. Antalya İli Tarımsal Üretim Çeşitleri ve Yıllar İçerisindeki Değişim Miktarları (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü,2021)

Sebze Üretim Miktarı (Ton)	2002	2019	2020	18 Yıldaki Değişim Oranı (%)
Sebze Üretimi	2.860.464	4.647.653	4.699.235	64
Meyve Üretimi	732.765	1.517.181	1.963.335	168
Tarla Bitkileri Üretimi	767.752	1.154.009	1.303.655	70
Süs Bitkileri Üretimi (Adet)	358.789.000	513.710.350	529.700.203	48

3.2. Metod

Bu araştırmada, Thornthwaite Su Bilançosu, Standart Yağış İndeksi (SPI), De Martonne Kuraklık İndeksi, Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI), Erinc Yöntemi, Aydeniz Yöntemi ve NDVI yöntemleriyle Kuraklık metodları incelenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar ArgGIS 10.7 programında haritalanmıştır. Kuraklık için kullanılan metodlar aşağıda sıralanmıştır.

3.2.1. Thornthwaite su bilançosu yöntemi

Thornthwaite iklim sınıflandırması ve su bilançosu yöntemi, Amerikalı iklim araştırmacı olan C. Warren Thornthwaite tarafından ortaya çıkarılan bir yöntem olmakla birlikte Potansiyel Evapotranspirasyon (ETP) kavramına dayanan bir yöntemdir. (Thornthwaite 1948). Potansiyel evapotranspirasyon kavramı, sıcaklığın artmasıyla toprakta oluşan buharlaşma ile ve yüzey akış ile toprakta kaybolan su miktarının

hesaplanmasını sağlamaktadır. Toprakta bulunan su fazlası ve su eksiği dönemleri hesaplayabilmeyi ve suyun daha etkili yönetilmesini sağlamaktadır.

3.2.2. Standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) esas olarak belirlenen zaman dilimi içinde yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilir (McKee vd., 1993).

$$SPI = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (3.1)$$

X : bir zaman dilimi içim yağış

μ : yağış ortalaması

σ : standart sapma

Eşitlikte kullanılan yağış verileri en az 30 yıllık veriler olması gerekmektedir. Uzun yıllar aylık yağış ortalamalarının, standart sapmaya bölünmesiyle SPI değeri hesaplanmaktadır. SPI değeri 1,3,6,12,24 ve 48 aylık olarak hesaplanabilmektedir. SPI endeksinin sürekli negatif değerler aldığı dönem kurak dönem olarak sınıflandırılmaktadır. Pozitif değere yaklaştıkça kuraklığın bitişi gözlemlenmektedir. (McKee vd., 1994)

Değerlendirme

Sonuçların değerlendirilmesinde aşağıda belirtilen tablodaki (Çizelge 3,6) değerlerden yararlanılmaktadır. (Tsakiris ve Vangelis, 2004).

Çizelge 3.6. Kuraklık Şiddet Sınıfları

SPI DEĞERİ	KURAKLIK ŞİDDETİ
≥ 2	Çok şiddetli yağışlı
1.50 ~ 1.99	Çok yağışlı
1.00 ~ 1.49	Orta şiddetli yağışlı
0.99 ~ 0.00	Normal
0.00 ~ -0.99	Normale yakın kuraklık
-1.00 ~ -1.49	Orta şiddetli kuraklık
-1.50 ~ -1.99	Şiddetli kuraklık
≤ -2	Çok şiddetli kuraklık

Haritaların oluşturulması

Yürütülecek bu projede materyal olarak Antalya ilinin iklim yağış verileriyle Su kaynakları verilerinin analiz edilerek, Toprak Etüt Haritalama Biliminin esasları başta olmak üzere Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojilerinden de yararlanılarak haritalama çalışmaları yapılmıştır. Kuraklık Haritası oluşturulurken Antalya ili tarım verilerini gösteren Hava fotoğraflarından yararlanılmıştır. Tüm bu veriler ArgCİS 10.7 uygulaması kullanılarak haritalandırılmıştır.

3.2.3. Erinç yöntemi

Erinç yağış etkinlik indisinde (I_m) buharlaşma değerinin maksimum sıcaklıklar tarafından kontrol edildiği, bundan dolayı buharlaşmanın gündüzleri ve sıcak mevsimlerde artarken, geceleri ve soğuk mevsimde azaldığı kabul edilir. Bundan dolayı diğer sınıflandırmalardan farklı olarak bu yöntemde maksimum sıcaklıkların ortalaması değeri hesaba katılmıştır (Erinç, 1965). İndiste hesaplanan I_m yağış etkinlik indisini, P yıllık toplam yağış miktarını ve Tom ise maksimum sıcaklıkların ortalamasını ifade eder (Formül 1). Maksimum sıcaklıklar bir günde gündüzleri ölçülen en yüksek değere karşılık gelir ve her ay içerisindeki tüm maksimum değerlerin toplamının gün sayısına bölünmesi ile maksimum sıcaklıkların aylık ortalaması değeri elde edilir. Çizelge 5’de görüldüğü üzere indis sonuçları vejetasyon formasyonlarının yayılış alanları (Erinç, 1977) ile kontrol edilerek sınıflar oluşturulur (Erinç,1996).

$$I_m = P / Tom \quad (3.2)$$

Çizelge 3.7. Yağış etkinlik indisi kategorileri (Erinc, 1996).

I_m	Sınıf	Vejetasyon
< 8	Tam kurak	Çöl
8-15	Kurak	Çölümsü step
15-23	Yarı kurak	Step
23-40	Yarı Nemli	Park görünümlü kuru orman
40-55	Nemli	Nemli orman
55 <	Cok nemli	Çok nemli orman

3.2.4.Normalin yüzdesi indeksi (PNI)

Normalin yüzdesi indeksi meteorolojik kuraklık indeksleri arasında oldukça yaygın ve kullanımı basit bir indekstir. Belli bir zaman periyodu içinde gerçekleşen aktüel yağışın,

ortalama yağış miktarına bölünmesiyle elde edilir. 12 aylık veya daha kısa zaman dilimlerindeki yağışlar bu formülde kullanılabilir (Willeke et al. 1994).

$$PNI : (P_i / \bar{P}) * 100 \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

PNI : Normalin Yüzdesi İndeksi

P_i : Aktüel yağış miktarı

$\bar{P}$: Ortalama yağış miktarı

Çizelge 3.8. PNI metoduna göre indeks değerleri ve sınıflandırma

Periyot	Normal ve üzeri (Risk Yok)	Hafif kurak (İzlemeye Başla)	Orta Şiddetli kurak (Uyarı)	Şiddetli kurak (Acil Durum)
1	% 75 ten büyük	%65–%75	%55–%65	% 55 ten küçük
3	% 75 ten büyük	%65–%75	%55–%65	% 55 ten küçük
6	% 80 den büyük	%70–%80	%60–%70	% 60 tan küçük
9	% 83,5 den büyük	% 73,5 – % 83,5	% 63,5 – % 73,5	% 63,5 tan küçük
12	% 85 den büyük	%75–%85	%65–%75	% 65 ten küçük

3.2.5.Aydeniz yöntemi

Aydeniz formülünde yağış, ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve ortalama güneşlenme süresi değerleri bulunmaktadır. Bu formülle yapılan hesaplamalarda nemlilik katsayısı “(Nks)” ve kuraklık katsayısı “(Kks)” değerleri bulunmaktadır.

$$Nks = ((P * RH) / (T * GS + 15)) * Np \quad Kks = 1 / Nks \quad (3.4)$$

Nks : Nemlilik katsayısı.

Kks : Kuraklık katsayısı.

P : Aylık toplam yağış (cm).

U : Aylık ortalama sıcaklık (°C). RH : Aylık ortalama nispi nem (%).

GS: Gerçek güneşlenme süresinin her enlem derecesine göre değişen teorik güneşlenme süresine oranı (%). Güneşlenme süresi gerçekleşme oranı.

N_p : Nemli periyot yüzdesi (%). Öncelikle N_{ks} değeri bulunup 0.40 dan yüksek olan ayların sayısı 12'ye bölünerek bu değer elde edilir. Aylık hesaplama yapılacağı durumlarda N_p değeri için 12 kullanılır.

Bu formülde GS değerini bulabilmek için, o yerin gerçek güneşlenme süresi yani gün uzunluğunu bulmak gerekir. Bir yerin gün uzunluğu o yerin enlem derecesine ve güneş ışınlarının geliş açısına bağlıdır. 21 Mart ve 23 Eylül günlerinde Ekvator üzerine dik gelen güneş ışınları nedeniyle gece ve gündüz süreleri eşittir. 21 Haziran günü güneş ışınları Yengeç Dönencesine dik geldiğinden kuzey yarım kürede en uzun gündüz ve en kısa gece yaşanır. 21 Aralık günü ise güneş ışınları Oğlak Dönencesine dik geldiğinden kuzey yarım kürede en kısa gündüz ve en uzun gece yaşanır. Güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açıya **Denklinasyon Açısı (δ)** denir. Denklinasyon açısı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\delta = 23.45 * \sin(360 * ((284 + n) / (365))) \quad (3.5)$$

δ : Denklinasyon açısı

n : 1 Ocak'tan itibaren gün sayısı

Güneş ışınlarının bulunduğu boylam ile göz önüne alınan yerin boylamı arasındaki açıya saat açısı denir. Saat açısı, güneş boylamının göz önüne alınan yerin boylamı ile aynı olduğu güneş öğlesinden itibaren ölçülür. Öğleden önceleri (-), öğleden sonraları (+) işareti ile ifade edilir.

Saat açısı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$h = \arccos(-\tan \alpha * \tan \delta) \quad (3.6)$$

h : saat açısı

α : Enlem derecesi

δ : Denklinasyon açısı

Saat açısının kosinüsünün mutlak değeri 1'den küçük veya en çok 1'e eşit ($\cosh \leq 1$) olduğundan 15°'lik saat açısının 1 saat zamana eşit olduğu dikkate alınarak gün uzunluğu;

$$tg : 2/15 * h \quad (3.7)$$

tg : Gün uzunluğu (saat)

h : Saat açısı (derece) bulunur.

Aydeniz formülüne yapılan hesaplamalarla elde edilen Nks ve Kks değerleri için aşağıdaki tablodan iklim özellikleri bulunur (Çizelge 3.9)

Çizelge 3.9. Aydeniz indeks değerleri ve iklim özelliği

Nks	İklim Özelliği	Kks
0.40 den az	Çöl	2.50 den fazla
0.40 – 0.67	Çok Kurak	1.50 – 2.50
0.67 – 1.00	Kurak	1.00 – 1.50
1.00 – 1.33	Yarı Kurak	0.75 – 1.00
1.33 – 2.00	Yarı nemli	0.50 – 0.75
2.00 – 4.00	Nemli	0.25 – 0.50
4.00 den fazla	Çok nemli (Islak)	0.25en az

3.2.6.De Martonne kuraklık indeksi

De Martonne formülünde Yıllık Ortalama Sıcaklık ve Yıllık Toplam Yağış değerleri bulunmaktadır. Bu formülle yapılan hesaplama sonucu Yıllık Kuraklık İndisi (IDM) değeri elde edilmektedir.

$$IDM = P / T + 10 \quad (3.8)$$

IDM : Yıllık Kuraklık İndeksi

P : Yıllık toplam yağış (mm)

T : Yıllık ortalama sıcaklık (°C)

De Martonne aylık kuraklık indis değerleri ise aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$IM = (12 * P') / (T' + 10) \quad (3.9)$$

IM : Aylık Kuraklık İndisi

P' : Aylık toplam Yağış (mm)

T' : Aylık ortalama sıcaklık (°C)

De Martonne formülüne göre hesap edilen IDM ve IM değerleri için aşağıdaki tablodan iklim özellikleri bulunur. (MGM,2016a)

Çizelge 3.10. De Martonne indis değerleri ve iklim özelliği

IDM	İklim Özelliği
5'den küçük	Kurak
5 – 10	Yarı Kurak
10 – 20	Yarı Kurak – Nemli Arası
20 – 30	Yarı Nemli
30 – 60	Nemli
60'dan büyük	Çok nemli

3.2.7.NDVI yöntemi

Bitkiler büyüme ve gelişim aşamalarında organik maddeyi kullanarak inorganik madde üretmek için fotosentez yaparlar. Bitkilerin fotosentez yapabilmesi için ihtiyaç duyduğu gün ışığının, 0,63 µm – 0,69 µm dalga boyu aralığında ve kırmızı ışık bandında olması gerekmektedir (Kandemir, 2010). 0,7µm'den büyük yani yakın kızıl ötesi bant aralığı elektromanyetik enerjiyi soğurmaz (Duran, 2007). Bitkiler kırmızı ışığı absorbe ettiği için kırmızı ışığın yansımaları ölçen bir uydu görüntüsü, düşük sayısal değerler gösterecektir.. Bu durumun tam tersine yakın kızılötesi bant aralığındaki elektro manyetik enerjiyi yansıttıkları için; yakın kızılötesi bant aralığındaki ışığın yansımaları ölçen bir uydu görüntüsü, yüksek sayısal değerler verecektir (Kandemir, 2010).

Normalize Fark Bitki İndeksinin (NDVI) hesaplanmasında, yakın kızılötesi bant (NIR) ve kırmızı bant (R) farkı ile toplamının birbirine oranı kullanılmaktadır. (Rouse ve diğ., 1974).

$$NDVI=(NIR-R)/(NIR+R) \quad (3.10)$$

NDVI algoritması sonucunda -1 ile +1 arasındaki değerler elde edilir. Elde edilen değerlerin sadece pozitif değerleri bitkisel bölgelere karşılık gelir ve indeks ne kadar yüksekse, hedefin klorofil içeriği de o kadar büyük olur (Yengoh ve diğ., 2015).

Çalışmamız Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde yürütülmüştür. Gerekli olan veriler DSİ 13.Bölge Müdürlüğü ve 4. Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. Haritalama çalışmaları, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim dalı Uzaktan Algılama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Antalya ili topraklarının daha etkin kullanılması için su önemli bir kriterdir. Dolayısıyla iklimle toprağı ilişkilendirmek için Antalya ilinin geçmişten günümüze küresel iklim değişikliğine bağılı olarak kuraklık durumunun tespiti oldukça önemlidir. Yaptığımız bu çalışmada, bu kapsamda uluslararası kabul görmüş meteorolojik ve tarımsal kuraklık yöntemleriyle, Antalya ilinin meteorolojik verisi bulunan her bir ilçe için tüm analizler tek tek yapılmış ve her analizin sonuçları ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.1. Thornthwaite Su Bilançosu ve Grafiğı

Thornthwaite su bilançosu bir coğrafi bölgenin ortalama sıcaklık ve yağış verilerini kullanarak çeşitli düzeltmeler ve hesaplamalar sonucunda evapotranspirasyonu bulmayı sağlar. Elde edilen bu değer sayesinde toprakta gerçek buharlaşma, su noksanı olan aylar, su fazlası olan aylar ve toprakta biriken su hesaplanarak su bilançosu belirlenmektedir.

Su bilançosu hesaplanan alanlarda yetiştirilecek bitki deseninin seçimi, bitkinin de yapacağı evapotranspirasyonun hesaplanması aşamaları da yapılabilmektedir. Topraktaki suyun durumunun tespiti ve yapılacak sulamanın miktarının belirlenmesi açısından oldukça önemlidir.

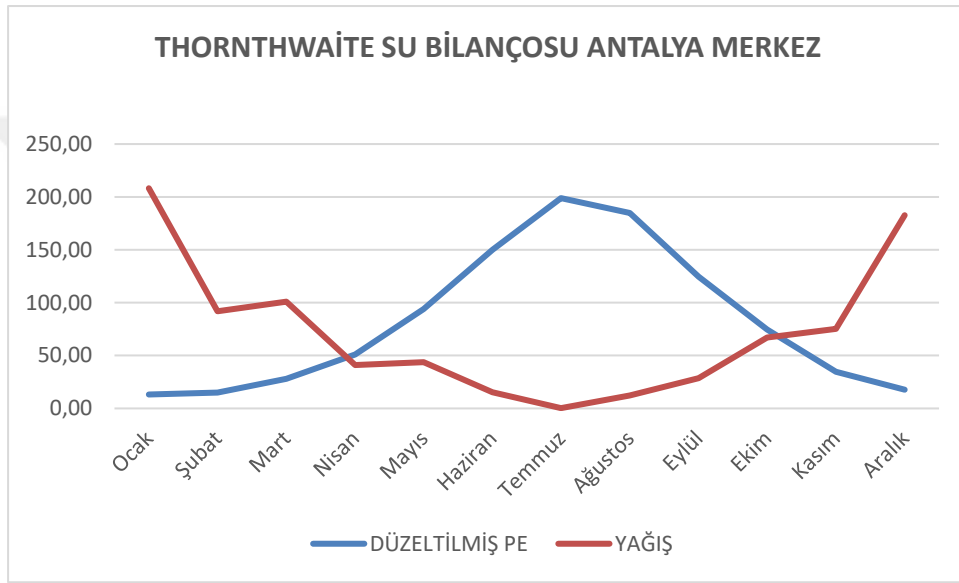
Toprakta suyun yönetilebilmesi için öncelikle var olan suyun durumunun, hareketinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla Thornthwaite su bilançosu hesaplanmaktadır. Kuraklıkla mücadele ve tarımsal sulamaya kullanılan suyun kontrolü açısından oldukça önemlidir. Yaptığımız bu çalışmada Antalya ilinin verileri elde edilen her bir ilçesi için ayrı ayrı su bilançosu hesaplanmıştır. Aşağıda Antalya Merkez, Alanya, Finike, Kaş, Manavgat, Korkuteli, Elmalı, Demre ve Gazipaşa ilçelerine ait sonuçlar çizelgeler ve grafiklerle birlikte belirtilmiştir.

Akseki, Gündoğmuş, İbradı, Kemer ve Kumluca ilçelerinde meteorolojik istasyon bulunmadığı ve meteorolojik verilerin elde edilememesinden dolayı bu ilçelere ait analizler hesaplanamamıştır.

Çizelge 4.1. Antalya Merkez Thornthwaite Su Bilançosu

Su Bilançosu Elamanları	A Y L A R												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
(1) Ortalama Sıcaklık (°C)	11,50	12,50	14,80	17,50	21,50	25,70	29,10	29,50	26,40	22,30	17,30	13,10	20,10
(2) Sıcaklık İndisi (TABLO 1)	3,48	3,96	5,12	6,66	9,04	12,06	14,39	14,62	12,35	9,49	6,49	4,30	101,95
(3) Enleme Göre Düzeltme Katsayısı (TABLO 2)	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	
(4) Düzeltilmemiş Evapotranspirasyon (mm) $PE (16 \cdot (10 \cdot T/I)^a)$	15,32	17,82	27,07	46,28	77,03	121,92	159,09	157,84	120,84	77,03	40,80	21,35	
(5) Düzeltilmiş Evapotranspirasyon (mm) $E.T. (PE \cdot ENLEME GÖRE DÜZELTME KATSAYISI)$	13,18	14,97	27,88	50,91	93,97	149,96	198,86	184,67	124,47	74,72	34,68	17,72	985,98
(6) Yağış (mm)	208,20	91,80	101,10	41,10	43,70	15,30	0,30	12,40	28,60	67,20	75,30	182,60	867,60
(7) Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (YAĞIŞ-E.T.)	0,00	0,00	0,00	-9,81	-60,08	-39,92	0,00	0,00	0,00	0,00	40,62	59,38	
(8) Birikmiş Su (BİR ÖNCEKİ AY SU+YAĞIŞ-E.T.)	100,00	100,00	100,00	90,19	30,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,62	100,00	
(9) Hakiki Evapotranspirasyon (mm)	13,18	14,97	27,88	31,29	-16,38	-24,62	0,30	12,40	28,60	67,20	34,68	17,72	207,22
(10) Su Noksanı (mm) (E.T. - G.E.T.)	0,00	0,00	0,00	19,61	110,35	174,58	198,56	172,27	95,87	7,52	0,00	0,00	778,76
(11) Su Fazlası (mm) (YAĞIŞ-(G.E.T. + BİR. SU. AYL. DEĞ.))birikmiş suyun 100 olduğu aylar hesaplanır.	195,02	76,83	73,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	105,50	450,57
(12) Yüz. Akış (mm)	97,51	87,17	80,19	40,10	20,05	10,02	5,01	2,51	1,25	0,00	0,00	52,75	396,57
(13) Nemlilik Oranı (mm) (Aylık Yağış miktarı - Düzeltilmiş P.E.) / Düzeltilmiş P.E.	14,80	5,13	2,63	-0,19	-0,53	-0,90	-1,00	-0,93	-0,77	-0,10	1,17	9,31	

A Y L A R												
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
DÜZELTİLMİŞ PE	13,18	14,97	27,88	50,91	93,97	149,96	198,86	184,67	124,47	74,72	34,68	17,72
YAĞIŞ	208,20	91,80	101,10	41,10	43,70	15,30	0,30	12,40	28,60	67,20	75,30	182,60



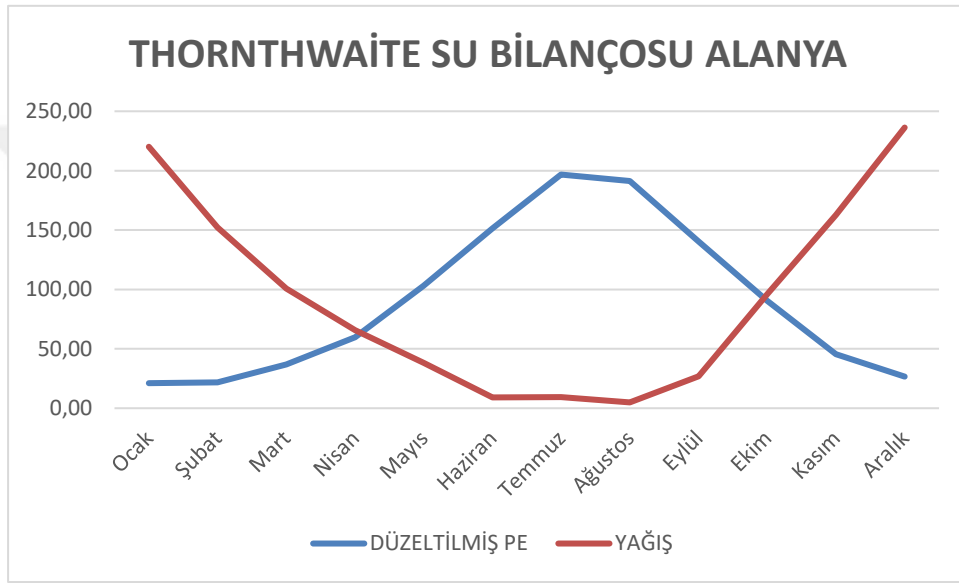
Şekil 4.1. Antalya Merkez Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği

Antalya ili merkez ilçeleri için elde ettiğimiz bulgularla hazırladığımız su bilançosu grafiğine göre; en yüksek gerçek **buharlaşmanın** Temmuz ayında gerçekleştiği, Mayıs, ve Ekim ayları arasında **su noksanı** olduğu belirlenmiştir. Yağışın buharlaşmadan yüksek olduğu Aralık-Mart ayları arasında ise **su fazlası** olduğu tespit edilmiştir. Toprakta birikmiş suyun Kasım-Mayıs aylarında bulunduğu görülmektedir. Bu verilere göre su noksanı ayların (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim), su fazlası olan aylardan (Aralık, Ocak, Şubat ve Mart) daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Alanya Thornthwaite Su Bilançosu

Su Bilançosu Elamanları	A Y L A R												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
(1) Ortalama Sıcaklık (°C)	12,20	12,50	14,50	17,50	21,40	25,40	28,40	28,90	26,60	22,40	17,40	13,80	20,10
(2) Sıcaklık İndisi (TABLO 1)	3,81	3,91	4,91	6,61	8,91	11,57	13,80	14,09	12,35	9,49	6,43	4,55	100,43
(3) Enleme Göre Düzeltme Katsayısı (TABLO 2)	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	
(4) Düzeltilmemiş Evapotranspirasyon (mm) $PE (16 \cdot (10 \cdot T / I)^a)$	24,54	25,89	35,88	54,26	84,46	123,12	157,38	163,54	136,28	93,39	53,58	32,18	
(5) Düzeltilmiş Evapotranspirasyon (mm) $E.T.(PE \cdot ENLEME GÖRE DÜZELTME KATSAYISI)$	21,11	21,75	36,96	59,69	103,05	151,44	196,73	191,34	140,37	90,59	45,55	26,71	1085,28
(6) Yağış (mm)	220,00	152,30	100,60	65,70	38,10	9,20	9,40	4,90	26,80	95,80	162,70	236,30	1121,80
(7) Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (YAĞIŞ-E.T.)	0,00	0,00	0,00	6,01	-58,94	-41,06	0,00	0,00	0,00	5,21	94,79	0,00	
(8) Birikmiş Su (BİR ÖNCEKİ AY SU+YAĞIŞ-E.T.)	100,00	100,00	100,00	93,99	35,05	0,00	0,00	0,00	0,00	5,21	100,00	100,00	
(9) Hakiki Evapotranspirasyon (mm)	21,11	21,75	36,96	59,69	-20,84	-31,86	9,40	4,90	26,80	87,94	34,04	26,18	276,07
(10) Su Noksanı (mm) (E.T. - G.E.T.)	0,00	0,00	0,00	0,00	123,88	183,30	187,33	186,44	113,57	2,65	11,51	0,53	809,21
(11) Su Fazlası (mm) (YAĞIŞ-(G.E.T. + BİR. SU. AYL. DEĞ.)birikmiş suyun 100 olduğu aylar hesaplanır.	198,89	130,55	63,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,87	210,12	637,07
(12) Yüz. Akış (mm)	99,45	115,00	89,32	44,66	22,33	11,16	5,58	2,79	1,40	0,00	16,94	113,53	522,15
(13) Nemlilik Oranı (mm) (Aylık Yağış miktarı - Düzeltilmiş P.E.) / Düzeltilmiş P.E.	9,42	6,00	1,72	0,10	-0,63	-0,94	-0,95	-0,97	-0,81	0,06	2,57	7,85	

A Y L A R												
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
DÜZELTİLMİŞ PE	21,11	21,75	36,96	59,69	103,05	151,44	196,73	191,34	140,37	90,59	45,55	26,71
YAĞIŞ	220,00	152,30	100,60	65,70	38,10	9,20	9,40	4,90	26,80	95,80	162,70	236,30



Şekil 4.2. Alanya Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği

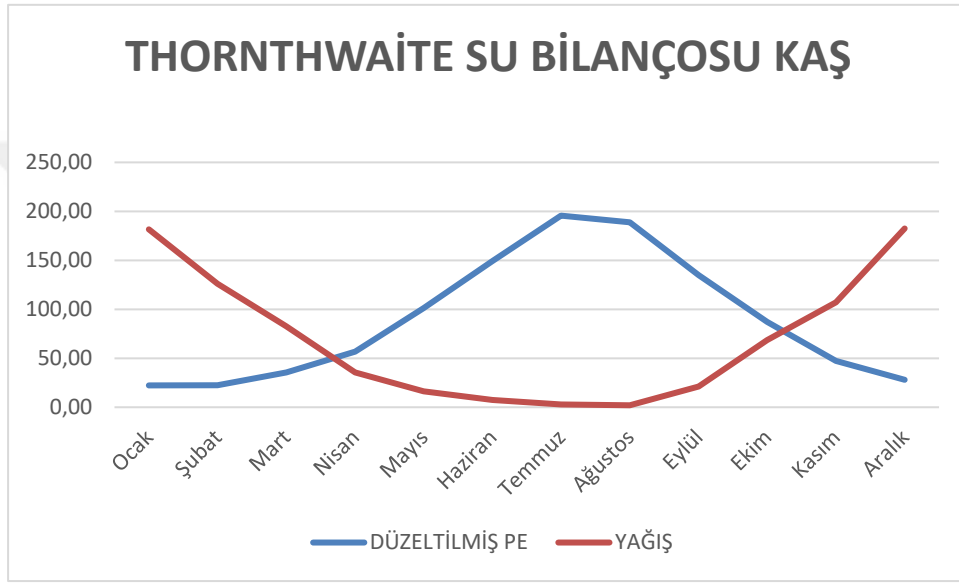
Alanya ilçesi için elde ettiğimiz bulgularla hazırladığımız su bilançosu grafiğine göre; en yüksek gerçek buharlaşmanın yine Temmuz ayında olduğu, su noksanlığının ise Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında gerçekleştiği belirlenmiştir. Yağışın buharlaşmadan yüksek olduğu Ocak, Şubat ve Mart aylarında ise su fazlası olduğu gözlenmiştir. Toprakta birikmiş suyun Kasım ve Mayıs aylarında bulunduğu belirlenmiştir.

Alanya ilçesi Antalya'nın doğusunda bulunan, turizm potansiyeli oldukça yüksek olan, nüfusu 350.000 ve bu yönüyle en fazla nüfusa sahip olan ilçedir. Nüfusun son yıllarda bu denli artması ve iklim değişikliğiyle birlikte tropikal meyve yetiştiriciliğinin artması Alanya ilçesi için su ihtiyacını arttırmıştır. Artan su kullanımı ise mevcutta kurak olarak sınıflandırılmasa bile çok yakın bir gelecekte Alanya ilçesi için ciddi bir tehdit olacaktır.

Çizelge 4.3. Kaş Thornthwaite Su Bilançosu

Su Bilançosu Elamanları	A Y L A R												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
(1) Ortalama Sıcaklık (°C)	12,5	12,7	14,2	17,1	21,2	25,2	28,3	28,7	26,1	22	17,7	14,1	20
(2) Sıcaklık İndisi (TABLO 1)	4,00	4,05	4,80	6,43	8,78	11,57	13,80	14,02	12,13	9,29	6,66	4,80	100,33
(3) Enleme Göre Düzeltme Katsayısı (TABLO 2)	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	
(4) Düzeltilmemiş Evapotranspirasyon (mm) PE (16*(10*T/I)^a)	25,93	26,87	34,35	51,69	82,92	121,26	156,51	161,42	130,99	89,96	55,76	33,82	
(5) Düzeltilmiş Evapotranspirasyon (mm)E.T.(PE* ENLEME GÖRE DÜZELTME KATSAYISI)	22,30	22,57	35,38	56,86	101,16	149,16	195,64	188,86	134,92	87,26	47,40	28,07	1069,56
(6) Yağış (mm)	181,8	126,1	82,5	35,4	16,1	7,5	2,8	2	21	68,7	107,1	182,5	833,5
(7) Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (YAĞIŞ-E.T.)	0,00	0,00	0,00	-21,46	-78,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,70	40,30	
(8) Birikmiş Su (BİR ÖNCEKİ AY SU+YAĞIŞ-E.T)	100,00	100,00	100,00	78,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,70	100,00	
(9) Hakiki Evapotranspirasyon (mm) (YAĞIŞ FAZLAYSA =E.T.) (YAĞIŞ AZSA =BİR. SU. AY. DEĞ.+YAĞIŞ)	22,30	22,57	35,38	13,94	-62,44	7,50	2,80	2,00	21,00	68,70	35,89	28,41	198,06
(10) Su Noksanı (mm)(E.T. - G.E.T.)	0,00	0,00	0,00	0,00	163,60	141,66	192,84	186,86	113,92	18,56	11,50	-0,34	828,60
(11) Su Fazlası (mm) (YAĞIŞ-(G.E.T. + BİR. SU. AYL. DEĞ.)birikmiş suyun 100 olduğu aylar hesaplanır.	159,50	103,53	47,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,50	113,80	435,45
(12) Yüz. Akış (mm)	79,75	91,64	69,38	34,69	17,35	8,67	4,34	2,17	1,08	0,00	5,75	59,77	374,59
(13) Nemlilik Oranı (mm) (Aylık Yağış miktarı - Düzeltilmiş P.E.) / Düzeltilmiş P.E.	7,15	4,59	1,33	-0,38	-0,84	-0,95	-0,99	-0,99	-0,84	-0,21	1,26	5,50	

A Y L A R												
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
DÜZELTİLMİŞ PE	22,30	22,57	35,38	56,86	101,16	149,16	195,64	188,86	134,92	87,26	47,40	28,07
YAĞIŞ	181,80	126,10	82,50	35,40	16,10	7,50	2,80	2,00	21,00	68,70	107,10	182,50



Şekil 4.3. Kaş Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği

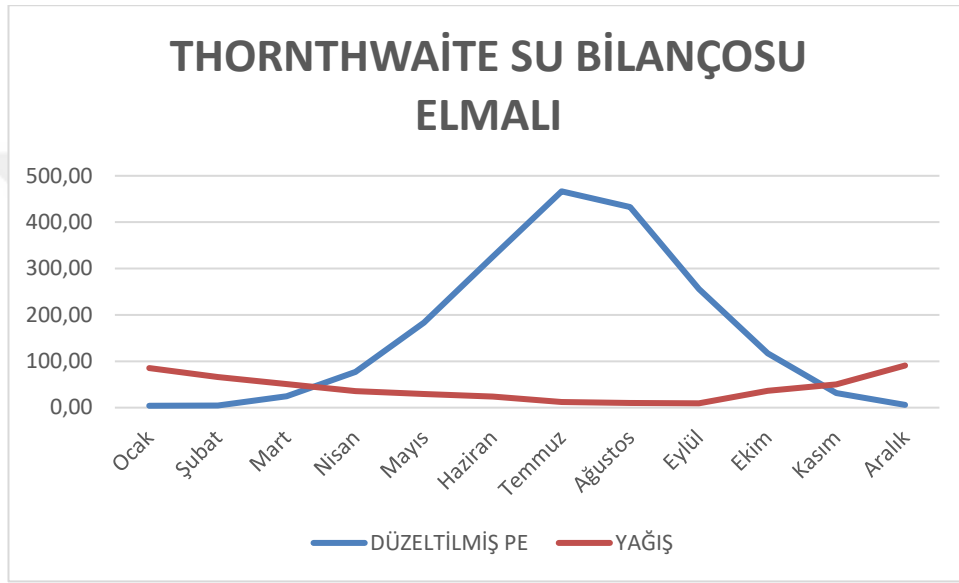
Kaş ilçesi için hazırladığımız su bilançosu grafiğine göre; en yüksek gerçek buharlaşmanın yine Temmuz ayında gerçekleştiği ve Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında su noksanı olduğu belirlenmiştir. Yağışın buharlaşmadan yüksek olduğu Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında su fazlası olduğu gözlenmektedir. Toprakta birikmiş suyun Kasım ve Nisan aylarında bulunduğu belirlenmiştir.

Kaş ilçesi Antalya ilinin en batısında yer alan 2231 km² büyüklüğünde ilçemizdir. Kaş ilçesi de turizm potansiyeli çok yüksek olan ilçelerden biridir. Pandemiyle birlikte turizm alışkanlıklarının değişmesiyle daha izole bir tatil isteyen turistler için çok cazip bir ilçe olmuştur. Aynı zamanda tarımsal faaliyetlerin de yoğun yapıldığı ilçede su kullanımı oldukça önemli olmaktadır.

Çizelge 4.4. Elmalı Thornthwaite Su Bilançosu

Su Bilançosu Elamanları	A Y L A R												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
(1) Ortalama Sıcaklık (°C)	2,4	3,5	6,9	11,3	16	20,7	24,2	24,1	20,1	14,5	8,5	4,1	13
(2) Sıcaklık İndisi	0,31	0,56	1,59	3,44	5,71	8,59	10,82	10,75	8,16	4,96	2,19	0,71	57,79
(3) Enleme Göre Düzeltme Katsayısı	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	
(4) Düzeltilmemiş Evapotranspirasyon (mm) PE (16*(10*T/I)^a)	4,67	5,31	23,63	69,92	150,23	264,69	373,20	369,82	248,11	120,99	37,38	7,52	
(5) Düzeltilmiş Evapotranspirasyon (mm) E.T.(PE* ENLEME GÖRE DÜZELTME KATSAYISI)	4,02	4,46	24,34	76,91	183,28	325,57	466,50	432,69	255,55	117,36	31,77	6,24	1928,69
(6) Yağış (mm)	85,40	65,70	50,60	35,30	29,70	23,60	11,90	10,00	9,30	36,30	50,30	90,80	498,90
(7) Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (YAĞIŞ-E.T.)	0,00	0,00	0,00	-41,61	-58,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,53	81,47	
(8) Birikmiş Su (BİR ÖNCEKİ AY SU+YAĞIŞ-E.T)	100,00	100,00	100,00	58,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,53	100,00	
(9) Hakiki Evapotranspirasyon (mm)	4,02	4,46	24,34	-6,31	-28,69	23,60	11,90	10,00	9,30	36,30	31,77	6,24	126,93
(10) Su Noksanı (mm) (E.T. - G.E.T.)	0,00	0,00	0,00	0,00	211,97	301,97	454,60	422,69	246,25	81,06	0,00	0,00	1718,54
(11) Su Fazlası (mm) (YAĞIŞ-(G.E.T. + BİR. SU. AYL. DEĞ.)birikmiş suyun 100 olduğu aylar hesaplanır.	81,38	61,24	26,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,08	171,97
(12) Yüz. Akış (mm)	40,69	50,97	38,61	19,31	9,65	4,83	2,41	1,21	0,60	0,00	0,00	1,54	169,82
(13) Nemlilik Oranı (mm) (Aylık Yağış miktarı - Düzeltilmiş P.E). / Düzeltilmiş P.E.	20,26	13,73	1,08	-0,54	-0,84	-0,93	-0,97	-0,98	-0,96	-0,69	0,58	13,55	

A Y L A R												
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
DÜZELTİLMİŞ PE	4,02	4,46	24,34	76,91	183,28	325,57	466,50	432,69	255,55	117,36	31,77	6,24
YAĞIŞ	85,40	65,70	50,60	35,30	29,70	23,60	11,90	10,00	9,30	36,30	50,30	90,80



Şekil 4.4. Elmalı Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği

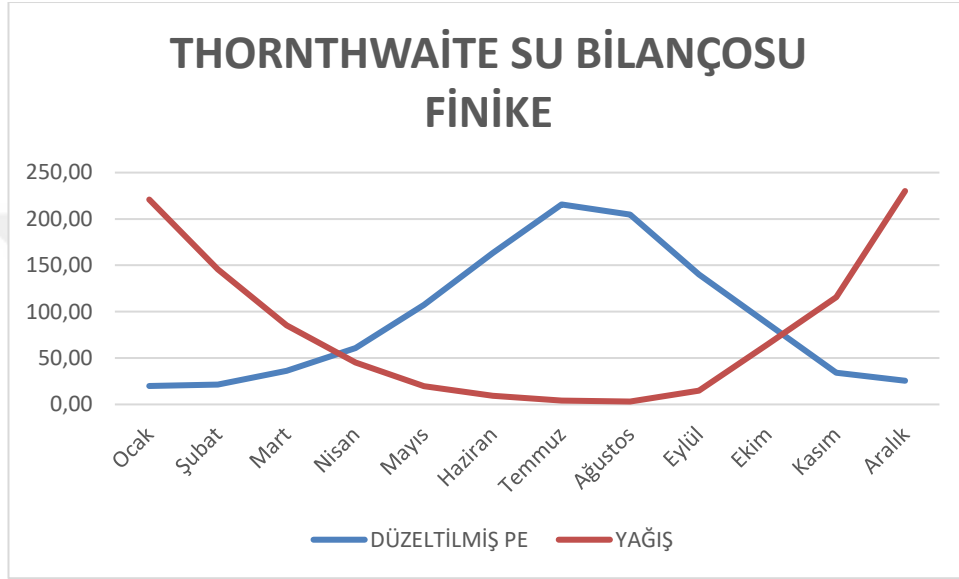
Elmalı ilçesi için hazırladığımız su bilançosu grafiğine göre; en yüksek gerçek buharlaşmanın yine Temmuz ayında olduğu ve Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında su noksanlığı yaşandığı belirlenmiştir. Yağışın buharlaşmadan yüksek olduğu Aralık-Mart ayları arasında ise su fazlası olduğu tespit edilmiştir. Toprakta birikmiş suyun Kasım-Nisan aylarında bulunduğu da söylenebilecektir.

Antalya'nın kuzeyinde bulunan Elmalı ilçesi 1433 km² büyüklüğe sahip olarak Antalya'nın büyük ilçelerinden bir tanesidir. Özellikle son yıllarda yayla seracılığının arttığı tarımsal potansiyeli yüksek ilçelerimizden biridir. Su kullanımı da bu bağlamda artmaktadır. Özellikle yaz aylarında insan alışkanlıklarına bağlı olarak nüfusun artması, o bölgede bulunan Avlan Gölünün kurutulması ve su kaynaklarının azaltılması sonucunda artan ihtiyacı karşılamak gittikçe zorlaşacaktır.

izelge 4.5. Finike Thornthwaite Su Bilançosu

Su Bilançosu Elamanları	A Y L A R												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
(1) Ortalama Sıcaklık (°C)	11,40	11,80	13,80	16,90	21,00	25,30	28,50	28,70	25,50	21,10	16,40	12,90	19,40
(2) Sıcaklık İndisi (TABLO 1)	3,44	3,58	4,55	6,26	8,66	11,64	13,80	13,94	11,64	8,78	5,87	4,15	96,31
(3) Enleme Göre Düzeltme Katsayısı (TABLO 2)	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,66	0,84	
(4) Düzeltilmemiş Evapotranspirasyon (mm) $PE (16 \cdot (10 \cdot T / I)^a)$	22,83	25,01	35,29	55,11	88,85	133,84	173,91	176,61	136,17	89,78	51,58	30,43	
(5) Düzeltilmiş Evapotranspirasyon (mm) $E.T.(PE \cdot ENLEME GÖRE DÜZELTME KATSAYISI)$	19,86	21,26	36,35	60,62	107,51	163,28	215,65	204,86	140,26	87,09	34,05	25,56	1116,34
(6) Yağış (mm)	221	145,7	85,3	45,1	19,8	9,3	4	3,1	14,7	64,8	115,6	230,1	958,5
(7) Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (YAĞIŞ-E.T.)	0,00	0,00	0,00	84,48	13,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,55	18,45	
(8) Birikmiş Su (BİR ÖNCEKİ AY SU+YAĞIŞ-E.T.)	100,00	100,00	100,00	15,52	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,55	100,00	
(9) Hakiki Evapotranspirasyon (mm) (YAĞIŞ FAZLAYSA =E.T.) (YAĞIŞ AZSA =BİR. SU. AY. DEĞ.+YAĞIŞ)	19,86	21,26	36,35	129,58	33,13	9,30	4,00	3,10	14,70	64,80	34,05	25,56	395,68
(10) Su Noksanı (mm) (E.T. - G.E.T.)	0,00	0,00	0,00	0,00	74,38	153,98	211,65	201,76	125,56	22,29	0,00	0,00	789,62
(11) Su Fazlası (mm) (YAĞIŞ-(G.E.T. + BİR. SU. AYL. DEĞ.)birikmiş suyun 100 olduğu aylar hesaplanır.	201,14	124,44	48,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186,10	560,63
(12) Yüz. Akış (mm)	100,57	112,51	80,73	40,36	20,18	10,09	5,05	2,52	1,26	0,00	0,00	93,05	466,32
(13) Nemlilik Oranı (mm) (Aylık Yağış miktarı - Düzeltilmiş P.E.) / Düzeltilmiş P.E.	10,13	5,85	1,35	-0,26	-0,82	-0,94	-0,98	-0,98	-0,90	-0,26	2,40	8,00	

A Y L A R												
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
DÜZELTİLMİŞ PE	19,86	21,26	36,35	60,62	107,51	163,28	215,65	204,86	140,26	87,09	34,05	25,56
YAĞIŞ	221,00	145,70	85,30	45,10	19,80	9,30	4,00	3,10	14,70	64,80	115,60	230,10



Şekil 4.5. Finike Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği

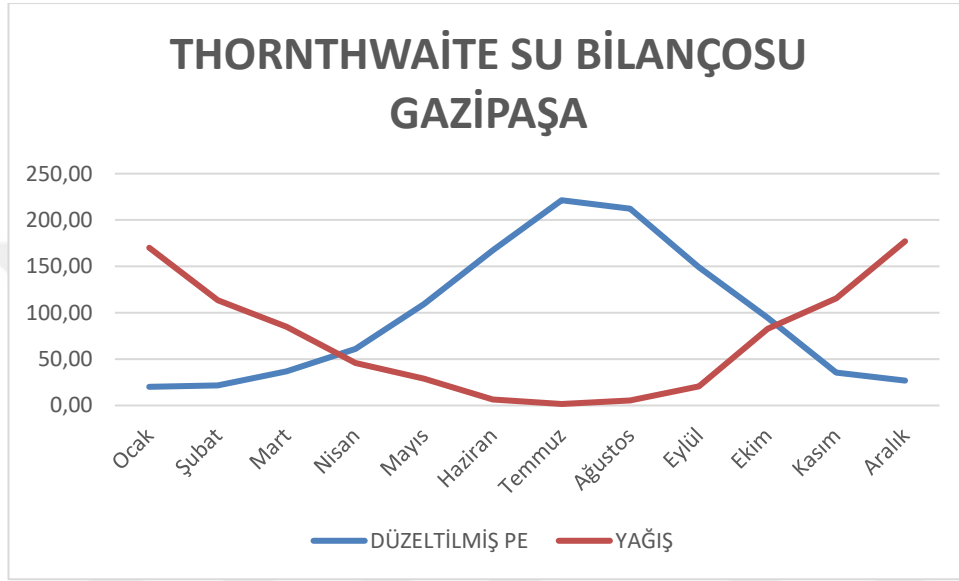
Finike ilçesi için ise hazırladığımız su bilançosu grafiğine göre; en yüksek gerçek buharlaşmanın Temmuz ayında gerçekleştiği ve Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında su noksanı olduğu belirlenmiştir. Yağışın buharlaşmadan yüksek olduğu Aralık-Mart ayları arasında su fazlası tespit edilmiştir. Toprakta birikmiş suyun Kasım-Nisan aylarında kaldığı da belirlenen bir diğer bulgudur.

Finike, Antalya'nın batısında yer alan turizm yönünden çok gelişmiş bir ilçedir. Turizm yoğunluğu ve tarımsal üretimin çok yoğun yapıldığı ilçemizdir. Yörenin geçim kaynağının temeli turfanda sebzeçilik ve narenciye olan ve su ihtiyacı oldukça yüksek olan ilçelerimizden biridir. Bu nedenle su bilançosunun tespiti ve suyun yönetimi oldukça önemlidir.

Çizelge 4.6. Gazipaşa Thornthwaite Su Bilançosu

Su Bilançosu Elamanları	A Y L A R												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
(1) Ortalama Sıcaklık (°C)	11,00	11,30	13,20	16,10	20,10	24,30	27,40	27,70	24,90	20,80	15,90	12,50	18,80
(2) Sıcaklık İndisi (TABLO 1)	3,25	3,34	4,25	5,82	8,10	10,95	13,07	13,28	11,30	8,53	5,65	3,96	91,50
(3) Enleme Göre Düzeltme Katsayısı (TABLO 2)	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,66	0,84	
(4) Düzeltilmemiş Evapotranspirasyon (mm) PE (16*(10*T/I)^a)	23,14	25,45	35,82	55,44	90,31	137,08	178,51	182,84	144,64	97,38	53,94	31,78	
(5) Düzeltilmiş Evapotranspirasyon (mm)E.T.(PE* ENLEME GÖRE DÜZELTME KATSAYISI)	20,13	21,63	36,89	60,98	109,28	167,24	221,35	212,09	148,98	94,45	35,60	26,69	1155,34
(6) Yağış (mm)	170,2	113,5	84,7	45,9	28,8	6,6	1,6	5,6	20,7	82,6	115,5	177,1	852,8
(7) Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (YAĞIŞ-E.T.)	0,00	0,00	0,00	-15,08	-80,48	-4,44	0,00	0,00	0,00	0,00	79,90	20,10	
(8) Birikmiş Su (BİR ÖNCEKİ AY SU+YAĞIŞ-E.T.)	100,00	100,00	100,00	84,92	4,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,90	100,00	
(9) Hakiki Evapotranspirasyon (mm) (YAĞIŞ FAZLAYSA =E.T.) (YAĞIŞ AZSA =BİR. SU. AY. DEĞ.+YAĞIŞ)	20,13	21,63	36,89	30,82	-51,68	2,16	1,60	5,60	20,70	82,60	34,62	26,22	231,30
(10) Su Noksanı (mm)(E.T. - G.E.T.)	0,00	0,00	0,00	0,00	160,96	165,08	219,75	206,49	128,28	11,85	0,98	0,47	893,87
(11) Su Fazlası (mm) (YAĞIŞ-(G.E.T. + BİR. SU. AYL. DEĞ.)birikmiş suyun 100 olduğu aylar hesaplanır.	150,07	91,87	47,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	130,78	421,49
(12) Yüz. Akış (mm)	75,03	83,45	65,63	32,81	16,41	8,20	4,10	2,05	1,03	0,00	0,49	65,63	354,83
(13) Nemlilik Oranı (mm) (Aylık Yağış miktarı - Düzeltilmiş P.E.) / Düzeltilmiş P.E.	7,45	4,25	1,30	-0,25	-0,74	-0,96	-0,99	-0,97	-0,86	-0,13	2,24	5,64	

A Y L A R												
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
DÜZELTİLMİŞ PE	20,13	21,63	36,89	60,98	109,28	167,24	221,35	212,09	148,98	94,45	35,60	26,69
YAĞIŞ	170,20	113,50	84,70	45,90	28,80	6,60	1,60	5,60	20,70	82,60	115,50	177,10



Şekil 4.6. Gazipaşa Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği

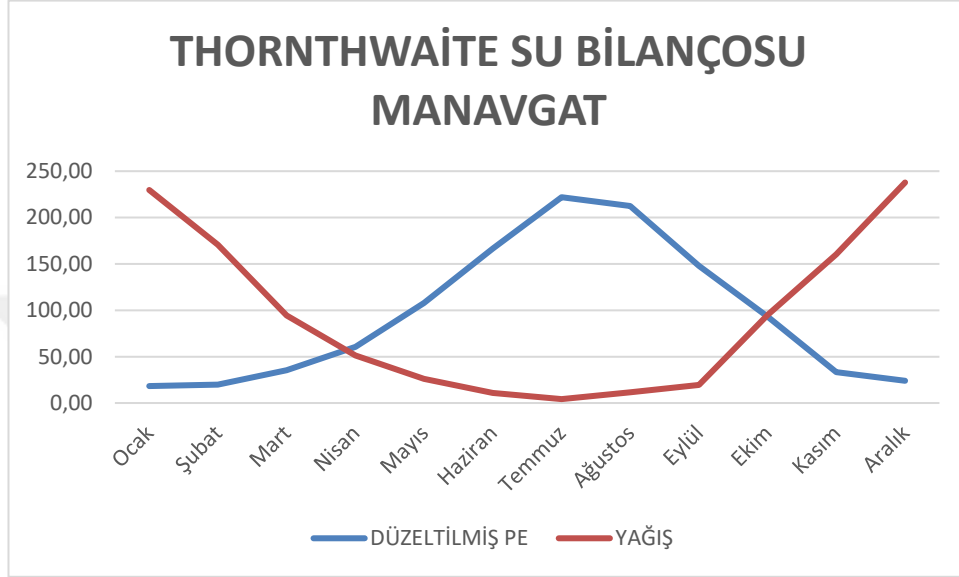
Gazipaşa ilçesi için hazırladığımız su bilançosu grafiğine göre; en yüksek gerçek buharlaşmanın yine Temmuz ayında gerçekleştiği ve Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında su noksanı olduğu belirlenmiştir. Yağışın buharlaşmadan yüksek olduğu Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları arasında su fazlası tespit edilmiş ve toprakta birikmiş suyun Kasım-Nisan aylarında bulunduğu belirlenmiştir.

Gazipaşa ilçesi Antalya'nın doğusunda, Akdeniz kıyısında yoğun tarımsal üretimin gerçekleştirildiği bir ilçemizdir. Turizm potansiyeli çok yüksek olan ilçemiz turistlerin de yoğun ilgisini çekmektedir. Son yıllarda iklim değişikliğiyle birlikte bu bölgede de artan tropikal meyve üretimi su tüketimini oldukça arttırmaktadır. Özellikle yoğunlukta yer altı suları ile sulama yapılan tarımsal üretimde kaynaklar yoğun bir şekilde tüketilmektedir. Bu yönüyle hesaplanan su bilançosu suyun toprakta yönetimi ile ilgili önemli bilgiler içermektedir.

Çizelge 4.7. Manavgat Thornthwaite Su Bilançosu

Su Bilançosu Elamanları	A Y L A R												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
(1) Ortalama Sıcaklık (°C)	10,80	11,20	13,40	16,60	20,70	25,10	28,40	28,70	25,70	21,40	16,00	12,30	19,00
(2) Sıcaklık İndisi (TABLO 1)	3,16	3,34	4,35	6,04	8,41	11,44	13,72	13,94	11,85	8,91	5,71	3,86	94,73
(3) Enleme Göre Düzeltme Katsayısı (TABLO 2)	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,66	0,84	
(4) Düzeltilmemiş Evapotranspirasyon (mm) $PE (16 \cdot (10 \cdot T / I)^a)$	21,00	23,12	34,31	54,94	89,27	136,39	178,97	183,15	143,67	96,05	50,67	28,42	
(5) Düzeltilmiş Evapotranspirasyon (mm) $E.T.(PE \cdot ENLEME GÖRE DÜZELTME KATSAYISI)$	18,27	19,66	35,33	60,43	108,02	166,40	221,92	212,45	147,98	93,16	33,44	23,87	1140,93
(6) Yağış (mm)	229,6	170,7	94,3	51,2	26	10,7	4,2	11,5	19,5	95,1	160,3	237,8	1110,9
(7) Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (YAĞIŞ-E.T.)	0,00	0,00	0,00	-9,23	-82,02	-8,75	0,00	0,00	0,00	1,94	98,06	0,00	
(8) Birikmiş Su (BİR ÖNCEKİ AY SU+YAĞIŞ-E.T.)	100,00	100,00	100,00	90,77	8,75	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94	100,00	100,00	
(9) Hakiki Evapotranspirasyon (mm) (YAĞIŞ FAZLAYSA =E.T.) (YAĞIŞ AZSA =BİR. SU. AY. DEĞ.+YAĞIŞ)	18,27	19,66	35,33	41,97	-56,02	1,95	4,20	11,50	19,50	93,16	33,44	23,87	246,83
(10) Su Noksanı (mm) (E.T. - G.E.T.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	164,45	217,72	200,95	128,48	0,00	0,00	0,00	711,60
(11) Su Fazlası (mm) (YAĞIŞ-(G.E.T. + BİR. SU. AYL. DEĞ.)birikmiş suyun 100 olduğu aylar hesaplanır.	211,33	151,04	58,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,80	213,93	664,07
(12) Yüz. Akış (mm)	105,67	128,36	93,66	46,83	23,42	11,71	5,85	2,93	1,46	0,00	14,40	114,16	548,44
(13) Nemlilik Oranı (mm) (Aylık Yağış miktarı - Düzeltilmiş P.E.) / Düzeltilmiş P.E.	11,57	7,68	1,67	-0,15	-0,76	-0,94	-0,98	-0,95	-0,87	0,02	3,79	8,96	

A Y L A R												
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
DÜZELTİLMİŞ PE	18,27	19,66	35,33	60,43	108,02	166,40	221,92	212,45	147,98	93,16	33,44	23,87
YAĞIŞ	229,60	170,70	94,30	51,20	26,00	10,70	4,20	11,50	19,50	95,10	160,30	237,80



Şekil 4.7. Manavgat Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği

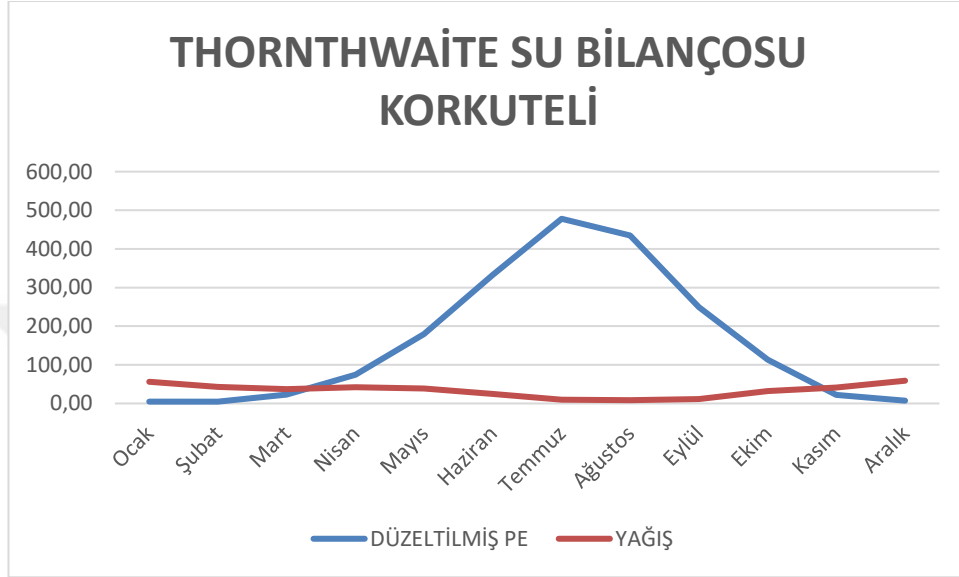
Manavgat ilçesi için hazırladığımız su bilançosu grafiğine göre; en yüksek gerçek buharlaşmanın Temmuz ayında gerçekleştiği ve Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları arasında su noksanı olduğu belirlenmiştir. Bu değerler diğer ilçelerle karşılaştırıldığında Manavgat ilçesinin su noksanlığı çektiği sürenin daha kısa olduğu, ayrıca Kasım, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları arasında su fazlası dönem olduğu ve yağışın buharlaşmadan yüksek olduğu Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında da toprakta birikmiş halde su bulunduğu tespit edilmiştir. Bu yönü ile de diğer ilçeler arasında en fazla süre su fazlası ay olduğu belirlenmiştir.

Manavgat ilçesi 2283 km²'lik yüzölçümüne sahiptir ve bu yönüyle Antalya'nın en büyük 2. ilçesidir. Antalya'nın doğusunda bulunan ilçede, 64 kilometrelik sahil şeridi ve Manavgat Şelalesi, tatil köyleri ile ilçede turizm olanakları çok fazladır. Bunun yanı sıra son yıllarda artan Muz örtü altı üretimi çok ciddi miktarda yer altı suyunu kullanmaktadır. Hem turizmde hem de tarımsal üretimde yoğun kullanılan su kaynaklarının doğru yönetilmesi oldukça önem arz etmektedir. Elde ettiğimiz bu veriler bu doğrultuda yol gösterici olmaktadır.

Çizelge 4.8. Korkuteli Thornthwaite Su Bilançosu

Su Bilançosu Elamanları	A Y L A R												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
(1) Ortalama Sıcaklık (°C)	2,7	3,5	6,6	10,9	15,6	20,6	24,1	23,8	19,5	14	8	4,2	12,8
(2) Sıcaklık İndisi (TABLO 1)	0,39	0,58	1,52	3,25	5,60	8,53	10,82	10,61	7,85	4,75	2,04	0,77	56,71
(3) Enleme Göre Düzeltme Katsayısı (TABLO 2)	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,66	0,84	
(4) Düzeltilmemiş Evapotranspirasyon (mm) $PE (16 \cdot (10 \cdot T / I)^a)$	5,73	5,54	22,34	67,33	148,11	272,98	385,48	375,01	241,95	116,74	34,10	8,27	
(5) Düzeltilmiş Evapotranspirasyon (mm) $E.T. (PE \cdot ENLEME GÖRE DÜZELTME KATSAYISI)$	4,98	4,71	23,01	74,06	179,22	333,04	478,00	435,01	249,20	113,24	22,51	6,94	1923,91
(6) Yağış (mm)	55,9	42,7	37,1	41,9	38,4	24,3	9,6	8,5	11,3	32	41,6	58,9	402,2
(7) Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (YAĞIŞ-E.T.)	28,95	0,00	0,00	67,84	32,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,09	51,96	
(8) Birikmiş Su (BİR ÖNCEKİ AY SU+YAĞIŞ-E.T.)	100,00	100,00	100,00	32,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,09	71,05	
(9) Hakiki Evapotranspirasyon (mm) (YAĞIŞ FAZLAYSA =E.T.) (YAĞIŞ AZSA =BİR. SU. AY. DEĞ.+YAĞIŞ)	4,98	4,71	23,01	109,74	70,56	24,30	9,60	8,50	11,30	32,00	22,51	6,94	328,15
(10) Su Noksanı (mm) (E.T. - G.E.T.)	0,00	0,00	0,00	0,00	108,66	308,74	468,40	426,51	237,90	81,24	0,00	0,00	1631,45
(11) Su Fazlası (mm) (YAĞIŞ-(G.E.T. + BİR. SU. AYL. DEĞ.)birikmiş suyun 100 olduğu aylar hesaplanır.	21,97	37,99	14,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,05
(12) Yüz. Akış (mm)	10,98	24,49	19,29	9,65	4,82	2,41	1,21	0,60	0,30	0,00	0,00	0,00	73,75
(13) Nemlilik Oranı (mm) (Aylık Yağış miktarı - Düzeltilmiş P.E.) / Düzeltilmiş P.E.	10,22	8,07	0,61	-0,43	-0,79	-0,93	-0,98	-0,98	-0,95	-0,72	0,85	7,48	

A Y L A R												
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
DÜZELTİLMİŞ PE	4,98	4,71	23,01	74,06	179,22	333,04	478,00	435,01	249,20	113,24	22,51	6,94
YAĞIŞ	55,90	42,70	37,10	41,90	38,40	24,30	9,60	8,50	11,30	32,00	41,60	58,90



Şekil 4.8. Korkuteli Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği

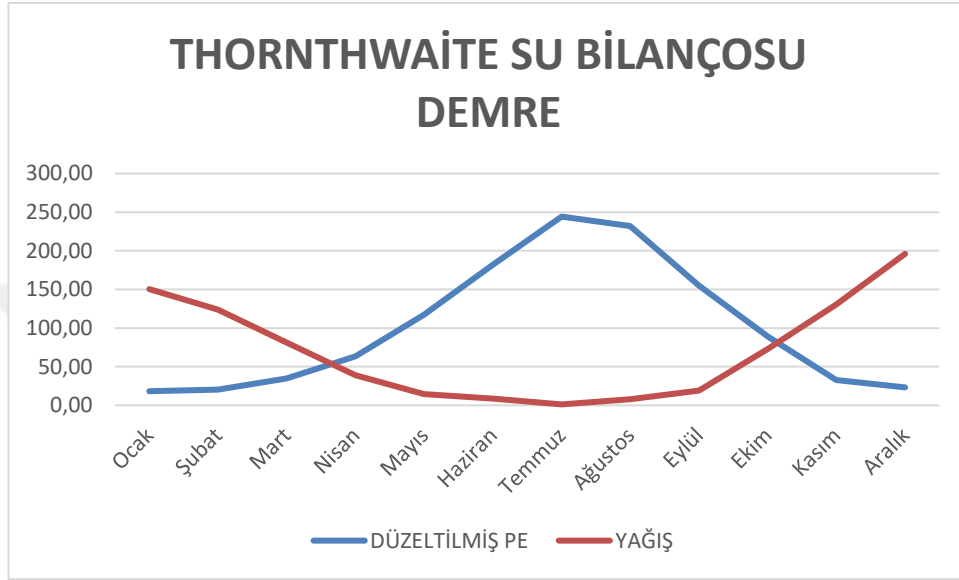
Korkuteli ilçesi için hazırladığımız su bilançosu grafiğine göre; en yüksek gerçek buharlaşmanın yine Temmuz ayında gerçekleştiği ve Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim ayları arasında su noksanı olduğu belirlenmiştir. Korkuteli ilçesinin su fazlası durumu diğer ilçelere göre daha kısıtlı olarak sadece Ocak, Şubat ve Mart ayları arasında görülmüştür. Bu veriler göz önünde bulundurulduğunda Korkuteli ilçesinin yağış oranının buharlaşmaya göre daha düşük olduğu ve kuraklık tehlikesine daha yakın olduğu düşünülmektedir.

Korkuteli ilçesi Antalya'nın kuzeybatısında bulunan, yüzölçümü 2471 km² olan ilçemizdir. Özellikle son yıllarda oldukça azalan yağışlar nedeniyle kuraklıkla en fazla karşı karşıya kalan ilçemizdir. Yapılan farklı yöntemlerde de kurak olarak belirlenen ilçede, tarımsal üretim deseninin özellikle kuraklığa dayanıklı türlerden seçilmesi gerekmektedir. Yağmur hasadı ve suyun toprakta yönetimi sağlanmalıdır.

Çizelge 4.9. Demre Thornthwaite Su Bilançosu

Su Bilançosu Elamanları	A Y L A R												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
(1) Ortalama Sıcaklık (°C)	10,5	11	12,9	16,4	20,8	25,3	28,7	28,9	25,4	20,3	15,3	11,8	18,9
(2) Sıcaklık İndisi (TABLO 1)	0,39	3,30	4,20	6,04	8,66	11,64	14,09	14,17	11,71	8,34	5,44	3,67	91,65
(3) Enleme Göre Düzeltme Katsayısı (TABLO 2)	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,66	0,84	
(4) Düzeltilmemiş Evapotranspirasyon (mm) $PE (16 \cdot (10 \cdot T / I)^a)$	21,02	23,90	33,93	57,53	97,03	149,26	196,96	199,99	150,56	91,97	49,38	27,89	
(5) Düzeltilmiş Evapotranspirasyon (mm) $E.T.(PE \cdot ENLEME GÖRE DÜZELTME KATSAYISI)$	18,29	20,32	34,95	63,28	117,40	182,10	244,23	231,99	155,08	89,21	32,59	23,43	1212,86
(6) Yağış (mm)	150,2	123,9	81,1	38,9	14,7	8,7	1,2	7,9	19,2	73,1	130,7	196	845,6
(7) Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (YAĞIŞ-E.T.)	0,00	0,00	0,00	-24,38	-75,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,11	1,89	
(8) Birikmiş Su (BİR ÖNCEKİ AY SU+YAĞIŞ-E.T.)	100,00	100,00	100,00	75,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,11	100,00	
(9) Hakiki Evapotranspirasyon (mm) (YAĞIŞ FAZLAYSA =E.T.) (YAĞIŞ AZSA =BİR. SU. AY. DEĞ.+YAĞIŞ)	18,29	20,32	34,95	14,52	-60,92	8,70	1,20	7,90	19,20	73,10	22,51	6,94	166,70
(10) Su Noksanı (mm) (E.T. - G.E.T.)	0,00	0,00	0,00	0,00	178,32	173,40	243,03	224,09	135,88	16,11	10,09	16,49	997,39
(11) Su Fazlası (mm) (YAĞIŞ-(G.E.T. + BİR. SU. AYL. DEĞ.))birikmiş suyun 100 olduğu aylar hesaplanır.	131,91	103,58	46,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,09	0,00	291,73
(12) Yüz. Akış (mm)	65,96	84,77	65,46	32,73	16,36	8,18	4,09	2,05	1,02	0,00	5,04	2,52	288,19
(13) Nemlilik Oranı (mm) (Aylık Yağış miktarı - Düzeltilmiş P.E.) / Düzeltilmiş P.E.	7,21	5,10	1,32	-0,39	-0,87	-0,95	-1,00	-0,97	-0,88	-0,18	3,01	7,37	

A Y L A R												
AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
DÜZELTİLMİŞ PE	18,29	20,32	34,95	63,28	117,40	182,10	244,23	231,99	155,08	89,21	32,59	23,43
YAĞIŞ	150,20	123,90	81,10	38,90	14,70	8,70	1,20	7,90	19,20	73,10	130,70	196,00



Şekil 4.9. Demre Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği

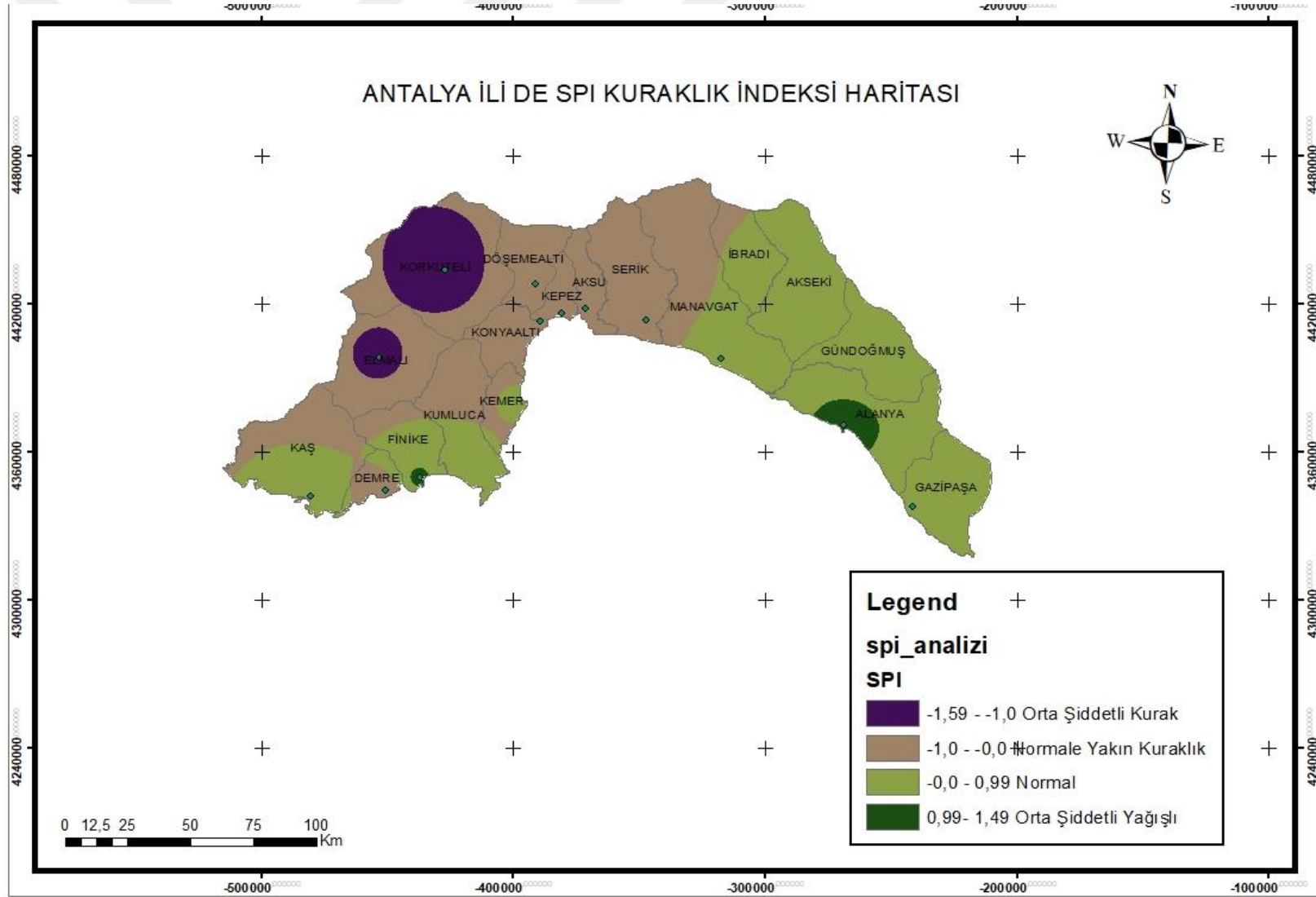
Demre ilçesi için hazırladığımız su bilançosu grafiğine göre; en yüksek gerçek buharlaşmanın Temmuz ayında gerçekleştiği ve Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık ayları arasında su noksanı olduğu belirlenmiştir. Demre ilçesi de Korkuteli ilçesi gibi uzun bir su noksanı dönem geçirmektedir. Ayrıca Ocak, Şubat ve Mart ayları arasında su fazlası olduğu ve yağışın buharlaşmadan yüksek olduğu Kasım-Nisan aylarında arasında ise toprakta birikmiş su bulunduğu belirlenmiştir.

Demre ilçesi Antalya'nın batısında ve ekonomik faaliyetlerinin %90 nını tarımın oluşturduğu ilçemizdir. Özellikle tarımsal faaliyetin bu denli yüksek olduğu ilçede su kullanımı da bu oranda yüksektir. Edinilen verilere göre suyun yönetimi bu ilçemiz için mutlaka gerekmektedir.

4.2.SPI Kuraklık Analizi

SPI analizinde 3 aylık, 6 aylık ve 12 aylık uzun yıllar yağış verileri kullanılarak bir bölgenin kuraklık durumu yapılan analizlerle belirlenir. Uzun yıllar yağış ortalamaları standart sapmaya bölünerek SPI değerleri hesaplanır. Uluslararası literatürde en çok kullanılan meteorolojik kuraklık analizidir. Ülkemizde de yoğunlukla kuraklık analizi bu yöntem ile yapılmaktadır.

Yapmış olduğumuz analizler sonucunda elde ettiğimiz bulgulara göre; SPI analizinde 2021 yılına ait 12 aylık dönem için yapılan analizlerde Antalya merkez ilçelerinin SPI değerlerinin -0,7 bulunarak normale yakın kuraklık sınıfına girdiği belirlenmiştir. Aynı şekilde Alanya ilçesinin SPI değeri 1,5 (çok yağışlı), Finike ilçesinin 1,2 (Orta Şiddetli Yağışlı), Kaş ilçesinin 0,2 (Normal), Korkuteli ilçesinin -1,6 (Şiddetli Kurak), Elmalı ilçesinin -1,2 (Orta Şiddetli Kurak), Manavgat ilçesinin 0,6 (Normal), Demre ilçesinin -0,5 (Normale Yakın Kurak) ve son olarak Gazipaşa ilçesinin 0,4 (Normal) değerinde olduğu hesaplanmıştır. Şekil 4.10.'de bu değerlerin harita üzerindeki dağılımı gösterilmiştir.

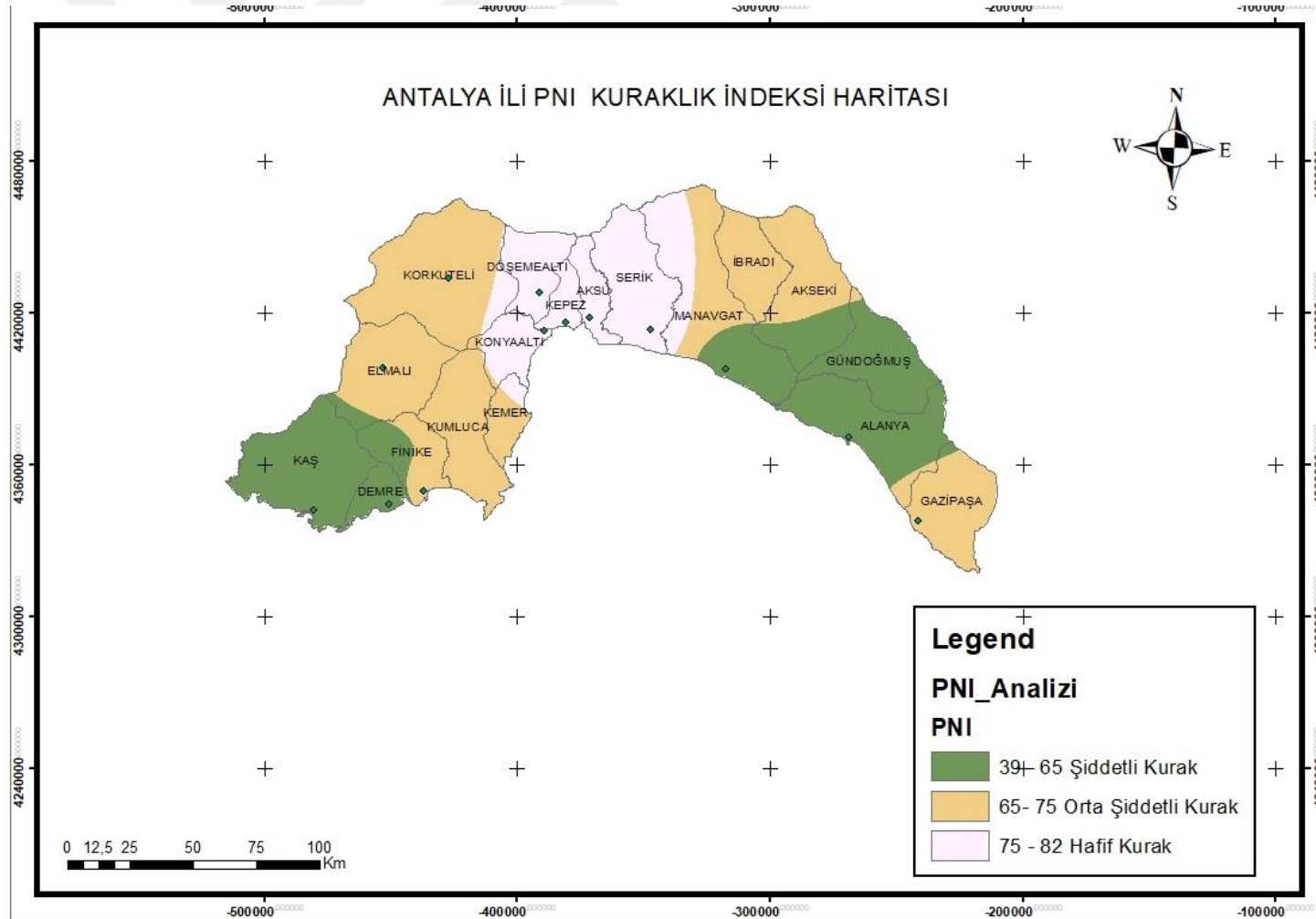


Şekil 4.10. Antalya İli SPI Kuraklık Analizi Haritası

4.3.PNI Kuraklık Analizi

Normalin yüzdesi analizi bir yıla ait 12 aylık aktüel yağış verisinin uzun yıllar ortalamasına oranlanması sonucunda elde edilen verilerdir. Normalin Yüzdesi yöntemi Meteorolojik kuraklık yöntemleri içinde yoğunlukla kullanılan yöntemlerdendir. Antalya ili için bu yönteme göre analiz yapılmıştır.

PNI analizi sonucunda elde ettiğimiz bulgulara göre; 2021 yılına ait 12 aylık güncel yağış verilerinin ve uzun yıllar (1980-2021) yağış ortalamaları verileri kullanılarak yapılan analizde Antalya merkez ilçelerinin PNI değerlerinin 82,1 bulunarak hafif kurak sınıfına girdiği belirlenmiştir. Aynı şekilde Alanya ilçesinin 2021 yılı için PNI değeri 49,0 (şiddetli kurak) , Finike ilçesinin 70,7 (Orta şiddetli kurak), Kaş ilçesinin 39,8 (şiddetli kurak), Korkuteli ilçesinin 66,0 (Orta şiddetli kurak), Elmalı ilçesinin 68,7 (şiddetli kurak), Manavgat ilçesinin 57,8 (şiddetli kurak), Demre ilçesinin 54,4 (şiddetli kurak) ve son olarak Gazipaşa ilçesinin 71,8 (Orta şiddetli kurak) değerinde olduğu hesaplanmıştır. Şekil 4.11.'de bu değerlerin harita üzerindeki dağılımı gösterilmiştir.

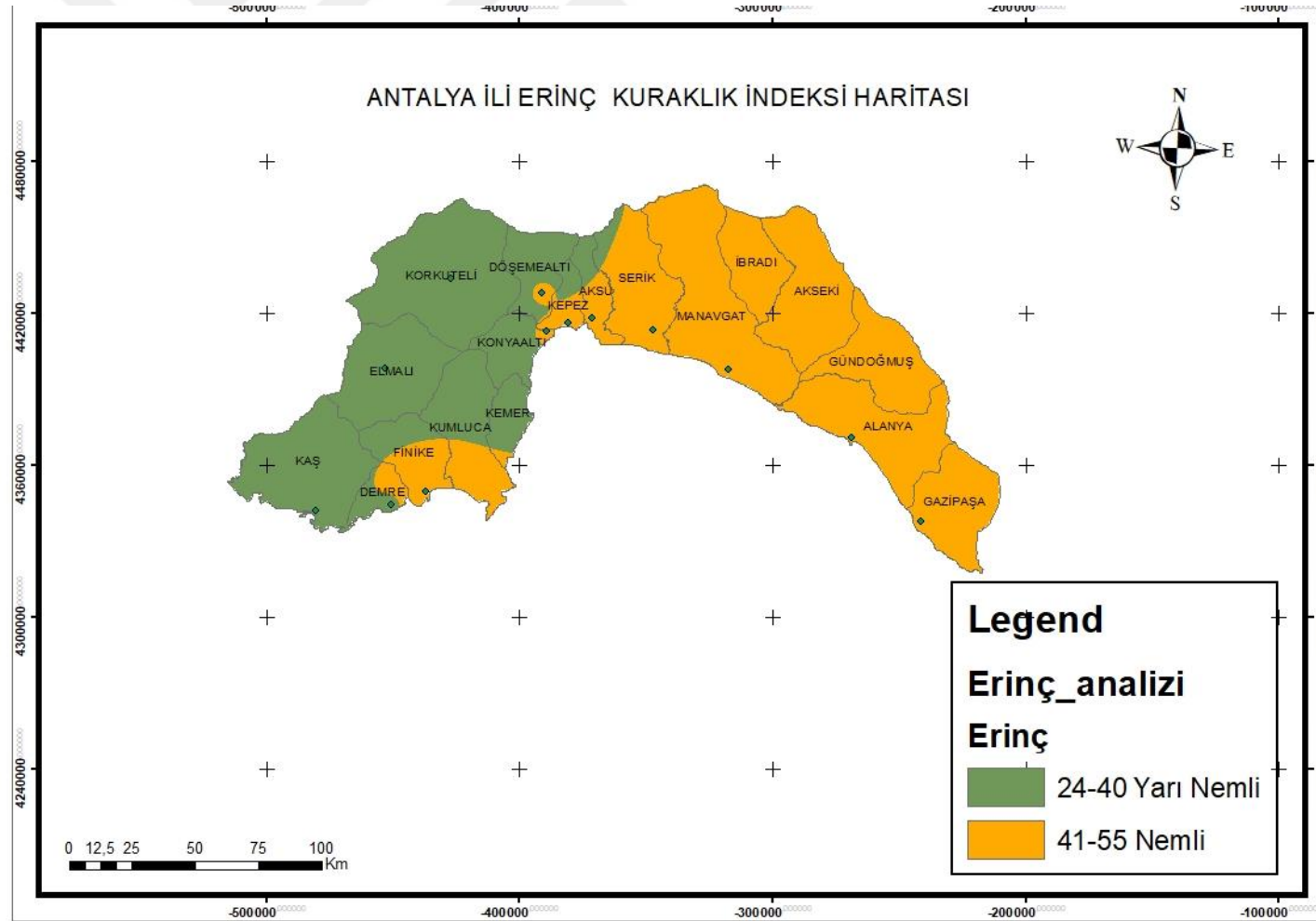


Şekil 4.11. Antalya İli PNI Kuraklık Analizi Haritası

4.4.Erinç Kuraklık Analizi

Erinç kuraklık analizinde uzun yıllara ait yağış verilerinin bir bölgedeki 12 aylık maksimum sıcaklık ortalamalarına oranlanması sonucu veriler elde edilir. Erinç yöntemi pratik uygulama nedeniyle çok kullanılan yöntemlerden biridir. Antalya ili için her bir ilçeye ait bu değerler hesaplanarak belirtilmişti.

Erinç analizi sonucunda elde ettiğimiz bulgulara göre; uzun yıllar yağış verilerinin (2018-2021) aylık maksimum sıcaklık ortalamasına oranlanarak yapılan analizinde Antalya merkez ilçelerinin değerlerinin 40,2 ile Nemli sınıfına girdiği belirlenmiştir. Aynı şekilde Alanya ilçesinin değeri 48,6 (Nemli), Finike ilçesinin 44.1 (Nemli), Kaş ilçesinin 38,1 (Yarı nemli), Korkuteli ilçesinin 26.7 (Yarı nemli), Elmalı ilçesinin 32,7 (Yarı nemli), Manavgat ilçesinin 51,8 (Nemli), Demre ilçesinin 39,8 (yarı nemli) ve son olarak Gazipaşa ilçesinin 40,8 (Nemli) değerinde olduğu hesaplanmıştır. şekil 4.12.'te bu değerlerin harita üzerindeki dağılımı gösterilmiştir.



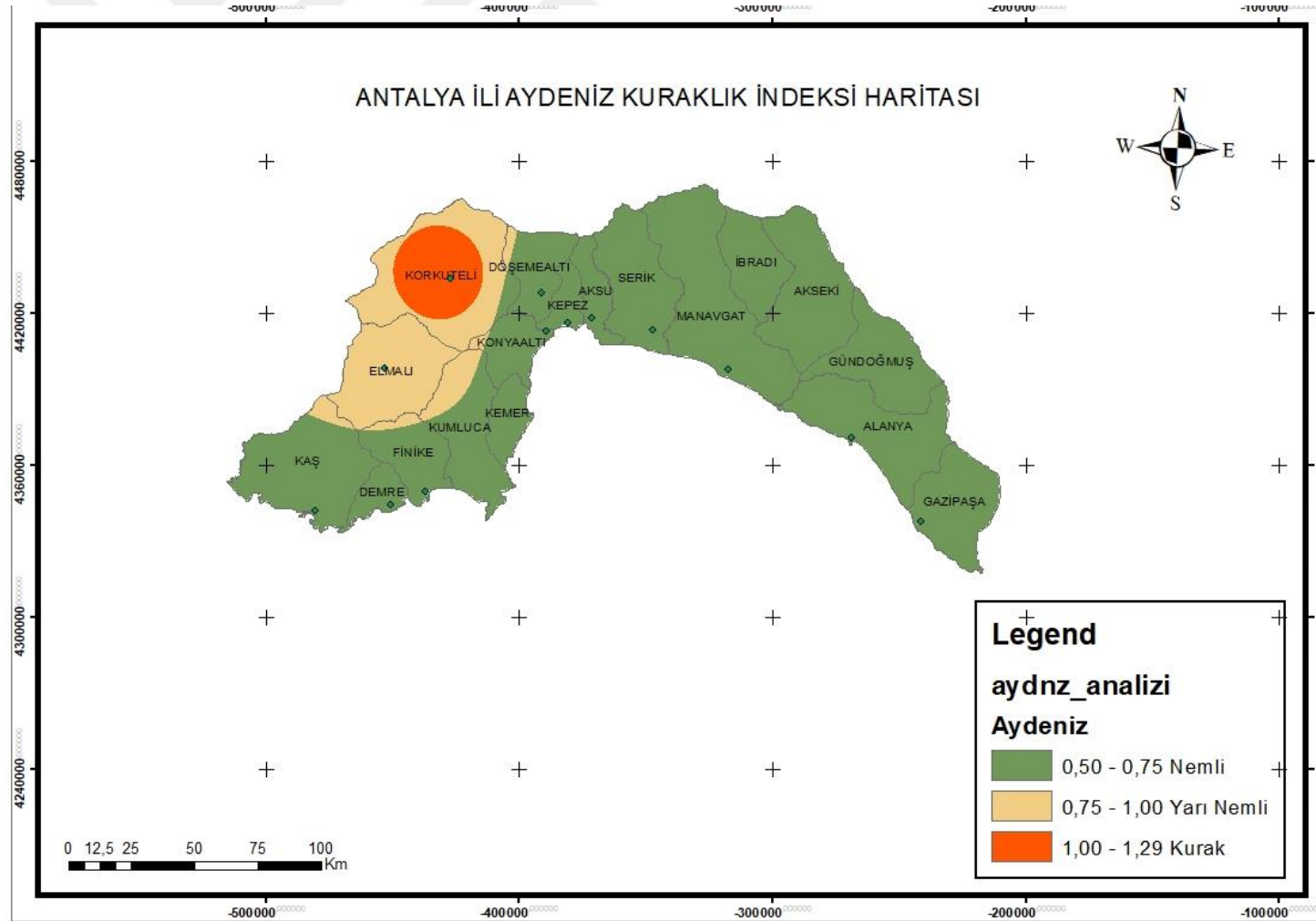
Şekil 4.12. Antalya İli Erinç Kuraklık Analizi Haritası

4.5.Aydeniz Kuraklık Analizi

Aydeniz analizinde veriler meteorolojiden elde edilen uzun yıllar sıcaklık ve yağış verileri, nemlilik durumu ve güneşlenme süreleri gibi parametreler yardımıyla hesaplanarak elde edilir.

Aydeniz yönteminde elde edilen nemlilik katsayısı belirlenen sınırlar içinde kuraklık durumunu ifade etmektedir. Antalya ili için veri elde edilen tüm ilçelerde bu yöntem analizi yapılarak veriler elde edilmiştir.

Aydeniz analizi sonucunda elde ettiğimiz bulgulara göre; 1960-2021 yıllarına ait yağış ortalama ve sıcaklık verileri kullanılarak yapılan analizde, Antalya merkez ilçelerinin değerlerinin 0,6 bulunarak Yarı Nemli sınıfına girdiği belirlenmiştir. Aynı şekilde Alanya ilçesi için bu değer 0,5 (Nemli), Finike ilçesinin 0,6 (Yarı emli), Kaş ilçesinin 0,6 (Yarı nemli), Korkuteli ilçesinin 1,3 (Kurak), Elmalı ilçesinin 1,00 (Yarı kurak), Manavgat ilçesinin 0,5 (Nemli), Demre ilçesinin 0,6 (yarı Nemli) ve son olarak Gazipaşa ilçesinin 0,6 (Yarı nemli) değerinde olduğu hesaplanmıştır. Şekil 4.13.'de bu değerlerin harita üzerindeki dağılımı gösterilmiştir.

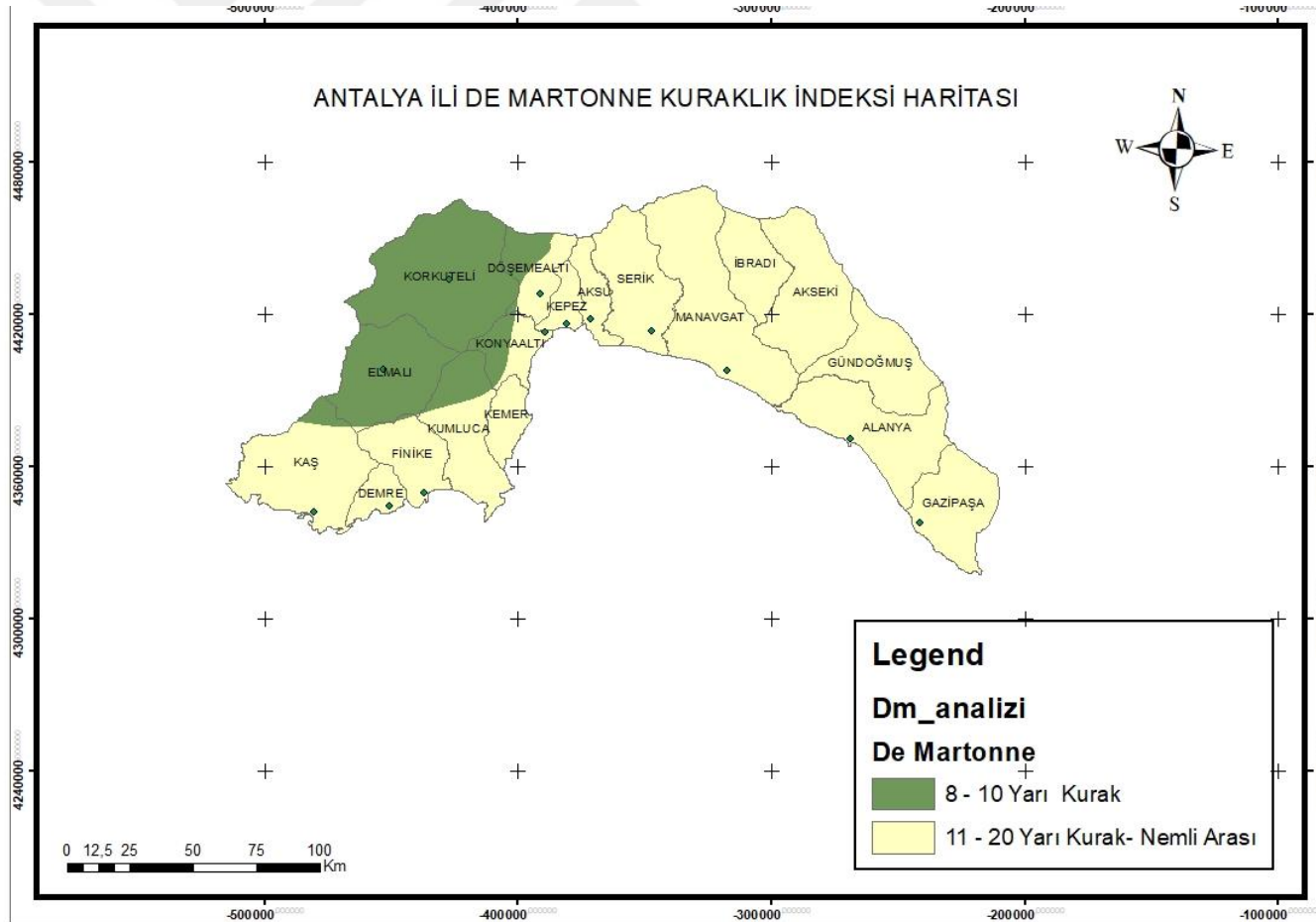


Şekil 4.13. Antalya İli Aydeniz Kuraklık Analizi Haritası

4.6.De Martonne Kuraklık Analizi

De Martonne analizinde uzun yıllar yağış ortalamaları ve uzun yıllar sıcaklık ortalamaları verileri kullanılarak analizler gerçekleştirilir. Meteorolojik kuraklık yöntemleri içinde yaygın kullanılan yöntemlerdendir. Antalya ili ilçeleri için bu analiz yapılarak veriler elde edilmiştir.

De Martonne analizi sonucunda elde ettiğimiz bulgulara göre; 1960-2021 yıllarına ait yağış ortalama ve sıcaklık verileri kullanılarak yapılan analizde, Antalya merkez ilçelerinin değerlerinin 11,1 bulunarak Yarı kurak-nemli sınıfına girdiği belirlenmiştir. Alanya ilçesi için bu değer 15,4 (Yarı kurak-nemli arası), Finike ilçesinde 12,9 (Yarı kurak-nemli arası), Kaş ilçesinde 11,1 (Yarı kurak-nemli arası), Korkuteli ilçesinde 7,4 (Yarı kurak), Elmalı ilçesinde 10,1 (Yarı kurak), Manavgat ilçesinde 15,1 (Yarı kurak-nemli arası), Demre ilçesinde 11,1 (Yarı kurak-nemli arası) ve son olarak Gazipaşa ilçesinde 11,7 (Yarı kurak-nemli arası) değerinde olduğu hesaplanmıştır. Şekil 4.14.'te bu değerlerin harita üzerindeki dağılımı gösterilmiştir.



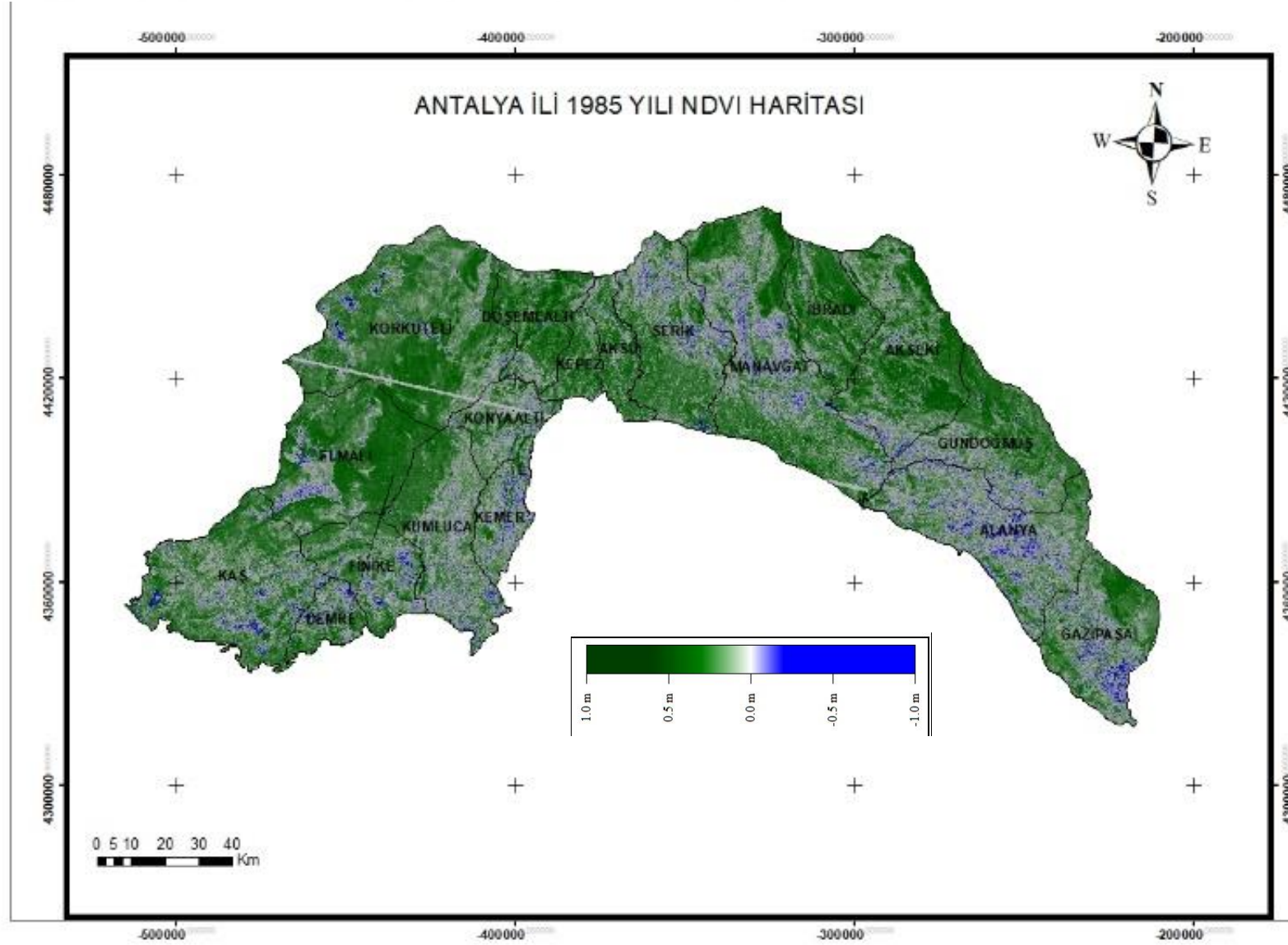
Şekil 4.14. Antalya İli De Martonne Kuraklık Analizi Haritası

4.7.NDVI Analizi

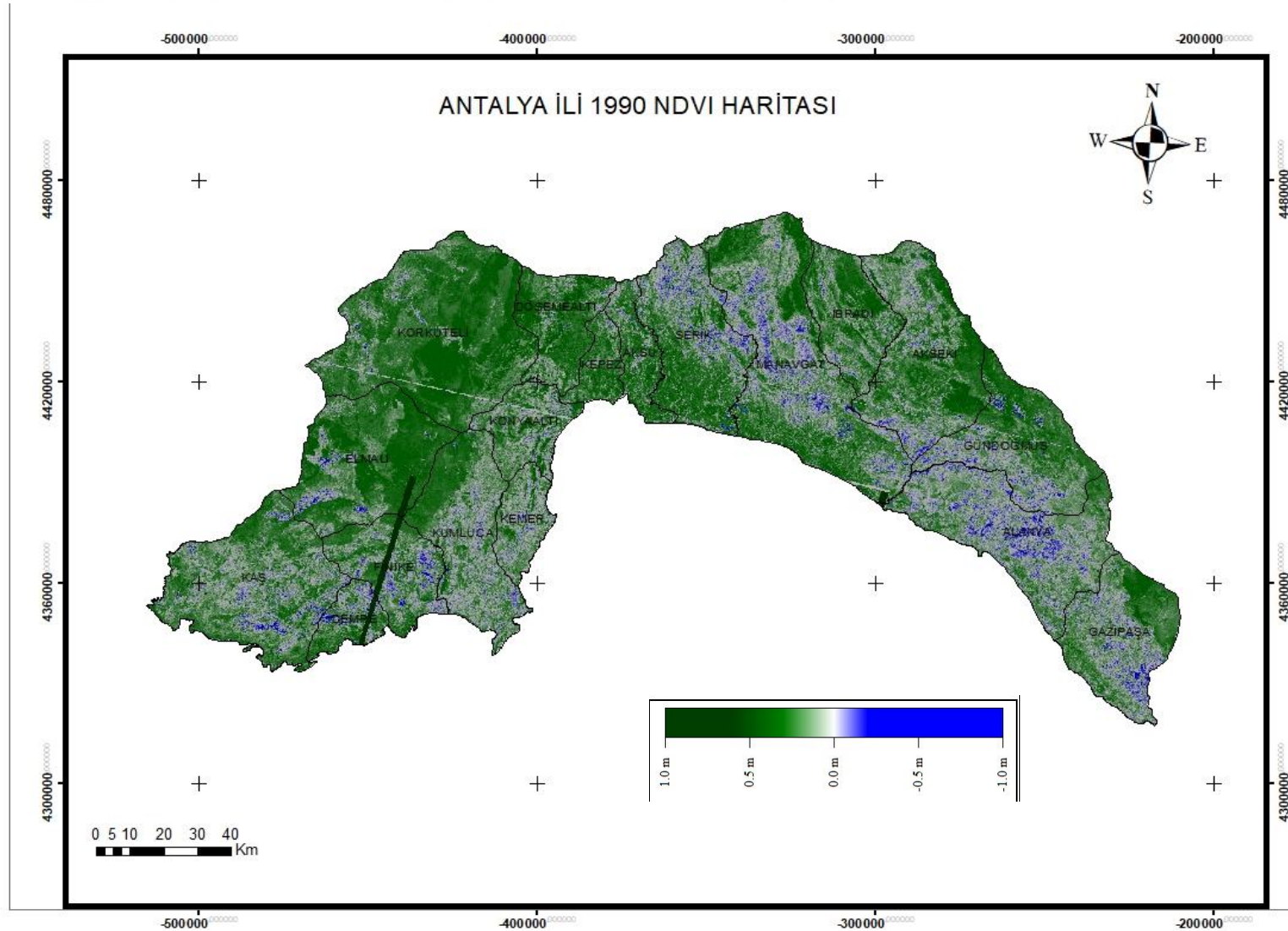
Farklı bitki örtüsü desenleri bir bölgenin yağış, sıcaklık ve kuraklık gibi bazı bilgilerini gösterebilir. Bitki deseninin değişiminin incelenmesi bu çalışmada kuraklık analizini desteklemek amacıyla yapılmıştır. Antalya ili ölçeğinde tarımsal kuraklığın izlenebilmesi için 1985 ile 2010 yıllarına ait Landsat-8 uydusu verileri kullanılarak NDVI değerlerinden yararlanılmıştır. 2021 yılı için Sentinel-2 uydu verisi kullanılarak NDVI analizi yapılmıştır. ArgCİS 10.2 programında elde edilen sonuçlar haritalanmıştır.

NDVI değer aralığı -1 ile +1 arasındadır. Eksi değerler sulak veya buzul alanları gösterirken +1 yakın değerler ise bitki örtüsü yoğunluğu ve çeşitliliğinin arttığı alanları göstermektedir.

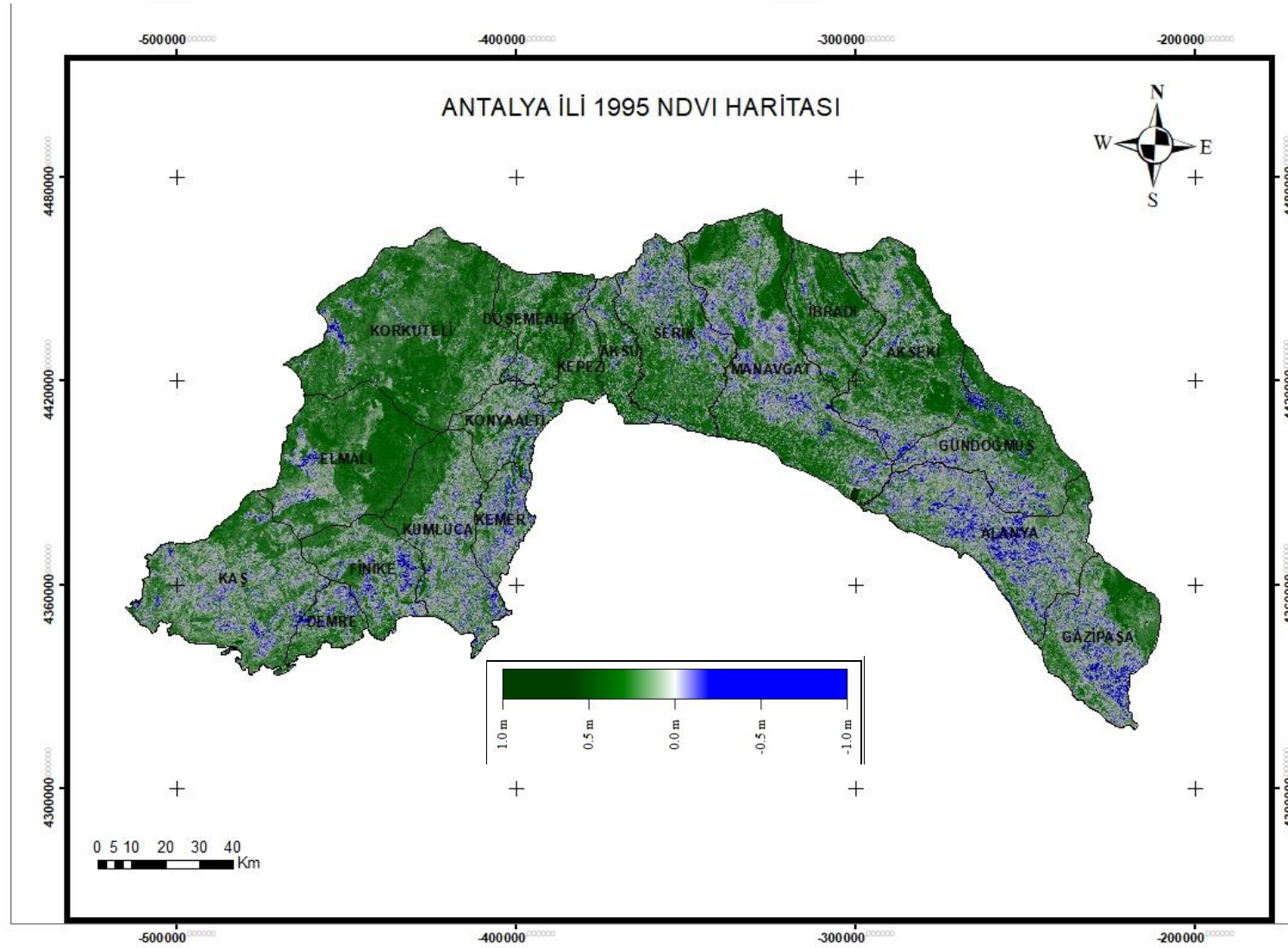
Antalya ilinin su kaynaklarının son yıllarda azaldığı NDVI analizi sonucunda elde edilen haritalarda açıkça görülmektedir. Sulak alanların azalarak yeşil bitki örtüsünün artması tarımsal üretimin arttığını bize göstermektedir. Tarımsal üretimin artış sağlaması, tarımda kullanılan su miktarının artışına neden olmakta ve bu durum da doğru su yönetimi yapılmazsa kuraklığa neden olabilmektedir. Elde ettiğimiz analizde kuraklığın rakamsal olarak ifade edilmiyor olması tehlikenin olmadığı anlamına gelmemektedir. Zira ülkemizde su kullanımının %77'si tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Bu yüksek oran dikkate alındığında tarımsal üretimin artması su tüketimini oldukça arttırmaktadır. Bu nedenle su yönetimi çok daha fazla öneme sahiptir. Aşağıda Antalya ili için 1985 ile 2021 yılları arasındaki uydu görüntülerinde NDVI analizi yapılmış ve sonuçları haritalarla verilmiştir.



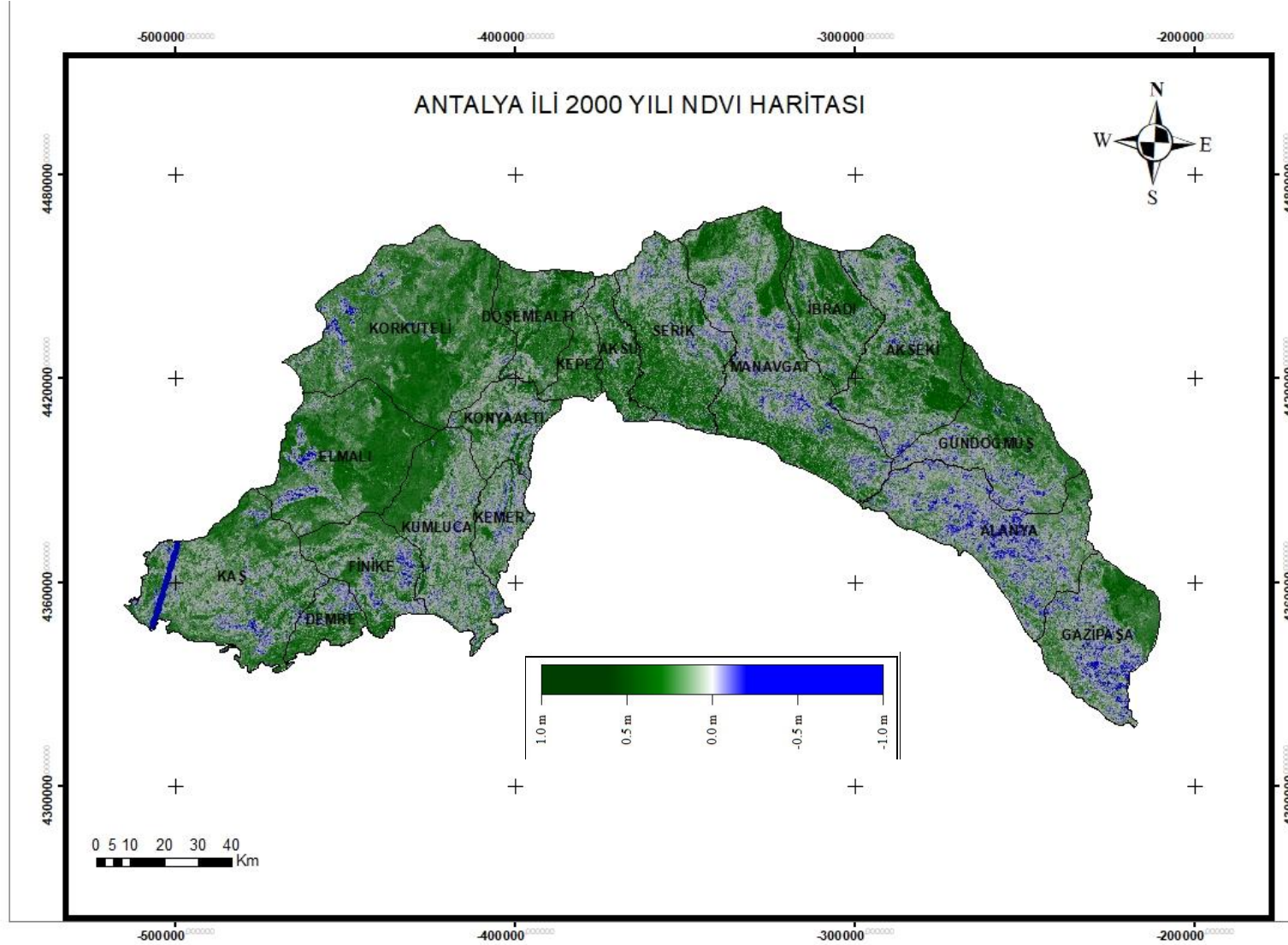
Şekil 4.15. Antalya İli 1985 Yılı NDVI analizi haritası



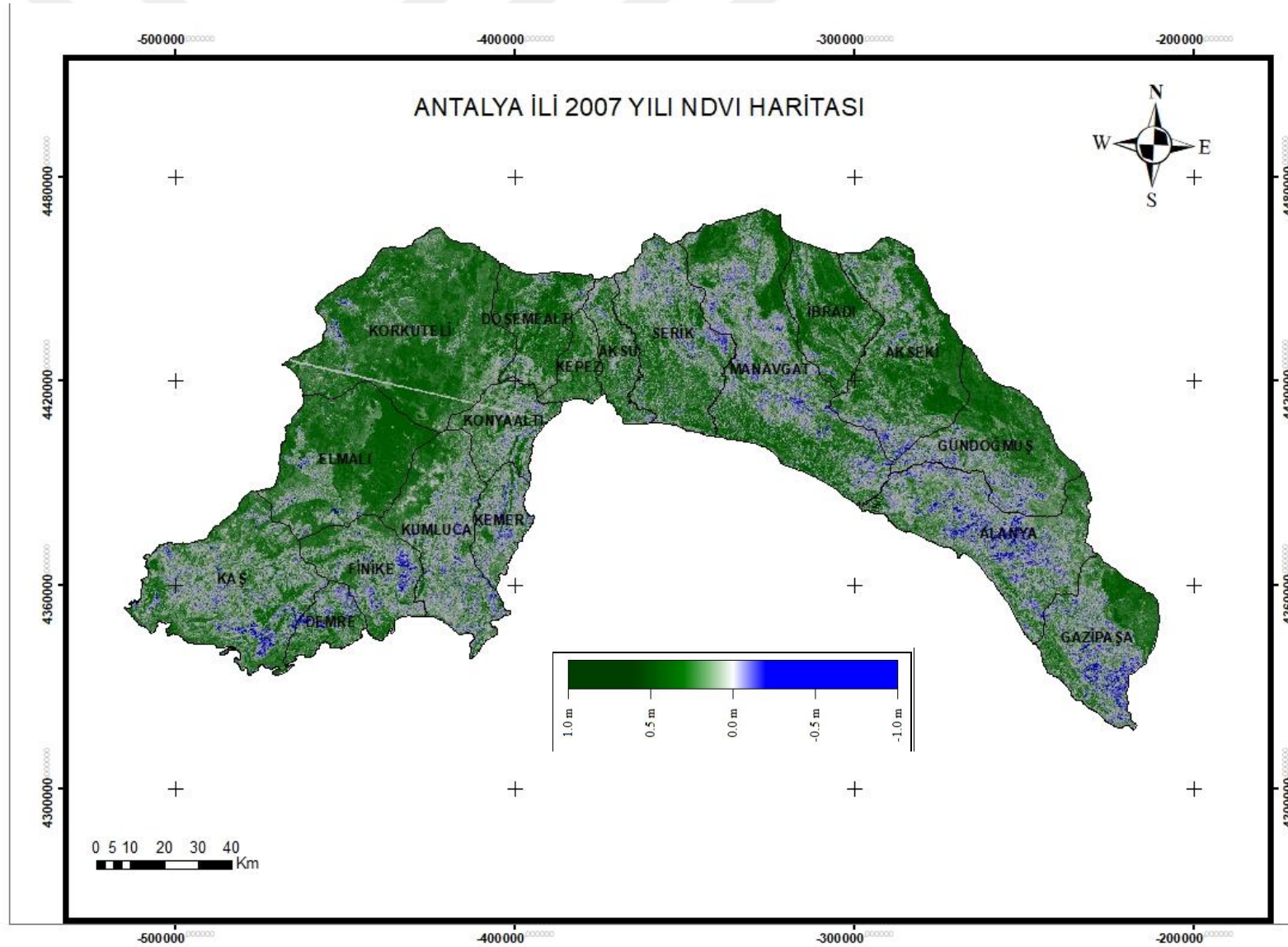
Şekil 4.16. Antalya İli 1990 Yılı NDVI analizi haritası



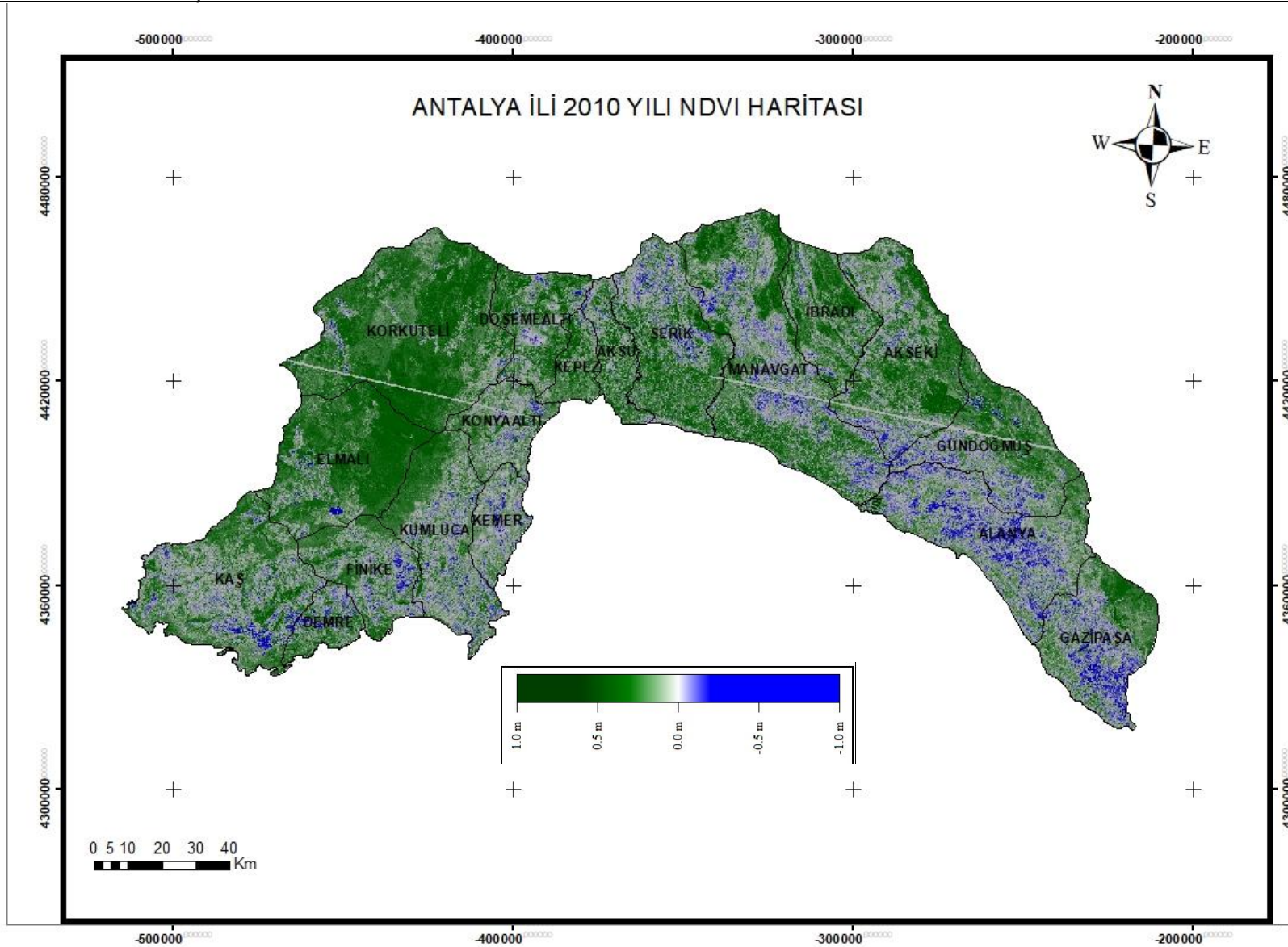
şekil 4.17. Antalya İli 1995 Yılı NDVI analizi haritası



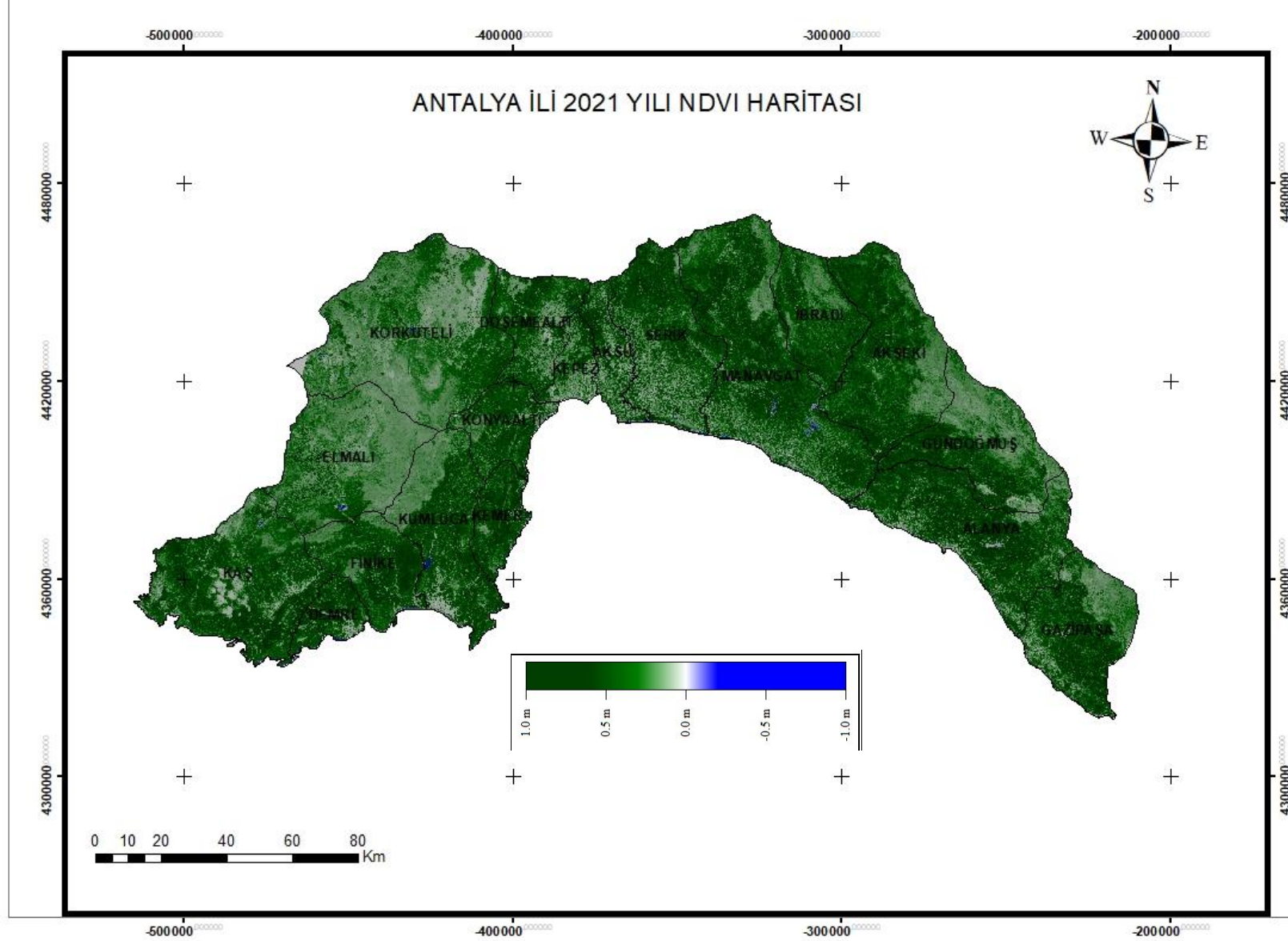
Şekil 4.18. Antalya İli 2000 Yılı NDVI analizi haritası



Şekil 4.19. Antalya İli 2007 Yılı NDVI analizi haritası



Şekil 4.20. Antalya İli 2010 Yılı NDVI analizi haritası



Şekil 4.21. Antalya İli 2021 Yılı NDVI analizi haritası

4.8. Antalya İli Toprakları

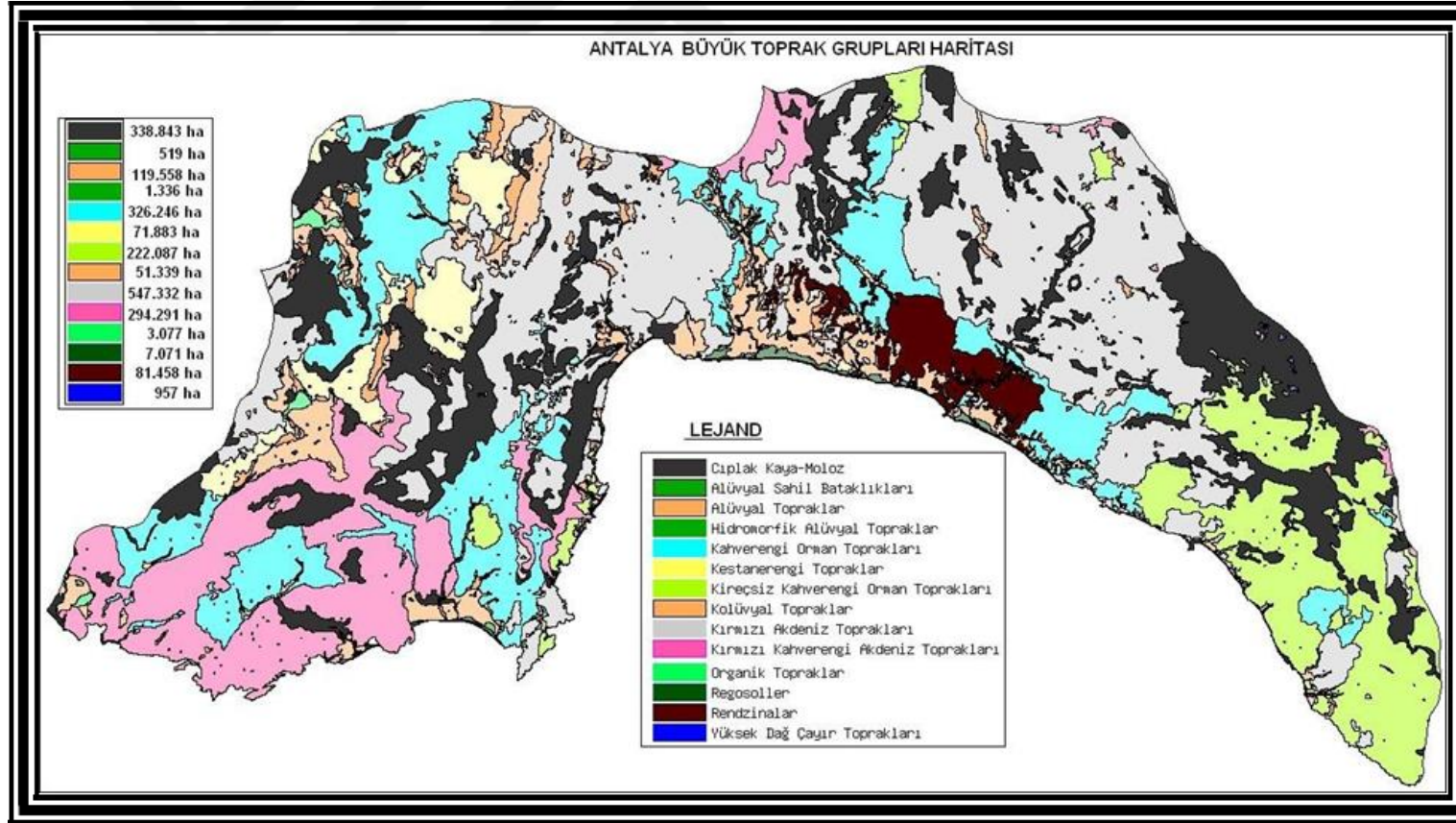
1975 yılında Türkiye’de yapılan toprak haritalama çalışmaları neticesinde Antalya havzasında en fazla alanı 574.332 hektarlık alan ile kırmızı Akdeniz topraklarının kapladığı belirtilmiştir. Havzanın özellikle Güney ve ortalarında yaygın olup, Kuzeyde Eğirdir gölünün güneyine kadar uzanmaktadır. Özellikle orta havzada geniş bir alana sahip olan kırmızı-kahverengi Akdeniz toprakları ile birlik teşkil etmektedir. Bu topraklar bazı bölgelerde alüvyal ve kolüvyallerle kesişmektedir.

Kahverengi Orman toprakları ise Antalya havzasında ikinci olarak en geniş alana sahip alanı kapsamaktadır. Kapladığı 326.246 hektar saha ile büyük toprak grubudur. Havzanın Güney doğusunda Alanya’dan başlayarak Kuzey Batıya doğru Akdeniz toprakları ile rendzinalar arasında bulunmaktadır. Bu bölgede yağışlar genellikle 600 mm civarında olmakla birlikte yer yer 1000 mm’ye de ulaşabilmektedir. Yaygın bitki örtüsü orman ağaç ve ağaççıklarıdır. Büyük bir kısmı orman ve fundalık, geri kalan diğer kısmı kuru tarım ve mera alanlarını oluşturmaktadır.

Alüvyal topraklar ise Antalya havzasında oldukça yaygın bir alan kaplamaktadır. Toplamda 119.558 hektar alana sahip olan Alüvyal topraklar oldukça verimli toprakları oluşturmaktadır. Havzada aslında akarsuların, kısmen de göllerin oluşturduğu bu topraklar zonaliteye sahip olmadığı için havzanın her bölgesinde bulunur. Akarsuların meydana getirdiği alüvyal topraklara havzanın ana drenaj ağını teşkil eden Aksu, Manavagat, Köprüçayı, Doyran, Alara, Korkuteli deresi, Onaç çayı, Kocaçay, Yalvaç çayı, Hoyran çayı ve Senirkent çayı ile bunların yan dalları boyunca uzanan ince uzun şeritler veya geniş ovalar şeklinde görülmektedir. Bunlar havzayı esas olarak Kuzey-Güney, kısmen de Batı-Doğu yönünde oluşturlar. Göllerin meydana getirdiği alüvyaller ise havzanın Kuzeyindeki Eğirdir, Hoyran, Kovada ile Batısındaki Kestel Gölünün eski yatakları halinde bulunmaktadır.

Antalya havzası alüvyonlarının büyük bir alanı tuzsuz sınıfta bulunmaktadır. Bazı bölgelerde ise az miktarda tuzluluk ve alkalilik arz eden topraklara da rastlanır. Tuzluluk ve alkalilik genellikle drenajı bozuk bölgelerde görülmektedir. Havzanın esas olarak sahil bölgesi ve yukarı kısımdaki ovalık ünitesinde yer alan alüvyal topraklarda topografya düz veya düze yakın sınıflandırılmaktadır.

Bu toprakların neredeyse yarısında sulu tarım, diğer yarısında kuru tarım yapılmaktadır. Bu arada çok az da olsa funda, mera, çayır, bağ-bahçe gibi kullanma şekilleri de mevcuttur (Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021).



Şekil 5.1. Antalya İli Büyük Toprak Grupları Haritası (Kaynak: Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021)

5. SONUÇLAR

Kuraklık tüm yaşamsal faaliyetleri etkileyecek ve tüm insanların dikkat etmesi gereken küresel bir tehdittir. Bu tehlikenin farkına varmak ve seviyesini belirlemek amacıyla Antalya ili ve ilçeleri için yaptığımız bu çalışmada 9 adet meteoroloji istasyonundan uzun yıllar sıcaklık ve yağış verileri elde edilerek analizler bu verilerle gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada temelde 3 başlık altında incelenen kuraklık analizlerinden Meteorolojik Kuraklık ve Tarımsal Kuraklık analizleri hesaplanarak haritalanmıştır. Hidrolojik kuraklık analizleri bu tezin konusu dahilinde bulunmadığından ve veri eksikliği nedeniyle hesaplanmamıştır. Kuraklık analizlerinin yanı sıra merkez ve diğer ilçelerin su bilançoları hesaplanmış ve grafiklerle gösterilmiştir.

Thornthwaite Su Bilançosu 2021 yılı hesaplamasında elde edilen verilere göre Antalya Merkez, Alanya, Kaş, Elmalı, Finike Gazipaşa ve Korkuteli için su noksanı görülen ayların Mayıs ve Ekim ayları arasında olduğu belirlenmiştir. Bu ilçelerdeki yağışın buharlaşmadan daha düşük olması sebebiyle su noksanlığı görülmektedir. Manavgat ilçesinin ise su noksanı görülen ayları Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül olarak belirlenmiştir. Bulgularımıza göre Manavgat ilçesinin su noksanlığı çektiği süre tüm ilçelere göre en düşük olmakla birlikte 4 (Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül) aydır. Su fazlası dönemler olarak incelediğimizde ise Alanya, Kaş, Manavgat benzer şekilde Kasım ile Mart ayları arasında su fazla döneme sahipken, Antalya merkez, Elmalı, Finike ve Gazipaşa Aralık ile Mart ayları arasında aynı su fazlası döneme sahiptir. İncelenen ilçeler içinde su fazlası dönemi en kısa olan iki ilçe ise Korkuteli ve Demre olarak belirlenmiştir. Bu ilçelerin su fazlası olduğu aylar Ocak, Şubat ve Mart aylarıdır.

Meteorolojik kuraklık analizlerinden Standart Yağış İndeksi (SPI), De Martonne Kuraklık İndeksi, Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI), Erinç Yöntemi, Aydeniz yöntemlerine göre analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar elde edilmiştir. Antalya Merkez ilçeleri Standart Yağış İndeksi analizine göre Normale Yakın Kurak olarak bulunurken benzer şekilde De Martonne Kuraklık İndeksi analizine göre Yarı Kurak Nemli Arası ve Normalin Yüzdesi İndeksine göre hafif kurak bulunmuştur. Uzun yıllar yağış ve sıcaklık verilerini kullandığımız bu analizlerde birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Ancak Aydeniz Yöntemine göre nemli sınıfta bulunan Antalya merkez ilçeleri Erinç Yöntemine göre Nemli sınıfta bulunmuştur. Bu farklılıkların nedeninin Aydeniz ve Erinç yöntemlerinde farklı verilerin ve kullanılmış olması olarak yorumlanmıştır.

Çizelge 5.1. Antalya ilçeler bazında yapılan tüm analizlerin sonuçları

İLÇELER	SPI	DEĞERLENDİRME	De Martonne	DEĞERLENDİRME	PNI	DEĞERLENDİRME	AYDENİZ	DEĞERLENDİRME	ERİNC	DEĞERLENDİRME
KONYAALTI	-0,7	Normale yakın kurak	11,1	Yarı kurak-nemli arası	82,1	Hafif kurak	0,6	YARI NEMLİ	40,2	Nemli
DÖŞEMEALTI	-0,7	Normale yakın kurak	11,1	Yarı kurak-nemli arası	82,1	Hafif kurak	0,6	YARI NEMLİ	40,2	Nemli
AKSU	-0,7	Normale yakın kurak	11,1	Yarı kurak-nemli arası	82,1	Hafif kurak	0,6	YARI NEMLİ	40,2	Nemli
KEPEZ	-0,7	Normale yakın kurak	11,1	Yarı kurak-nemli arası	82,1	Hafif kurak	0,6	YARI NEMLİ	40,2	Nemli
SERİK	-0,7	Normale yakın kurak	11,1	Yarı kurak-nemli arası	82,1	Hafif kurak	0,6	YARI NEMLİ	40,2	Nemli
ALANYA	1,5	Çok yağışlı	15,4	Yarı kurak-nemli arası	49,0	Şiddetli kurak	0,5	NEMLİ	48,6	Nemli
FİNİKE	1,2	Orta Şiddetli yağışlı	12,9	Yarı kurak-nemli arası	70,7	Orta Şiddetli kurak	0,6	YARI NEMLİ	44,1	Nemli
KAŞ	0,2	Normal	11,1	Yarı kurak-nemli arası	39,8	Şiddetli kurak	0,6	YARI NEMLİ	38,1	Yarı Nemli
KORKUTELİ	-1,6	Şiddetli kurak	7,4	Yarı kurak	66,0	Orta şiddetli kurak	1,3	KURAK	26,7	Yarı Nemli
ELMALI	-1,2	Orta şiddetli kurak	10,1	Yarı kurak	68,7	Şiddetli kurak	1,0	YARIK KURAK	32,7	Yarı Nemli
MANAVGAT	0,6	Normal	15,1	Yarı kurak-nemli arası	57,8	Şiddetli kurak	0,5	NEMLİ	51,8	Nemli
DEMRE	-0,5	Normale yakın kurak	11,1	Yarı kurak-nemli arası	54,4	Şiddetli kurak	0,6	YARI NEMLİ	39,8	Yarı Nemli
GAZİPAŞA	0,4	Normal	11,7	Yarı kurak-nemli arası	71,8	Orta şiddetli kurak	0,6	YARI NEMLİ	40,8	Nemli

Alanya ve Kaş ilçeleri için 12 Aylık SPI analizine göre çok yağışlı ve normal bulunmasına karşın De Martonne analizinde Yarı Kurak Nemli Arası, PNI Analizine göre Şiddetli Kurak, Aydeniz ve Erinç Yöntemlerine göre ise Nemli sınıfında bulunmuşlardır. Bu değerlendirmede PNI analizindeki bu farklılığın sadece 2021 yılı yağış verilerinin kullanılmasından kaynaklı olduğunu düşündürmektedir. Alanya ve Kaş ilçeleri için en doğru sınıfın Nemli sınıf olduğu sonucuna varılmıştır.

Finike ilçesi 12 Aylık SPI analizine göre Orta Şiddetli Yağışlı bulunmasına karşın De Martonne analizinde Yarı Kurak Nemli Arası, PNI Analizine göre Orta Şiddetli Kurak, Aydeniz Yöntemine göre Yarı Nemli ve Erinç Yöntemlerine göre ise Nemli sınıfında olduğu bulunmuştur. Bu değerlendirmede Finike ilçesi için 5 yöntemde de birbirine yakın sonuçlar elde edilerek Yarı Nemli sınıfta olduğu belirlenmiştir.

Manavgat, Demre ve Gazipaşa ilçeleri için 12 Aylık SPI, De Martonne, Aydeniz ve Erinç Yöntemlerinde benzer değerler bulunmasına karşın PNI Analizine göre Şiddetli ve Orta Şiddetli Kurak sınıfında olduğu bulunmuştur. Yine bu şekilde bir farkın oluşmasında PNI analizindeki sadece 2021 yılı yağış verilerinin kullanılmasından kaynakladığı sonucuna varılmıştır.. Son yıllarda yağışın düşmesi bu analizde çok net gözlemlenmiştir. Sadece son birkaç yıla ait değerlendirme elbette tam olarak doğru sonuca ulaşılamayabilir ancak dikkatli olunması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu ilçelerinde Yarı Nemli sınıfta olduğu düşünülmektedir.

Elmalı ve Korkuteli ilçeleri için Erinç Yöntemi haricinde diğer yöntemlerde benzer şekilde Şiddetli Kurak, Yarı Kurak ve Kurak gibi sınıflar belirlenmiştir. Tüm ilçeler içinde incelendiğinde en yüksek seviyede kuraklığın bu iki ilçede görüldüğü belirlenmiştir. Özellikle Korkuteli ilçesinin ve Elmalı ilçesinin ise Yarı Kurak sınıfta olduğu bulunmuştur.

Tüm ilçeler tarımsal kuraklık yönünden NDVI analizleri kapsamında incelenmiştir. Yine benzer şekilde Tarımsal kuraklığın da son yıllarda arttığı ve değişimin özellikle Korkuteli ve Elmalı ilçelerinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.

Kuraklık analizleri sonucunda elde edilen bulgulara göre kuraklığın yoğunlaştığı Korkuteli ve Elmalı ilçeleri bölgesinde hakim toprakların yoğunlukla Kahverengi Orman Torağı ve Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprağı şeklinde Büyük Toprak Grubu sınıfında olduğu gözlemlenmiştir. Normal koşullarda Orman altında gelişen bu toprakların son yıllarda Ormanların azalmasıyla farklı bitki örtüsüne sahip olması kuraklıkla doğrudan ilişkilidir. Bitki deseni değiştikçe bitkilerde meydana gelen transpirasyon azalmakta ve buda yağışın daha az olmasına neden olmaktadır. Kuraklık toprak yapısını da değiştirmektedir. Kuraklık toprakta yaşayan canlıların biyolojik aktivitesini azaltmakta, bunun sonucunda agregatlaşma azalırken masif karakterli topraklar artmaktadır. Tarım yapılan bu topraklarda toprakların bilinçsizce sürülmesi, toprak özelliklerine göre ürünün seçilmemesi var olan kuraklığı daha da arttıracaktır. Bu topraklarda toprak işlemenin

yapılmaması, kuraklığa dayanıklı bitki deseninin seçilmesi ve damla sulama yöntemleri kuraklıkla baş edebilmek adına önemlidir.

Antalya ilinde yer alan Alüviyal ovalarda toprak özellikleri çok değişkendir. Özellikle nehir sırtı ünitelerinde yer alan topraklarda su çok zor tutulmakta, hafif tekstür nedeni ile kısa sürede profil boyunca hızla uzaklaşmakta bunun sonucunda bitkiler su ihtiyaçlarını yeterince karşılayamamaktadırlar. Taşkın düzlüklerinde ise toprak tekstürü daha ağır tekstürel özellikler nedeni ile su nispeten uzun süreler toprak profillerinin üst kısımlarında kalabilmekte, ancak buharlaşmanın fazla olduğu aylarda yüzeysel buharlaşmanın artmasına sebep olabilmektedirler.

Benzer durum kolüviyal araziler üzerinde yer alan kaba tekstürlü topraklarda da geçerlidir. Bu topraklar genel de hafif orta eğime sahip, derin olmayan, hafif tekstürlü topraklara sahip topraklardır. Eğim nedeni ile profile giren su alüviyal arazilere göre nispeten az olmasının yanı sıra bir de profil içerisinde suyun hareketi hızlı gerçekleşmektedir.

Kahverengi orman toprakları il sınırları dâhinde farklı eğime sahip alanlarda ama genellikle orman örtüsü altında olduğundan, su ihtiyacı ve su tutma kapasitesi açısından daha avantajlı konumdadır.

Araştırma alanında en büyük alanı kapsayan Kırmızı Akdeniz Toprakları, daha ziyade kireçtaşı üzerinde yerinde oluşmuş iyi bir profil gelişimi gösteren verimli topraklardır. Bu toprakların bulundukları eğim, rakım, ve yağış durumuna göre su tutmaları değişkenlik gösterse de genel anlamda killi bir yapı göstermeleri nedeni ile su tutma kapasiteleri yüksek topraklardır. Ancak buharlaşmanın fazla, yağışın veya sulamanın az olduğu yerlerde maalesef bitki besleme kapasiteleri de azalmaktadır.

Sonuç olarak, özellikle kuraklık tehlikesinin yoğun yaşandığı veya yakın gelecekte yaşanması muhtemel yerlerde vahşi sulamadan vazgeçilmesi, damla sulama yöntemleri ile sulamaların yapılması, kurağa dayanıklı bitki deseninin seçilmesi, çok su tüketen çeşit ve türlerden kademeli olarak vazgeçilmesi gerekmektedir. Suyu taşıyan kanalların mümkün olduğunca kapalı sistemler olması, bölge insanlarının kuraklık konusunda bilinçlendirilmesi ve gerek kullanım ve gerekse tarımsal sulamada tasarruf yoluna gidilerek, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı sağlanmalıdır. Son yıllarda sıkça dillendirilen su hasadının Antalya için bir sistem dahilinde planlanması ve gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Tamamlanan bu çalışmanın Antalya ilinin, ilçeleri bazında kuraklık yaşayan veya yakın gelecekte yaşaması muhtemel ilçeleri için kaynak niteliğinde kullanılması ve elde edilen bulguların Antalya ilinde yaşayan halka veya yönetiminde söz sahibi olan kurum ve kuruluşlara katkı sağlaması ümidindeyiz.

6.KAYNAKLAR

- Acharya, M., Shukla, S. H. and Kalubarme, M. H., “Monitoring Drought and its impact on Agriculture using Drought Indices and Geo-informatics Technology in Patan District, Gujarat”, *Int. J. Environ. Geoinformatics*, 6(2), 153–162, (2019).
- Akşan, G. N. (2021). Türkiye'de kuraklık analizi (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Alami, M., Din, S., Tayfur, G., Meteorological Drought Analysis by Different Methods in Helmand River Basin, Afghanistan. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 8, Issue 2, February-2018, ISSN 2229-5518
- ALTUNBAŞ, S., & SARI, M. (2009). The relationships of iron contents between Red Mediterranean soils and its parent material in Antalya province, Turkey. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 15-21.
- ALTUNBAŞ, S., GÖZÜKARA, G., & DEMİREL, B. Ç. Aksu Ovasında Farklı Flüviyal Depozitler Üzerinde Gelişen Toprakların Özelliklerinin ve Dağılımlarının Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(3), 381-391 (2020).
- Anlı, A. S., Apaydin, H. Ozturk, F. 2007. Regional Flood Frequency Estimation for the Goksu River Basin through Lmoments. *International River Basin Management Conference*, State Hydraulic Works, 22-24 March, Gloria Golf Resort Hotel, Belek, Antalya
- Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2020 yılı Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü <https://antalya.tarimorman.gov.tr/Menu/72/Brifingler> Erişim: Ekim 2021
- Anonim, (2011). Antalya Tarım Master Planı. T.C. Antalya Valiliği İl Tarım Müdürlüğü. 703 s.
- Apak, E., 2009 Standart Yağış İndeksi (SPI) Yöntemi İle Ege Bölgesinde Kuraklık Analizi, Yüksek Lisans Tezi
- Arslan, O., Önder, H. H., & Özdemir, G. (2014). Aydeniz yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Antalya'daki aksu sulama alanı için kuraklık analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(2), 109-115.
- Atalay, İ., 2020. İklim Sınıflandırmaları, Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

- Atmaca, D. (2011). Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) ile Konya ilinde bölgesel kuraklık analizi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Aydın, S., Şimşek, M., Çetinkaya, G., & Öztürk, M. Z. (2019). Erinç Yağış Etkinlik İndisi'ne göre belirlenen Türkiye iklim bölgelerinin rejim karakteristikleri. 1. *İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı*, 20-22
- Bacanlı, Ü., Akşan, G., 2019 Drought Analysis In Mediterranean Region. Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, 25 (6) 665-671
- Chen, S.T., Kuo, C.C. & Yu, P.S. (2009). Historical trends and variability of meteorological droughts in Taiwan. *Hydrological Sciences Journal*, 54(3):430-441.
- Çakmak, B., and A. Aküzüm. "Tarımsal Altyapı ve Sulama." Ziraat Mühendisleri Odası." *Küresel Kriz, Türkiye ve Gıda Güvencesi*" Sempozyumu 15 (2009): 189-214.
- ÇELİK, M. A., & KARABULUT, M. (2017). Uydu Tabanlı Kuraklık İndisi (SVI) Kullanılarak Yarı Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis) Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(1), 111-130.
- Çelik, M. A. and Gülersoy, A. E., "Climate classification and drought analysis of Mersin", *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 1–26, (2018).
- Deniz, D. (2009). Türkiye'deki kuraklığın Standart Yağış İndeksi ile incelenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- DİNÇER, Samet; ÖZYER, Yasemin. Dünyayı Tehdit Eden Kuraklık Tehlikesi ve Su Krizinin Sağlık Üzerine Etkisi: Cape Town Örneği. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 2020, 7: 144-153.
- Duran, C., "Uzaktan Algılama teknikleri ve Bitki Örtüsü Analizi", *Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü DOA Dergisi*, 3, 45-67, (2007).
- Edwards, D. C. (1997). Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales. Air force inst of tech wright-patterson afb oh.
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve metodları* (4. Baskı). İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Erinç, S. (1977). *Vejetasyon coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Basımevi, İ.Ü. Yayın No: 2276.

- Erol, S. (2021). Organik tarım alanlarının uzaktan algılama ile fizyografik özelliklerinin belirlenmesi ve çevre arazilerle ilişkilendirilmesi.
- Fathabadi, A., Gholami, H., Salajeghe, A., Azanivand, H., & Khosravi, H. (2009). Drought forecasting using neural network and stochastic models. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 3(2):137-146.
- Fidan, H.I. (2011). Doğu Akdeniz Bölgesinde standardize yağış indeksi (SYİ) ile kuraklık analizi ve markov zinciri yöntemini kullanarak kurak olma olasılıklarının belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Gürler, Ç. 2017 beyşehir Ve Konya-Çumra-Karapınar Alt Havzalarında standartlaştırılmış İndex Yaklaşımı İle Hayderolojik Kurklık Değerlendirilmesi, Uzmalık Tezi.
- Gümüş, V. and Ağın, H. M., “Meteorological and hydrological drought analysis of the Seyhan–Ceyhan River Basins, Turkey”, *Meteorol. Appl.*, 24(1), 62–73, (2017).
- Güner Bacanlı, Ü. and Akşan, G. N., “Drought Analysis with Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) in Marmara Region, Turkey”, 11th World Congress on Water Resources and Environment (EWRA 2019), Madrid, İspanya, (2019).
- Göksu, G., Karabulut, M., & Karakoç, A. Türkiye’de Bitki Örtüsünün Spot Vegetation Verileri ile İncelenmesi (2015).
- Kandemir, E., “Uzaktan algılama tekniğinde NDVI değeri ile doğal bitki örtüsü tür dağılımı arasındaki ilişkilerin belirlenmesi üzerine araőtırmalar”, 115 Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, İzmir, (2010).
- KARAER, M., & GÜLTAő, H. T. Kuraklık Oluőumunun Bilecik İli’nde Standartlaştırılmış Yağış İndeksi Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 303-308.
- KATİPOĞLU, O. M., & Reőat, A. C. A. R. Standartlaştırılmış yağış indeksi hesabında kullanılan dağılım fonksiyonu etkisinin ve kuraklık karakteristiklerinin araőtırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 828-844.

- Kıymaz, S., Güneş, V., & Asar, V. (2011). Standartlaştırılmış yağış indeksi ile Seyfe Gölünün kuraklık dönemlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1):91-102.
- Kim, D.W., Byun, H.R., & Choi, K.S. (2009). Evaluation, modification, and application of the effective drought index to 200-year drought climatology of Seoul, Korea. *Journal of Hydrology*, 378(1-2):1-12.
- Kömüşçü, A.Ü., Erkan, A., & Turgu, E. (2003). Normalleştirilmiş yağış indeksi (SPI) metodu ile Türkiye’de kuraklık oluşum oranlarının bölgesel dağılımı. III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 19-21 Mart 2003, İstanbul, s:268-275.
- Lı, W., Fu, R., Juarez, R.I.N., & Fernandes, K. (2008). Observed change of the standardized precipitation index, its potential cause and implications to future climate change in the Amazon region. *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 363(1498):1767-1772.
- Mahmoudi, P., Rigi, A. and Miri Kamak, M., “A comparative study of precipitation-based drought indices with the aim of selecting the best index for drought monitoring in Iran”, *Theor. Appl. Clim.*, 137(3-4), 3123–3138, (2019).
- Martins, D. S., Raziei, T., Paulo, A. A. and Pereira, L. S., “Spatial and temporal variability of precipitation and drought in Portugal”, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12(5), 1493–1501, (2012).
- McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. 1993. Drought monitoring with multiple time scales. Presented at the Ninth Conference on Applied Climatology. American Meteorological Society, Dallas TX, p. 233-236.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., & Kleist, J. (1994). Drought monitoring with multiple time scales. American meteorological society. Proceedings of 9th. Conference on Applied Climatology, 15-20 January, Dallas, p:233-236.
- MENGÜ, G. P., Süer, A. N. A. Ç., & ÖZÇAKAL, E. (2011). Kuraklık yönetim stratejileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2), 175-181.
- Mishra, A. K., & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of hydrology*, 391(1-2), 202-216.

- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016a, De Martonne Kuraklık İndeksine Göre Türkiye İklimi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü.
- Nazmi, D. İ. N. Ç., AYDINŞAKİR, K., Mesut, I. Ş. I. K., & BÜYÜKTAŞ, D. (2016). Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) yöntemi ile Antalya ili kuraklık analizi. *Derim*, 33(2), 279-298.
- Palmer, W.C. 1965. Meteorological Drought. Weather Bureau Research Paper No. 45, U.S.A. Department of Commerce, Washington, D.C., 58 pp,
- Pamuk, G., Özgürel, M. ve Topçuoğlu, K. (2004). Standart yağış indisi (SPI) ile Ege bölgesinde kuraklık analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(1), 99-106.
- Patel, N.R., Chopra, P., & Dadhwal, V.K. (2007). Analyzing spatial patterns of meteorological drought using standardized precipitation index. *Meteorological Applications*, 14(4):329–336.
- Rouse, J., Haas, R., Schell, J. and Deering, D., Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, Proc. 3rd ERTS Symp. NASA SP-351, 309–317, (1974).
- Santos, J.F., Portela, M.M., & Pulido-Calvo, I. (2011). Regional frequency analysis of droughts in Portugal. *Water Resources Management*, 25:3537–3558.
- Sönmez, N. K., Sarı, M., & Aksoy, E. (2007). Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Ve Toprak Koruma Planının Oluşturulması: Antalya-Altınova Örneği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 11-22.
- Şener, E., Şener, Ş., Meteorolojik Kuraklığın Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Zamansal Ve Konumsal Analizi: Çorak Gölü Havzası (Burdur-Türkiye) Örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 7(3), 596 – 607, 2019 e-ISSN: 1308-6693
- Şimşek, O., Çakmak, B. 2010 SPI Ve PNI Yöntemleriyle Tarım Yılı KURAKLIK ANALİZİ DMİ Zirai Meteoroloji Ve İklim Rasatları Dairesi Başkanlığı Zirai Meteoroloji Şubesi 06120 Kalaba, Keçiören, Ankara
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification. *Geographical Review*, 38(1), 55-94.

- Turan, E. S. (2018). Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(1), 63-69.
- Tsakiris, G., & Vangelis, H. (2004). Towards a drought watch system based on spatial SPI. *Water Resources Management*, 18(1):1-12.
- Yeğnidemir, K. (2005). İç Anadolu Bölgesi'nin standartlaştırılmış yağış indisi (SYİ) metodu ile kuraklık analizi, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Yengoh, T., G., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A., and Tucker III, C., Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales, Berlin, Germany: Springer, (2015).
- Yılmaz, Ü. (2000). Antalya yöresindeki Akdeniz kırmızı toprakları'nın (Terra-Rossa'lar) mikromorfolojik özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Akdeniz Üniversitesi).
- Yürekli, K., Anlı, A.S. 2008. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Karaman İli Kuraklığının Analizi. 5. Werick, W. J., Willeke, G., Guttman, N. B., Hosking, J. R. M., and Wallis, J. R., "The National Drought Atlas Developed", EOS Trans. AGU, 75(8), 89-90, (1994).
- Wilhite, D.A., 2000. Drought: A Global Assessment, Vols. 1 and 2. Routledge, New York, 89-104, 1 and 2, Routledge, New York, pp. 129–448.

ÖZGEÇMİŞ

ŞEYDA NUR ERKUL

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2019-2023	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2010-2014	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara