

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ İLE BÖLGESEL KENTLEŞME VE İKLİM
DEĞİŞİMİ ETKİLERİNİN TAHMİNİ

DOKTORA TEZİ

Buket İŞLER

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Bilgisayar Mühendisliği Programı

Eylül, 2021

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ İLE BÖLGESEL KENTLEŞME VE İKLİM
DEĞİŞİMİ ETKİLERİNİN TAHMİNİ**

DOKTORA TEZİ

**Buket İŞLER
(Y1615.610003)**

**Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Bilgisayar Mühendisliği Programı**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zafer ASLAN

Eylül, 2021

ONAY FORMU

YEMİN METNİ

Doktora tezi olarak sunduğum ‘‘Yapay Zekâ Yöntemleri ile Bölgesel Kentleşme ve İklim Değişimi Etkilerinin Tahmini’’ adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (15/08/2021)

Buket İŞLER

ÖNSÖZ

Doğal kaynakların bozulması, bitki örtüsü üzerindeki tahribatlar, kentleşme, artan nüfus yoğunluğu insan etkisiyle değişen iklimlerimiz, insanlığın geleceğine yönelik sinyaller vermektedir. Zamana bağlı olarak bitki örtüsü yoğunluğunun değişiminin ortaya konması gelecekteki durumunun öngörülmesi arazi planlaması ve kullanımı açısından önem taşımaktadır. Önümüzdeki yıllar için bitki örtüsü değişiminin tahmini, kentleşme ve iklim değişikliği sorunları ile ilgili tahminlerimizin önemli bir göstergesidir. Bu çalışma kapsamında, Türkiye'nin çeşitli bölgelerindeki ilçeler üzerinde bitki örtüsü yoğunluğundaki değişimin tespit edilebilmesi uydu ve meteorolojik veriler beraber analiz edilerek uzun vadeli tahminlerde bulunulmuştur. Öngörü performansını artırmak için hibrit bir yöntem geliştirilmiştir.

Tez konusunun belirlenmesinde, çalışmada kullanılacak verilerin sağlanmasında ve baştan sona kadar büyük bir sabırla bana gösterdikleri ilgi, destek ve yardımlarından dolayı saygıdeğer Hocam ve tez danışmanım olan Prof. Dr. Zafer ASLAN'a teşekkür ederim. Çalışmam boyunca destekleri için Prof. Dr. Ali GÜNEŞ (İAÜ), Prof. Dr. Filiz SUNAR (İTÜ) ve Türkiye Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne (TSMS) teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca ICTP Simons Associateship programına ve İAU Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine de katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Ağustos, 2021

Buket İŞLER

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xix
ABSTRACT.....	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Temel Kavramlar.....	1
1.2 Tezin Önemi ve Amacı	3
2. LİTERATÜR TARAMA	5
2.1 Yapılmış Çalışmalar	5
3. ÇALIŞMA ALANININ GENEL COĞRAFI ÖZELLİKLERİ	15
3.1 İstanbul	15
3.1.1 Çatalca ilçesi genel özellikleri	17
3.1.2 Şile ilçesi genel özellikleri	21
3.2 Ankara	25
3.2.1 Haymana ilçesi genel özellikleri	26
3.3 İzmir	30
3.3.1 Seferihisar ilçesi genel özellikleri	32
3.4 Antalya	35
3.4.1 Alanya ilçesi genel özellikleri.....	37
3.5 Diyarbakır.....	41
3.5.1 Çermik ilçesi genel özellikleri	42
3.6 Bursa.....	46
3.6.1 İznik ilçesi genel özellikleri	48
3.7 Trabzon.....	51
3.7.1 Akçaabat ilçesi genel özellikleri	53
4. KENTLEŞME VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ	57
4.1 Kentleşme.....	57
4.1.1 Türkiye’ de kentleşme.....	57
4.1.2 Kentsel tasarım ve sürdürülebilirlik	58
4.2 İklim Değişikliği	60
4.2.1 Türkiye’ de iklim değişikliği.....	62
4.3 Arazi Örtüsü / Kullanımı.....	63
4.3.1 Moderate resolution imaging spectrometer (MODIS) uydu verisi ve genel özellikleri	64
4.3.2 Coordination of information on the environment (CORINE) verisi ve genel özellikleri.....	64
5. MATERYAL VE YÖNTEM.....	67

5.1 Materyal.....	67
5.1.1 MODIS	67
5.1.2 EVI	68
5.1.3 LST.....	70
5.1.4 NDBI.....	71
5.1.5 Sıcaklık.....	71
5.1.6 Yağış.....	72
5.2 Yöntem	72
5.2.1 Verilerin düzenlenmesi	72
5.2.1.1 Eksik verilerin tamamlanması	73
5.2.2 Yapay zekâ	73
5.2.3 Yapay sinir ağları	74
5.2.3.1 Yapay sinir ağlarında eğitim, öğrenme ve test etme	77
5.2.3.2 Yapay Sinir Ağları Modellerine Göre Sınıflandırılması	79
5.2.3.3 Yapay sinir ağlarının tahmin için kullanımı.....	82
5.2.4 Dalgacık dönüşümü.....	84
5.2.4.1 Dalgacık özellikleri	86
6. ANALİZ VE UYGULAMA.....	87
6.1 İstatistiksel Analiz ve Modelleme	87
6.2 Dalgacık (Wavelet) Analizi	90
6.2.1 Çatalca dalgacık analizi.....	93
6.2.2 Şile dalgacık analizi	94
6.2.3 Haymana dalgacık analizi	96
6.2.4 Alanya dalgacık analizi	97
6.2.5 Seferihisar dalgacık analizi	98
6.2.6 İznik dalgacık analizi	99
6.2.7 Akçaabat dalgacık analizi.....	101
6.2.8 Çermik dalgacık analizi.....	102
6.3 Yapay Sinir Ağları ile Bitki Örtüsü Değişimi Modelleme ve Tahmin.....	103
6.3.1 Normalizasyon	104
6.3.2 Performans fonksiyonunun seçilmesi.....	104
6.3.3 Kurulan YSA model mimarisi	105
6.3.4 YSA modellerini uygulama.....	107
6.3.4.1 YSA Çatalca uygulaması	107
6.3.4.2 YSA Şile uygulaması	110
6.3.4.3 YSA Haymana uygulaması	112
6.3.4.4 YSA Seferihisar uygulaması	114
6.3.4.5 YSA Alanya uygulaması	116
6.3.4.6 YSA Çermik uygulaması	118
6.3.4.7 YSA İznik uygulaması	120
6.3.4.8 YSA Akçaabat uygulaması	122
6.3.5 Dalgacık YSA (DYSA) ile Bitki Örtüsü Değişimi Modelleme ve Tahmin	125
6.3.5.1 D-YSA Çatalca uygulaması	126
6.3.5.2 D-YSA Şile uygulaması	129
6.3.5.3 D-YSA Haymana uygulaması	132
6.3.5.4 D-YSA Seferihisar uygulaması	134
6.3.5.5 D-YSA Alanya uygulaması.....	138
6.3.5.6 D-YSA Çermik uygulaması	140
6.3.5.7 D-YSA İznik uygulaması	143

7. BULGULAR ve TARTIŞMALAR	149
KAYNAKLAR	155
EKLER.....	165
ÖZGEÇMİŞ.....	189

KISALTMALAR

ADD	: Ayrık dalgacık dönüşümü
AKAÖ	: Arazi kullanımı/arazi örtüsü
ANN	: Yapay sinir ağları
AVHRR	: Gelişmiş çok yüksek çözünürlüklü radyometre
BP-ANN	: Geri beslemeli yapay sinir ağları
CORINE	: Çevresel bilginin koordinasyonu
D-YSA	: Dalgacık-Yapay sinir ağları
EVI	: Geliştirilmiş bitki örtüsü indeksi
IPCC	: Hükûmetlerarası iklim değişikliği paneli
LAI	: Yaprak bitki indeksi
LST	: Yer yüzey sıcaklığı
MAPE	: Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi
MATLAB	: Matris laboratuvarı
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MLR	: Çoklu lineer regresyon
MODIS	: Orta çözünürlüklü görüntüleme spektrometresi
MSE	: Ortalama hata karesi
NAR	: Doğrusal olmayan otoregresif
NARX:	: Doğrusal olmayan dışsal girdili otoregresif ağ
NASA	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
NDBI	: Normalize edilmiş yerleşim alanı indeksi
NDVI	: Normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi
RMSE	: Kök ortalama kare hatası
SS	: Standart sapma
SDD	: Sürekli dalgacık dönüşümü
SPSS	: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı
TUİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
YSA	: Yapay sinir ağları
A	: Yaklaşım Bileşeni
a	: Ölçeklendirme parametresi
C1, C2	: Aerosol direnci parametreleri
D	: Detay bileşeni
G	: Kazanç fakörü
h	: Planck sabiti
L	: Kanopi (bitki örtüsü) değeri
N	: Veri adedi
NIR	: Yakın kızılötesi dalga boyunu
R	: Korelasyon katsayısı
R2	: Determinasyon katsayısı
RED	: Kırmızı bölge dalga boyunu
w	: Ağırlık

X	: Bağımsız değişken
Y	: Bağımlı değişken
α	: Anlamlılık seviyesi
Ψ	: Ana dalgacık
θ	: Eşik değeri
λ	: Yayılan radyasyonun dalga boyu

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1: İnceleme bölgesi koordinat verileri	15
Çizelge 3.2: CORINE, Çatalca Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	19
Çizelge 3.3: MODIS, Çatalca Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	20
Çizelge 3.4: CORINE, Şile Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	23
Çizelge 3.5: MODIS, Şile Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	24
Çizelge 3.6: CORINE, Haymana Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	29
Çizelge 3.7: MODIS Haymana Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	29
Çizelge 3.8: CORINE, Seferihisar Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	33
Çizelge 3.9: MODIS, Seferihisar Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları	34
Çizelge 3.10: CORINE, Alanya Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları	39
Çizelge 3.11: MODIS, Alanya Arazi Kullanımı/ Arazi Örtüsü değişim oranları	40
Çizelge 3.12: CORINE, Çermik Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	44
Çizelge 3.13: MODIS, Çermik Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	45
Çizelge 3.14: CORINE, İznik Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	50
Çizelge 3.15: MODIS, İznik Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	50
Çizelge 3.16: CORINE, Akçaabat Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	54
Çizelge 3.17: MODIS, Akçaabat Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları.....	55
Çizelge 5.1: Bant aralığı, spektral bölge ve mekânsal çözünürlük bilgileri	68
Çizelge 5.2: Toplama Fonksiyonları.....	76
Çizelge 5.3: Aktivasyon Fonksiyonları	76
Çizelge 6.1: EVI kayıp veri analizi.....	87
Çizelge 6.2: LST kayıp veri analizi	88
Çizelge 6.3: Sıcaklık kayıp veri analizi	88
Çizelge 6.4: Yağış kayıp veri analizi	88
Çizelge 6.5: EVI veri analizi	89
Çizelge 6.6: LST veri analizi	89
Çizelge 6.7: Sıcaklık veri analizi	89
Çizelge 6.8: Yağış veri analizi.....	89
Çizelge 6.9: Kurulan YSA modelinin özellikleri	106
Çizelge 6.10: Oluşturulan Ağın Matematiksel Formülü.....	106
Çizelge 6.11: Çatalca YSA Eğitim-Test sonuçları	107
Çizelge 6.12: Çatalca YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	107
Çizelge 6.13: Çatalca YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	109
Çizelge 6.14: Şile YSA, nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması.....	110
Çizelge 6.15: Şile YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	111
Çizelge 6.16: Haymana YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması.....	112

Çizelge 6.17: Haymana YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	113
Çizelge 6.18: Seferihisar YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	114
Çizelge 6.19: Seferihisar YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	115
Çizelge 6.20: Alanya YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	116
Çizelge 6.21: Alanya YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	117
Çizelge 6.22: Çermik YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	118
Çizelge 6.23: Çermik YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	119
Çizelge 6.24: İznik YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	120
Çizelge 6.25: İznik YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı ...	121
Çizelge 6.26: Akçaabat YSA, nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	123
Çizelge 6.27: Akçaabat YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	124
Çizelge 6.28: Çatalca D-YSA EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu	126
Çizelge 6.29: Çatalca D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	127
Çizelge 6.30: Çatalca D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	128
Çizelge 6.31: Şile D-YSA EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu	129
Çizelge 6.32: Şile D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	130
Çizelge 6.33: Şile D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı .	131
Çizelge 6.34: Haymana EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu	132
Çizelge 6.35: Haymana D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	132
Çizelge 6.36: Haymana D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	133
Çizelge 6.37: Seferihisar EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu	135
Çizelge 6.38: Seferihisar D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	135
Çizelge 6.39: Seferihisar D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	136
Çizelge 6.40: Alanya EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu	138
Çizelge 6.41: Alanya D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	138
Çizelge 6.42: Alanya D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	139
Çizelge 6.43: Çermik EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu	141

Çizelge 6.44: Çermik D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması.....	141
Çizelge 6.45: Çermik D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	142
Çizelge 6.46: İznik D-YSA EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu.....	144
Çizelge 6.47: İznik D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması.....	144
Çizelge 6.48: İznik D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı	145
Çizelge 6.49: Akçaabat D-YSA EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu	146
Çizelge 6.50: Akçaabat D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması	147
Çizelge 7.1: YSA ve D-YSA performans karşılaştırılması	153
Çizelge A.1: MCD12Q1 Uluslararası Geosfer-Biyosfer Programı (IGBP) göstergesi ve sınıf açıklamaları	167

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1: CORINE, 2018 yılına ait İstanbul AKAÖ oranları	16
Şekil 3.2: 1927-2018 yılları arasında İstanbul ili sıcaklık ve yağış grafiği	17
Şekil 3.3: Çatalca lokasyon haritası.....	18
Şekil 3.4: 2005-2018 Çatalca aylık sıcaklık ve yağış grafiği	18
Şekil 3.5: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Çatalca AKAÖ haritaları	19
Şekil 3.6: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Çatalca AKAÖ haritaları	20
Şekil 3.7: MODIS, 2005-2018 Çatalca EVI değişimi	21
Şekil 3.8: MODIS, 2005-2018 Çatalca LST değişimi	21
Şekil 3.9: Şile lokasyon haritası.....	22
Şekil 3.10: 2005-2018 Şile sıcaklık ve yağış grafiği	22
Şekil 3.11: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Şile AKAÖ haritaları	23
Şekil 3.12: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Şile AKAÖ haritaları	24
Şekil 3.13: MODIS, 2005-2018 Şile EVI değişimi	24
Şekil 3.14: MODIS, 2005-2018 Şile LST değişimi.....	25
Şekil 3.15: 1927-2018 Ankara, sıcaklık ve yağış grafiği	26
Şekil 3.16: CORINE, 2018 yılına ait Ankara AKAÖ oranları	26
Şekil 3.17: Haymana lokasyon haritası	27
Şekil 3.18: 2005-2018 Haymana sıcaklık ve yağış grafiği	28
Şekil 3.19: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Haymana AKAÖ haritaları..	28
Şekil 3.20: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Haymana AKAÖ haritaları....	29
Şekil 3.21: MODIS, 2005-2018 Haymana EVI değişimi	30
Şekil 3.22: MODIS, 2005-2018 Haymana LST değişimi	30
Şekil 3.23: CORINE, 2018 yılına ait İzmir AKAÖ oranları	31
Şekil 3.24: 1938-2018 İzmir sıcaklık ve yağış grafiği.....	31
Şekil 3.25: Seferihisar lokasyon haritası	32
Şekil 3.26: 2005-2018 Seferihisar sıcaklık ve yağış grafiği	33
Şekil 3.27: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Seferihisar AKAÖ haritaları	33
Şekil 3.28: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Seferihisar AKAÖ haritaları..	34
Şekil 3.29: MODIS, 2005-2018 Seferihisar EVI değişimi	35
Şekil 3.30: MODIS, 2005-2018 Seferihisar LST değişimi.....	35
Şekil 3.31: CORINE, 2018 yılına ait Antalya AKAÖ oranları	37
Şekil 3.32: 1930-2018 Antalya sıcaklık ve yağış grafiği.....	37
Şekil 3.33: Alanya lokasyon haritası	38
Şekil 3.34: 2005-2018 yılları arasında Alanya sıcaklık ve yağış grafiği.....	38
Şekil 3.35: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Alanya AKAÖ haritaları	39
Şekil 3.36: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Alanya AKAÖ haritaları	40
Şekil 3.37: MODIS, 2005-2018 Alanya EVI değişimi.....	40
Şekil 3.38: MODIS, 2005-2018 Alanya LST değişimi	41
Şekil 3.39: CORINE, 2018 yılına ait Diyarbakır AKAÖ oranları.....	42
Şekil 3.40: 1929-2018 Diyarbakır sıcaklık ve yağış grafiği.....	42

Şekil 3.41: Çermik lokasyon haritası	43
Şekil 3.42: 2009-2018 Çermik sıcaklık ve yağış grafiği	43
Şekil 3.43: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Çermik AKAÖ haritaları	44
Şekil 3.44: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Çermik AKAÖ haritaları	45
Şekil 3.45: MODIS, 2009-2018 Çermik EVI değişimi	45
Şekil 3.46: MODIS, 2009-2018 Çermik LST değişimi	46
Şekil 3.47: CORINE, 2018 yılına ait Bursa AKAÖ oranları	47
Şekil 3.48: 1928-2018 Bursa sıcaklık ve yağış grafiği	47
Şekil 3.49: Bursa ili İznik ilçesi lokasyon haritası	48
Şekil 3.50: İznik 2005- 2018 Aylara Göre Ortalama Sıcaklık ve Yağış Dağılımı	49
Şekil 3.51: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait İznik AKAÖ haritaları	49
Şekil 3.52: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait İznik AKAÖ haritaları	50
Şekil 3.53: MODIS, 2005- 2018 İznik EVI değişimi	51
Şekil 3.54: MODIS, 2005- 2018 İznik LST değişimi	51
Şekil 3.55: CORINE, 2018 yılına ait Trabzon AKAÖ oranları	52
Şekil 3.56: 1927-2018 Trabzon sıcaklık ve yağış grafiği	52
Şekil 3.57: Akçaabat lokasyon haritası	53
Şekil 3.58: 2009-2018 Akçaabat sıcaklık ve yağış grafiği	53
Şekil 3.59: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Akçaabat AKAÖ haritaları ..	54
Şekil 3.60: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Akçaabat AKAÖ haritaları	55
Şekil 3.61: MODIS, 2009-2018 Akçaabat EVI değişimi	55
Şekil 3.62: MODIS, 2009-2018 Akçaabat LST değişimi	56
Şekil 4.1: 1927 ve 2000 Yılları Arasında Kırsal ve Kentsel Nüfus Dağılımı	58
Şekil 4.2: 1960- 2020 yıllarına ait Atmosferdeki CO2 birikimindeki (kırmızı eğri) değişimler. Siyah eğri mevsimsel olarak düzeltilmiş verileri temsil eder.	61
Şekil 5.1: EVI yıllık eğrisi	69
Şekil 5.2: YSA Örneği	75
Şekil 5.3: YSA Tek Katmanlı Modeli	78
Şekil 5.4: İleri Beslemeli YSA modelinin blok diyagramı	79
Şekil 5.5: Geri Beslemeli YSA modelinin blok diyagramı Geri Beslemeli YSA	80
Şekil 5.6: Seri- Paralel NARX Mimarisi	83
Şekil 5.7: Paralel NARX Mimarisi	84
Şekil 5.8: Sinüs dalgası ve bir dalgacık örneği	85
Şekil 5.9: Örnek dalgacık şekilleri	86
Şekil 6.1: ADD ile filtreleme	90
Şekil 6.2: Dalgacık ağacı ile ayrıştırmanın gösterilmesi	92
Şekil 6.3: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Çatalca EVI ayrık dalgacık dönüşümü	93
Şekil 6.4: Continuous Wavelet 1D, mexh, Çatalca EVI sürekli dalgacık dönüşümü	94
Şekil 6.5: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Şile EVI ayrık dalgacık dönüşümü	95
Şekil 6.6: Continuous Wavelet 1D, mexh, Şile EVI sürekli dalgacık analizi	95
Şekil 6.7: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Haymana EVI ayrık dalgacık dönüşümü	96
Şekil 6.8: Continuous Wavelet 1D, mexh, Haymana EVI sürekli dalgacık analizi ..	97
Şekil 6.9: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Alanya EVI ayrık dalgacık dönüşümü	97
Şekil 6.10: Continuous Wavelet 1D, mexh, Alanya EVI sürekli dalgacık analizi	98
Şekil 6.11: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Seferihisar EVI ayrık dalgacık dönüşümü .	98
Şekil 6.12: Continuous Wavelet 1D, mexh, Seferihisar EVI sürekli dalgacık analizi	99
Şekil 6.13: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, İznik EVI ayrık dalgacık dönüşümü	100
Şekil 6.14: Continuous Wavelet 1D, mexh, İznik EVI sürekli dalgacık analizi	100
Şekil 6.15: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Akçaabat EVI ayrık dalgacık dönüşümü ..	101

Şekil 6.16: Continuous Wavelet 1D, mexh, Akçaabat EVI sürekli dalgacık analizi	102
Şekil 6.17: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Çermik EVI ayrık dalgacık dönüşümü	102
Şekil 6.18: Continuous Wavelet 1D, mexh, Çermik EVI sürekli dalgacık analizi..	103
Şekil 6.19: Çatalca, YSA eğitim aşaması regresyon analiz.....	108
Şekil 6.20: Çatalca YSA ROC analizi sonuçları	109
Şekil 6.21: Çatalca, 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları.....	109
Şekil 6.22: Şile YSA eğitim aşaması regresyon analiz.....	110
Şekil 6.23: Şile YSA ROC analizi sonuçları	111
Şekil 6.24: Şile, 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları.....	111
Şekil 6.25: Haymana YSA eğitim aşaması regresyon analiz	112
Şekil 6.26: Haymana YSA ROC analizi sonuçları	113
Şekil 6.27: Haymana, 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları	113
Şekil 6.28: Seferihisar YSA eğitim aşaması regresyon analiz	114
Şekil 6.29: Seferihisar YSA ROC analizi sonuçları	115
Şekil 6.30: Seferihisar, 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları.....	115
Şekil 6.31: Alanya YSA eğitim aşaması regresyon analiz	116
Şekil 6.32: Alanya YSA ROC analizi sonuçları.....	117
Şekil 6.33: Alanya, 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları	117
Şekil 6.34: Çermik YSA eğitim aşaması regresyon analiz.....	118
Şekil 6.35: Çermik YSA ROC analizi sonuçları	119
Şekil 6.36: Çermik 2009-2026 YSA eğitim ve tahmin sonuçları.....	120
Şekil 6.37: İznik YSA eğitim aşaması regresyon analiz.....	121
Şekil 6.38: İznik YSA ROC analizi sonuçları	122
Şekil 6.39: İznik 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları.....	122
Şekil 6.40: Akçaabat YSA eğitim aşaması regresyon analiz.....	123
Şekil 6.41: Akçaabat YSA ROC analizi sonuçları	124
Şekil 6.42: Akçaabat 2009-2026 YSA eğitim ve tahmin sonuçları.....	124
Şekil 6.43: Çatalca D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz.....	127
Şekil 6.44: Çatalca D-YSA ROC analizi sonuçları	128
Şekil 6.45: Çatalca 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları.....	129
Şekil 6.46: Şile D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz	130
Şekil 6.47: Şile D-YSA ROC analizi sonuçları.....	131
Şekil 6.48: Şile 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları	131
Şekil 6.49: Haymana D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz	133
Şekil 6.50: Haymana D-YSA ROC analizi sonuçları.....	134
Şekil 6.51: Haymana 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları	134
Şekil 6.52: Seferihisar D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz	136
Şekil 6.53: Seferihisar D-YSA ROC analizi sonuçları.....	137
Şekil 6.54: Seferihisar 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları	137
Şekil 6.55: Alanya D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz.....	139
Şekil 6.56: Alanya D-YSA ROC analizi sonuçları.....	140
Şekil 6.57: Alanya 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları	140
Şekil 6.58: Çermik D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz.....	142
Şekil 6.59: Çermik D-YSA ROC analizi sonuçları	143
Şekil 6.60: Çermik 2009-2026 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları.....	143
Şekil 6.61: İznik D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz	145
Şekil 6.62: İznik D-YSA ROC analizi sonuçları.....	145
Şekil 6.63: İznik 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları	146
Şekil 6.64: Akçaabat D- YSA eğitim aşaması regresyon analiz	147

Şekil 6.65: Akçaabat D-YSA ROC analizi sonuçları	148
Şekil 6.66: Akçaabat 2009-2026 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları.....	148
Şekil B.1: 2005-2018 Çatalca yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması	169
Şekil B.2: 2005-2018 Şile yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması	169
Şekil B.3: 2005-2018 Haymana yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması	169
Şekil B.4: 2005-2018 Seferihisar yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması	170
Şekil B.5: 2005-2018 Alanya yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması.....	170
Şekil B.6: 2005-2018 Çermik yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması	170
Şekil B.7: 2005-2018 İznik yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması	171
Şekil B.8: 2009-2018 Akçaabat yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması	171
Şekil B.9: CORINE arazi örtüsü sınıfları	172
Şekil B.10: CORINE-Türkiye ek sınıflandırma.	172
Şekil B.11: Çatalca EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri.....	173
Şekil B.12: Şile EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri.....	173
Şekil B.13: Haymana EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri.....	174
Şekil B.14: Seferihisar EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri.....	174
Şekil B.15: Alanya EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri	175
Şekil B.16: Çermik EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri.....	175
Şekil B.17: İznik EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri.....	176
Şekil B.18: Akçaabat EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri.....	176
Şekil B.19: Çatalca EVI ve NDBI ilişkisi	177
Şekil B.20: Şile EVI ve NDBI ilişkisi	177
Şekil B.21: Haymana EVI ve NDBI ilişkisi	178
Şekil B.22: Seferihisar EVI ve NDBI ilişkisi	178
Şekil B.23: Alanya EVI ve NDBI ilişkisi.....	178
Şekil B.24: Çermik EVI ve NDBI ilişkisi	179
Şekil B.25: İznik EVI ve NDBI ilişkisi	179
Şekil B.26: Akçaabat EVI ve NDBI ilişkisi	180

YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ İLE BÖLGESEL KENTLEŞME VE İKLİM DEĞİŞİMİ ETKİLERİNİN TAHMİNİ

ÖZET

Batı ülkelerinde 19. yüzyılda başlayan sanayileşme süreci, sonraki yıllarda kentleşme sorununu da beraberinde getirmiştir. 2017 yılında Birleşmiş Milletleri tarafından yayınlanan Dünya Nüfus Raporunda 7.6 milyar olan Dünya nüfusunun 2030 yılında 8.6 milyara ulaşmasının beklendiği belirtilmiştir. Kent yaşamının sağladığı avantajlardan dolayı kentsel nüfus hızla artmaktadır ve kentsel alanların büyümesi de kaçınılmaz olmaktadır. Birleşmiş Milletler tarafından 2018 yılında yayınlanan Kentleşme Raporuna göre 2050 yılında dünya nüfusunun üçte ikisinin kentlerde yaşayacağı tahmin edilmektedir. Bugün, hemen hemen her ülkede sanayileşme ve hızlı kentleşme, temel ekosistemimiz, bölgesel iklim farklılıkları ve küresel çeşitlilik gibi çevresel değerlerimizin çoğunu olumsuz yönde etkilemektedir. Yerleşim alanlarının hızla ve kontrolsüz büyümesi, arazi örtüsünün değişmesine, yeşil ve nem tutan alanların azalmasına neden olmaktadır. Bu tez çalışmasında, Türkiye' nin farklı coğrafi bölgelerinde bulunan İstanbul, İzmir, Antalya, Diyarbakır, Trabzon, Ankara, Bursa illerine ait 8 ilçe için bölgesel kentleşmenin vejetasyon üzerindeki etkileri uydu verileri ve atmosferik değişkenleri yardımıyla incelenmiştir. Bitki örtüsü analizinde 2005-2018 yılları arasında TERRA-MODIS uydusundan elde edilen, EVI (Geliştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi) ve LST (Kara Yüzey Sıcaklığı) çoklu zaman indeks değerleri kullanılmıştır. Hava sıcaklığı ve yağış miktarı atmosferik değişkenler olarak seçilmiştir ve EVI değerinin 2030 yılına kadar beklenen zamansal değişimi tahmin edilmiştir. Landsat 8 OLI/TIRS uydu algılayıcısı üzerinden elde edilen NDBI (Normalize edilmiş yerleşim alanı indeksi) verileri ile bitki örtüsü ve kentleşme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Seçilen bölgeler üzerinde arazi örtüsü/kullanım (AKAÖ) değişimlerini incelemek amacıyla 2006, 2012 ve 2018 yılları MODIS ve CORINE' e ait sınıflandırılmış arazi örtüsü haritalarından yararlanılmıştır. Çalışmada indeks değerleri ve atmosferik değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek için pearson korelasyon testi uygulanmış ve değişkenler arasında korelasyon matrisleri hesaplanmıştır. Tez çalışmasında gerçekleştirilen son analiz ise, çalışma kapsamındaki ilçelerin 2030 yılına kadar EVI değer değişiminin karşılaştırma ve performans değerlendirmesidir. EVI tahmini için NARX yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır. Ayrıca tahmin performansını iyileştirmek için Dalgacık dönüşümü ve yapay sinir ağı kullanılarak hibrit bir model geliştirilmiştir. Önerilen D-YSA modelinin sadece NARX modeli ile yapılan tahminlere göre bütün ilçeler için EVI tahmininde başarıyı en az %1 ve en fazla %18 artırdığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *EVI, Kentleşme, MODIS, Dalgacık Dönüşümü, Yapay Sinir Ağları*

PREDICTION OF REGIONAL URBANIZATION AND CLIMATE CHANGE EFFECTS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS

ABSTRACT

The industrialization process, which began in Western countries in the 19th century has brought about the problem of urbanization in the following years. In the World population report published by the United Nations in 2017, it was reported that the world population, which was 7.6 billion, is expected to reach 8.6 billion in 2030. Due to the advantages of urban life, the urban population is increasing rapidly and the growth of urban areas is inevitable. According to the urbanization report published by the United Nations in 2018, it is estimated that two-thirds of the world's population will live in cities by 2050. Today, industrialization and rapid urbanization in almost every country are negatively affecting many of our environmental values, such as our core ecosystem, regional climate differences and global diversity. The rapid and uncontrolled growth of residential areas causes the land cover to change and the green and moisture-holding areas to decrease. In this thesis, the effects of regional urbanization on vegetation for 8 districts of Istanbul, Izmir, Antalya, Diyarbakir, Trabzon, Ankara and Bursa, located in different geographical regions of Turkey, were examined using satellite data and atmospheric variables. EVI (Enhanced Vegetation Index) and LST (Land Surface Temperature) multiple time index values obtained from the TERRA MODIS satellite between 2005 and 2018 were used in the vegetation analysis. Temperature and precipitation were chosen as atmospheric variables, and expected variations of the EVI value up to 2030 were estimated. The relationship between vegetation and urbanization was investigated with the NDVI (Normalized settlement index) data obtained from the Landsat 8 OLI/TIRS satellite sensor. Classified land cover maps of MODIS and CORINE for the years 2006, 2012 and 2018 were used to examine the land use/land cover (LULC) changes over the selected regions. In the study, Pearson correlation test was applied to examine the relationship between index values and atmospheric variables, and correlation matrices were calculated between the variables. The final analysis performed in the thesis study is to estimate the EVI value change of the districts within the scope of the study until 2030. For EVI scenarios, NARX Artificial neural network model is used. In addition, a hybrid model has been developed using the Wavelet transform and artificial neural networks to improve the prediction performance. It was observed that the proposed W-ANN model increased the success of EVI estimation for all districts by at least 1% and at most 18%, according to the estimations made with only the NARX model.

Keywords: *EVI, Urbanization, MODIS, Wavelet Transform, Artificial Neural Network*

1. GİRİŞ

1.1 Temel Kavramlar

Gelişen teknolojik araçlar ve yazılımlar sayesinde kapsamlı veri analizi yapmak, geleceğe yönelik tahminlerde bulunmak umut verici noktalara varmıştır. Uzaktan algılama sistemleri, pasif ve aktif algılayıcıları sayesinde atmosferik ve yeryüzü özellikleri hakkında bilgi sahibi olmayı mümkün hale getirmiştir (Jensen, 2009: 97-99) . Verilere ulaşım kolaylığı, güvenilirliği, alan spektrumunun geniş olması ve incelenmek istenilen parametrenin karakteristik detaylarına kadar ulaşılması sayesinde uzaktan algılama teknolojileriyle yapılan analiz sayısı da artmaktadır (Karaca, 2018). İnsanlığın belki de en önemli sorunlarından olan yaşamsallığın devamının sağlanması, bilim çevrelerince yıllardır araştırılan biri konudur. Doğal kaynakların bozulması, bitki örtüsü üzerindeki tahribatlar, kentleşme, artan nüfus yoğunluğu, insan etkisiyle değişen iklimlerimiz, insanlığın geleceğine yönelik sinyaller vermektedir. Uydu verileri ve yapay zekâ teknolojileriyle yapılan çalışmalar durumun aciliyetini gözler önüne sermektedir.

Bilimsel toplulukların acil uyarılara rağmen, küresel ısınma birçok ülke için düşük bir öncelik olmaya devam etmektedir. Diğer taraftan 2018 yılında yapılan Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli 'nin (IPCC) 6.000'in üzerinde bilimsel çalışmayı inceleyerek hazırladığı 1.5°C Küresel Isınma Özel Raporu Güney Kore'de onaylandı (Url-1). Raporda insanların, sanayi öncesi döneme göre Dünya'nın 1°C ısınmasına neden olduğu bildirildi. İnsan kaynaklı faaliyetlerin sonucu olarak oluşan sera gazları atmosferdeki CO₂, N₂O ve CH₄ konsantrasyonunu arttırmış olduğu vurgulandı. Küresel ısınmanın sebep olduğu iklim değişikliği kuraklık, çölleşme, yağışlardaki dengesizlik ve sapmalar, su baskınları, tayfun, fırtına, hortum vb. olaylar ile kendini göstermektedir.

Bitki örtüsü, küresel ekosistemin kritik bir bileşenidir. Toprak ve suyun korunmasında, kurak ve yarı kurak bölgelerde çölleşmenin önlenmesinde

önemli bir rol oynar (Mohammad ve Adam 2010; Zhu ve Zhu 2012; Huang ve diğ., 2016). Kentlerde üretim ve tüketime ilişkisine bağlı olarak ekonomik büyümeye gözlemlenir ve bunun sonucunda hizmet ekonomileri de değişiklik gösterir. Kent yaşamının sağladığı avantajlardan dolayı kentsel nüfus hızla artmaktadır (Yılmaz ve Karaaslan,2010). Kentleşme ve beraberinde sanayileşme atmosferdeki ısı ve su döngüsünü değiştirmekte, kırsal ve kent alanlarında iklim farklılıklarına sebep olmaktadır (Yüksel ve Yılmaz,2008). Konunun insan ve canlı sağlığı açısından taşıdığı önem nedeni ile kentleşmenin, arazi kullanımı / örtüsü ve iklim değişimini üzerindeki etkilerini konu alan araştırmalar giderek artmakta ve önem kazanmaktadır. Literatürde AKAÖ değişimi tespiti için kullanılan en yaygın spektral indeksler NDVI (Normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi), BRBA (Yerleşim alanları için bant oranı), Toprak indeksi, BCI (Biyofiziksel karışım indeksi), NDBI (Normalize edilmiş yerleşim alanı indeksi), NDISI (Normalize edilmiş geçirimsiz yüzey indeksi) ve SVI (Toprak ve bitki örtüsü indeksi) olarak karşımıza çıkmaktadır (Kayman ve Sunar,2015). Örneğin, arazi örtüsü değişimlerinin araştırıldığı bir çalışmada Yue ve diğ. (2016) arazi bozulmasını tespit etmek ve izlemek için BP-ANN tabanlı bir yaklaşım sunmuşlardır. Bitki örtüsü indeksi olarak NDVI verilerinin kullanıldığı çalışmada, önerilen yaklaşımın %91.2 genel doğrulukla arazi bozulmasını izlemek için güvenilir olduğunu tespit edilmiştir. 2016 yılında yapılan başka bir araştırmaya göre, kentsel ısı adaları termal uzaktan algılama verileri kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmada, Jharkhand bölgesindeki Saranda ormanında çoklu bitki örtüsü indeksleri kullanılarak (NDVI, SAVI, NDBI ve RVI), arazi kullanımı / arazi örtüsü değişimi ve aralarındaki ilişkiler tespit edilmiştir. Sonuç olarak, NDVI ve LST arasında negatif ($R^2 = 0.34$) korelasyon bulunmuştur. NDBI ve LST arasındaki ilişkiyi saptamak için Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır ($R^2 = 0.037$) ve aralarında pozitif korelasyon bulunmuştur (Narayan vd., 2016: 515-529). Başka bir çalışmada, SPI verisi kullanılarak kuraklık tahmini yapılmıştır. Farklı modellerin performansları karşılaştırıldığı çalışmada Dalgacık ve yapay sinir ağlarıyla oluşturulan modelin performansı yüksek bulunmuştur (Anshuka ve diğ., 2019). LST kentsel gelişimin incelenmesinde kullanılan bir indekstir ve dünya yüzeyinin fiziksel, çevresel ve iklim özelliklerini tanımamıza yardımcı olan önemli bir veri kaynağıdır (Wan ve Hulley,2015). Örneğin, Bozorgi ve diğ.

(2018) bir çalışmada, kentsel alanlardaki LST değeri ile Landsat 8 OLI görüntülerinden elde edilen yeşil alanlardaki LST değerleri arasında doğrusal olmayan ilişkileri YSA (Yapay Sinir Ağları) yöntemiyle araştırılmıştır. Bu çalışmanın bulguları, yeşil alanların geliştirilmesinin, kentsel alanlarda LST endişesi riskine karşı mücadele için kilit strateji olduğunu göstermektedir. 2000-2016 dönemini kapsayan başka bir çalışmada, Ürdün Kuzey bölgelerindeki LST değişikliklerini izlemek amacıyla hazırlanmıştır (Shatnawi ve Qdais, 2019). LST verileri uydu verilerinden elde edilmiştir ve veriler yaz ve kış ayları olarak 2 kategoride değerlendirilmiştir. 10 yıl için LST değerlerinin simülasyonu ve tahmini, NARX yapay sinir ağı modeli kullanılarak yapılmıştır. Dünya literatüründe birçok çalışmada EVI verisi ile bitki örtüsü analizi yapılmasına rağmen ulusal literatür incelendiğinde EVI uydu verileri AKAÖ çalışmalarında yaygınlıkla kullanılmamıştır. EVI arazi kullanımı/ arazi örtüsü değişimlerini izlemek için tasarlanmış 'optimize edilmiş' bir indekstir ayrıca EVI, orman hasarı ve değişikliklerini gözlemlemek için de iyi bir göstergedir (Mondal, 2011; Nguyen ve diğ., 2020).

1.2 Tezin Önemi ve Amacı

Araştırmanın amacı, uydu verilerinden yararlanarak bölgesel kentleşmenin bitki örtüsü ve AKAÖ üzerinde yaratması beklenen hassasiyetleri tahmin etmek için istatistik ve yapay zekâ yöntemleri ile araştırılmasıdır. 2030 yılına kadar bitki örtüsü tahmininde bulunarak sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamaktır. Bitki örtüsü tahmin çalışması için TERRA-MODIS uydusundan elde edilen çok-zamanlı indeks (EVI, LST) değerleri kullanılmıştır. AKAÖ değişimlerini belirlemek için hem MODIS hem CORINE arazi sınıflandırma verilerinden yararlanılmıştır. Kentleşme etkilerinin anlaşılması amacıyla Landsat 8 OLI/TIRS uydu alıcısı verilerinden yararlanılarak NDBI, LST, EVI verileri ilişkilendirilmiştir. Çalışma alanı olarak Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde İstanbul, Bursa, İzmir, Antalya, Ankara, Gaziantep, Diyarbakır ve Trabzon illeri seçilmiştir. Çalışma alanı olarak belirlenen ilçeler nüfus yoğunluğu artışı dikkate alınarak seçilmiştir.

Avrupa'nın en kalabalık şehirlerinden olan İstanbul, Türkiye'nin nüfus yoğunluğu en fazla olan ilçesidir. Çatalca ve Şile çalışma alanları, nüfus artış

hızı olarak değerlendirildiğinde ilk sıralarda yer alırlar. Bu ilçelerde mevcut durumun belirlenmesi, zamana bağlı olarak nasıl değişeceğinin ortaya konması gelecekteki durumunun ne olacağının öngörülmesi arazi planlaması ve kullanımı açısından önem taşımaktadır. Alanya, Seferihisar ve İznik ilçeleri de nüfus artış hızı en yüksek olan ilelerdendir. Analiz sonucuna göre kentleşmenin etkilerine yönelik kapsamlı ve yeni bakış açısı getirilmesi planlanmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMA

Çalışmanın bu bölümünde, uydu tabanlı çeşitli bitki indekslerinin (NDVI, EVI, LST vb.) yapay sinir ağları vb. yöntemler kullanılarak, literatürde çalışılmış analizler hakkında bilgi verilecektir.

2.1 Yapılmış Çalışmalar

2004 yılında yapılan bir çalışmada, yerinde arazi ölçümleri ve Landsat Tematik Harita görüntülerinden yararlanılarak bitki örtüsü indeksi YAI (Yaprak Alan İndeksi) birkaç model kullanılarak tahmin edilmiştir. Analiz basit, çoklu regresyon ve YSA ile gerçekleştirilmiştir. Bitki örtüsü verileri ve regresyon analizleri kullanılarak YAI verileri tahmin edilebilir olduğu belirlenmiştir. Bölgesel ölçekte en doğru sonuçları YAI verilerinin yerinde arazi ölçümleri ile uzaktan algılama parlaklık değerini kullanarak YSA kullanılarak yapılan analizler olduğu belirlenmiştir (Jensen ve Binford,2004).

Yu ve Cheng (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, görüntü sınıflandırma ve bitki örtüsü indeksi temelli yaklaşımların eksikliklerinin üstesinden gelmek amacıyla arazi bozulmasını tespit etmek ve izlemek için BP-ANN tabanlı bir yaklaşım sunulmuştur. 1. Aşamada; Arazi bozulma derecesi ve NDVI arasındaki ilişki hakkında bilgi çıkarımı; 2.aşamada BP-ANN algoritmasına dayalı bir arazi bozulma tespit modelinin oluşturulması; 3. Aşamada; arazi bozulumu dinamik analizi şeklindedir. 1990, 2000 ve 2010 yıllarında Çin Ordos Platosu üzerinde arazi bozulmalarının gelişimi konusunda kapsamlı bir analiz yapılmıştır. Sonuçlar, önerilen yaklaşımın% 91.2 genel doğrulukla arazi bozulmasını izlemek için güvenilir olduğunu göstermektedir.

Aydın ve Duyar (2007) tarafında yapılan çalışmada, farklı kapalılığa sahip orman alanlarının zemininde biriken kar örtüsünün derinliğini tahmin etmek

amacıyla YSA kullanılmış ve sonuçlar regresyon modeli ile karşılaştırılmıştır. Araştırmada Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP) kullanılmıştır. 42 ölçümden 33'ü eğitim 9'u da test amaçlı seçilmiştir. Uygulama; 0.54 ve 1.19 YAI değerine sahip örnek noktalarından 2.24 YAI değerine sahip örnek noktasındaki kar birikiminin tahmin edilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak YSA ile yapılan analizde ölçüm sonuçlarıyla olan toplam mutlak fark 47.2 cm olurken, regresyon ile yapılan analizde bu fark 59.3 cm olarak bulunmuştur.

Küresel ısınmanın Kuzey Amerika'daki 6 ağaç türünün dağılımı üzerine yapılan bir çalışmada (Akın, 2007) ileri beslemeli yapay sinir ağı ile geri yayılım öğrenme algoritması kullanılmıştır. Girdi olarak ortalama sıcaklık, günlük sıcaklık değişimi ve yağış değişkenleri belirlenmiştir. 2050 ve 2100 yılına dair tahminler tür dağılımının yeryüzündeki hareketine dair ipuçları vermiştir. Ayrıca iklimsel parametrelerin seçiminde ayrıntıya yönelik çalışılmasının önemi ortaya çıkmıştır. Kürese ısınmanın Türkiye'deki tür çeşitliliğini tehlikeye attığı bilinmektedir. Bu çalışmayla ülkemizdeki tür dağılımına ait çalışmaların YSA ile etkili bir şekilde tahmin edilebileceği görülmüştür.

Başka bir çalışmada Şimşek ve Şengezer (2012) geleceğe ilişkin sağlıklı gelişme ve yapılaşma stratejilerine ışık tutmak amacı ile İstanbul kentinde yeşil alan / bitki örtüsünün sıcaklık üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Yüzey ısı adaları (SHI) ve NDVI değerleri uzaktan algılama yöntemi ile saptanmış, sıcaklık bağımlı değişken, bitki örtüsü bağımsız değişken olmak üzere regresyon analizi yapılmış, karar ağacı modeli oluşturulmuştur. Analiz sonuçlarına göre $R=0.452$; $R^2=0.20$ olup, analiz % 95 anlamlılık düzeyinde (sig. 0.00) anlamlıdır. İstanbul yerleşim alanı için yapılan analizde bitki örtüsünün en az olduğu küme ile en yoğun olduğu kümenin beklenen sıcaklık değeri arasındaki fark 4.24 olarak hesaplanmıştır.

Terzi ve Barak (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, Kızılırmak nehri üzerinde yağış verilerinden yola çıkılarak akım tahmin modeli geliştirilmiştir. Model Dalgacık Dönüşümü ve Yapay Sinir Ağları kullanılarak oluşturulmuştur. Dalgacık dönüşümü uygulanmamış orijinal

Yağış verileri ile YSA modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller dalgacık-YSA modelleri ile karşılaştırılmıştır. Dalgacık-YSA modeli ile daha başarılı tahminlerin elde edildiği görülmüştür.

Wu ve diğ. (2015) tarafından yapılan çalışmada, Fotovoltaik (PV) enerji santralleri için güç tahmini yapılmıştır. Karakteristik özellikleri bakımından geleneksel doğrusal veya zaman serisi modellerine dayanan güç tahmin yöntemleri ile analiz edilmesinin çok uygun olmadığını belirtmişlerdir. Bu sorunu aşmak için araştırmacılar, dalgacık dönüşümü ve yapay sinir ağlarının avantajlı yönlerinin birleştirildiği yeni bir metot uygulamışlardır. YSA' nın doğrusal olmayan ilişkileri ele alma kabiliyeti ile teorik güneş ışıınımı ve meteorolojik değişkenler hibrit modelin girdisi olarak seçilmiştir. Çıktı verilerinin gereksiz verilerden ayrıştırılma işleminde dalgacık dönüşümü analizi kullanılmıştır. Sonuçlar, açıklanan yöntemin geleneksel güç tahmin yöntemlerine göre daha az hesaplama süresi gerektirdiğini ve daha iyi tahmin hassasiyeti yaptığını göstermiştir.

Zoungrana ve diğ. (2015) çalışmalarında NDVI ve EVI yağış miktarı hassasiyetleri arazi / bitki örtüsü üzerinde karşılaştırmışlardır. Araştırma R programı üzerinde Random Forest (RF) analizi kullanılarak yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda NDVI' nin EVI ya göre daha hassas yağış miktarı ölçümü yaptığı belirtilmiştir.

Colunga ve diğ. (2015) yaptıkları çalışmada hem ısı adası etkisinin hem de bitki örtüsünün kentsel bölgelerdeki sıcaklık değişimleri (düzenlemeleri) üzerindeki rolünü araştırmışlardır. 3 kentsel 1 kırsal alan olmak üzere 4 yerel iklim bölgesi seçilmiştir ve her biri LAI değerlerine bakılarak çok ve az gölgelik alanlar olarak değerlendirilmiştir. Hava sıcaklığı ve bağıl nem Haziran 2012 ve Mayıs 2013 arasında her 30 dakikada bir olmak üzere ölçülmüştür. LANDSAT görüntüleri kullanılmıştır. Sonuç olarak, bitki örtüsü yoğunluğu fazla olan alanların aşırı sıcak hava ve bağıl nem oranı açısından çevresel koşulları iyileştirdiği belirtilmiştir.

2015 yılında yapılan başka bir çalışmada Doğu Akdeniz bölgesi içerisinde yer alan Karaman, Mersin, Adana, Osmaniye ve Hatay il sınırlarını kapsayan toplam 50641 km²' lik bir alanda, yapay sinir ağları yöntemi

kullanılarak heyelan duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre analiz, test ve doğrulama veri setlerinde heyelanların %84-86'sinin, orta – çok yüksek duyarlı alanlarda yer aldığı gözlenmiştir (Tekin ve diğ., 2015).

2016 yılında yapılan bir araştırmada, MODIS üzerinden erişilen LST verilerinin bulutlu havalarda sonuç vermemesinden kaynaklı olarak, gündüz ve gece boyunca bulutlu koşullarda yüksek uzaysal-zamansal çözünürlükteki LST verilerinin öngörülmesi için bir çalışma sunulmaktadır (Shwetha ve Kumar,2016). Çalışmada YSA modellerinden ve mikrodalga ölçümlerinin bulutların altına nüfuz etme kabiliyetinden yararlanılmıştır. Berrak gökyüzü koşullarında gündüz saatlerinde öngörülen LST ve MODIS LST arasında bulunan RMSE değerleri kabul edilebilir sınırlarda belirlenmiştir. Bulutlu koşullarda, mikrodalga kaynaklı LST sonuçları Hava sıcaklığı (Ta) ile değerlendirilmiş ve yaklaşımın hem gün hem de gece boyunca açık gökyüzü koşullarında elde edilen sonuçlardan daha düşük RMSE değerleri ile iyi performans gösterdiğini tespit edilmiştir.

Huang ve diğ. (2016) tarafından yapılan çalışmada, üç ayrı tahmin modeliyle, Çoklu Doğrusal Regresyon (MLR), YSA ve Destek Vektör Makinesi (SVM), Sarı Nehir Havzasında (SNH) NDVI tahminlerinin performansını iyileştirmek için bir kombinasyon tahmin modeli (CFM) önerilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki; YSA, dört tahmin modeli arasında en yüksek uyuma sahiptir fakat genelleme kabiliyeti doğrulama sonuçlarına göre zayıf oluşmuştur. MLR en düşük uyum gösteren model olarak belirlenmiştir. CFM genellikle doğrulama süresindeki tüm bireysel modellerden daha iyi performans göstermiştir ve bireysel modellerin zayıf yönlerini azaltırken güçlü yönleri birleştirerek öngörülen sonuçların güvenilirliğini ve istikrarını arttırdığını belirtmişlerdir.

Fragal ve diğ. (2016) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise Amazon floodpain orman örtüsünü izlemek ve bozulmanın antropojenik veya doğal sebepler olup olmadığını belirlemek için yapılmıştır. 1984'ten 2009'a kadar olan Landsat verileri kullanılarak Landtrend algoritmasıyla değerlendirilmiştir. Antropojenik değişiklikler ani gelişirken doğal

nedenlerle olan değişikliklerin daha uzun vadede gerekleştii görölmüştür. Sonuçların doğrulaması amacıyla NDVI görüntüleri ile karşılaştırılmıştır.

Shao ve diğ. (2016) tarafında yapılan bir çalışmada, geçirimsiz yüzeylein daha iyi haritalanması sağlanmaya çalışılmıştır. Geçirimsiz yüzeylei haritalandırma kabiliyetleri için üç sınıflandırma algoritması (rastgele ormanlar, karar ağaçları ve yapay sinir ağları) test edilmiştir. Araştırma sonucuna göre Rasgele Ormanlar algoritması diğer algoritmalarından daha iyi performans göstermiştir.

Gonzalez ve diğ. (2017) tarafından yapılan alışma Donana Ulusal Parkı'ndaki hem saha çalışmasına hem de uzaktan algılama tekniklerine dayanmaktadır. Bölgedeki değişiklikler, DPSIR (sürücü, basınç, durum, etki, tepki) çerçevesi ile Havadaki Hiperspektral Tarayıcı (AHS) verileri ve Kruskal Wallis Rank testi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Ghoneim ve diğ. (2017) yılında yaptıkları çalışmada uydu tabanlı çeşitli bitki indekslerini kullanarak Tunus için kuraklık analizi yapmışlardır. Veri seti 2000- 2013 yılları arasında uydu verilerinden oluşmaktadır. Mekânsal ve zamansal dağılımları göstermek için toplam 4 kuraklık indeksi (VCI, TCI, VHI ve PCI) hesaplanmıştır. Bu çalışmada bitki örtüsü ve yüzey sıcaklığı verileri ile birlikte yağış verilerini içeren yeni bir değiştirilmiş kuraklık indeksi (VTPCI) geliştirilmiştir.

Alves ve Lopes (2017) yaptığı çalışmada, kentsel-coğrafi değişkenlerin ısı adası oluşumu üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve kentsel ısı adası maksimum şiddetini tahmin etmek için bir model oluşturulmuştur. Kentsel ısı adasının NDVI artışına dayanan simölasyonları, çoklu doğrusal regresyon kullanarak, Brezilya üzerinde gösterilmiştir. Landsat 5 TM bant 7 verileri kullanılmıştır. Sonuç olarak küçük şehirlerdeki ısı adasının şiddetinin büyük şehirlerdekinden daha az şiddetli olduğu gösterilmiştir.

Hernandez ve diğ. (2017), 1981-2015 yılları arasında mevcut tüm NOAA-AVHRR görüntüleri kullanılarak İber Yarımadası ve Balear Adaları'ndaki NDVI trendlerini analiz etmiştir. IBERIAN NDVI zaman serisinin doğruluğunu değerlendirmek için, MODIS NDVI veri setleri ile

karşılaştırılmıştır. Mann-Kendall testi ve Theil-Sen eğim tahmincisi aracılığıyla analiz gerçekleştirilmiştir.

Markov Zincirlerinin kullanıldığı bu çalışmada Karip ve Göksel (2017), doğal alanlar için risk oluşturan kentleşmenin ve doğal alanlardaki değişimin zamansal gelişiminin izlenmesi, ileriye yönelik olarak bir gelişim modeli oluşturulması amaçlanmıştır. Mevcut 2010 yılı arazi kullanımı ile 2010 yılı için elde edilen model sonuçları karşılaştırılmıştır. MLP_Markov tahmin modeli ile 2030 yılı için tahmin yapılmıştır.

Rahman ve diğ. (2017) yaptıkları bu çalışmanın amacı, son 27 yılda Bangladeş' teki AKAÖ değişiminin zamansal dinamiklerini göstermektir. Araştırmada 1989 ve 2015 yılları arasında yapılmıştır. Ayrıca CA-ANN (hücreli otomatlar ve yapay sinir ağı) modeli kullanılarak 2028 yılı için arazi kullanım/örtüsü değişimlerini öngörmektedir. Arazi kullanımı/örtüsü üzerinde ilk aşamada çeşitli zamanlarda elde edilen LANDSAT görüntüleri denetimli öğrenme kullanılarak sınıflandırılmıştır. Daha sonra, gelecekteki Arazi kullanımı/örtüsü tahmini, MOLUSCE QGIS eklentisi kullanılarak CA-ANN modeli ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda yerel halkın yaşam ve geçim kaynaklarına yönelik tehditleri azaltacak kapsamlı bir arazi kullanım yönetim planı önerilmiştir.

Durmuş ve Beyazıt (2017) tarafından yapılan bu çalışmada, buğday, mısır ve mercimek bitkilerinin türü, görüntüler kullanılarak otomatik olarak belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen öznitelikler, k en yakın komşu, destek vektör makineleri ve Naive Bayes sınıflandırıcıları ile sınıflandırılmıştır. Sınıflandırıcıların ve doku analizi yöntemlerinin başarı oranları incelenmiştir.

Aslan ve diğ. (2018) iklim değişikliklerinin erozyon riski üzerindeki etkisini kümeleme ve yapay sinir ağı yöntemiyle araştırmışlardır. Araştırma 2014 ve 2040 yıllarını kapsamaktadır. Araştırmanın sonucunda Türkiye genelinde erozyon riskinin artacağını fakat en çok artışın güney ve batı bölgelerinde olacağını göstermiştir.

Toker tarafından 2018 yılında yapılan bir çalışmada İğneada Longoz Ormanlarının karakteristik özelliklerin belirlenmesi ve Milli Park statüsü kazanması sonrasında olası değişimi incelemek amacıyla 1987- 2007 yılları arasında 5 yıllık periyotlarda alınan Landsat TM görüntüleri kullanılmıştır. Ayrıca Milli Park olarak ilan edilen 2007- 2017 yılları arasında 2 yıllık periyotlarda alınan Landsat Thematic Mapper (TM) ve Operational Land Imager (OLI) görüntülerini incelenmiştir. Görüntüler 10 ve 20 metre olarak gruplandırılmış, kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma işlemleri uygulanmış ve sınıflandırma sonuçları “Yıldız Dağları Biyosfer Projesi” ve “Orman Amenajman Planı” çıktıları ile karşılaştırılmıştır. Kontrolsüz sınıflandırma yöntemi olarak Isodata ve K-Means yöntemi, kontrollü sınıflandırma yöntemi olarak Maksimum Benzerlik yöntemi ile Destek Vektör Makinesi kullanılmıştır.

Bozorgi ve diğ. (2018) yaptığı çalışmada, kentsel alanlardaki yüzey sıcaklığının (LST), Landsat 8 OLI görüntülerinden elde edilen yeşil alanlardaki LST arasında doğrusal olmayan ilişkileri YSA yöntemiyle araştırılmıştır. Bu çalışmanın bulguları, yeşil alanların geliştirilmesinin, kentsel alanlarda LST endişesi riskine karşı mücadele için kilit bir strateji olduğunu göstermektedir.

Hassan ve Southworth tarafından yapılan bir çalışmada, 1972'den 2015'e kadar olan süre içinde Dakka'nın toprak örtüsü değişimi ve kentsel genişlemesini incelenmiştir Landsat görüntüleri sınıflandırmak amacıyla Random Forest algoritması kullanılmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmadan elde edilen tematik harita ve mekânsal bilgiler, Bangladeş'in Dakka kentindeki en büyük kent bölgesinde kentsel büyüme dinamikleri ve arazi örtüsü değişim kalıplarının detaylı bir şekilde anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır (Hassan ve Southworth, 2018).

Faridatul ve Wu (2018) çalışmalarında, kentsel arazi örtüsü sınıflandırma ve haritalamasını geliştirmek için, üç yeni spektral indeks ve dört ana kentsel arazi tipinin sınıflandırılması için otomatik bir yaklaşım sunmaktadır: su geçirmez, çıplak arazi, bitki örtüsü ve su. Geçirimsiz ve çıplak arazilerin ayrımını arttırmak için MNDBI önerilmiştir. Bitki örtüsü ve su alanlarının

tespitini arttırmak TCWVI önerilmiştir. Suyu gölgelerden ayırarak suyun algılanmasını iyileştirmek için bir gölge indeksi ShDI önerilmiştir. Önerilen yaklaşımla elde edilen kentsel arazi örtüsü sınıflamaları klasik destek vektör makinesi (SVM) algoritması ile karşılaştırıldı. Sonuçta önerilen yöntem SVM algoritmasından başarılı olduğu belirtilmiştir.

Karadağ ve diğ. (2018) bu çalışmada, biber bitkisinin spektral yansımalar ile su stresinde olup olmadığını belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla su stresine maruz kalan biber yapraklarından spektral yansımalar kaydedilmiştir. Bu yansıma verilerinin sınıflandırılması gerçekleştirildi. Sınıflama olarak K en yakın komşuları (KNN) ve Yapay Sinir Ağları yöntemleri kullanılmıştır.

Mutlu (2018) tarafından yapılan çalışmada, farklı tipteki algılayıcılarla elde edilmiş hiperspektral görüntü (HSG) ve LIDAR verisinin birleştirilerek, bu verilerin görüntülediği bölgedeki yüzey materyallerinin sınıflandırılmasını hedeflemiştir. Bu hedef doğrultusunda, makine öğrenmesi alanındaki en güncel konu olan Derin Öğrenmeden faydalanılmıştır.

Solak ve Alaybeyoğlu (2018) tarafından yapılan çalışmada, kentlerdeki riskli alanların belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada bölgelerin tespiti için Bulanık Mantık yaklaşımı kullanılmıştır. Bulanık Mantık yaklaşımı bu çalışmada yapı ortalama performans puanı, yerleşime uygunluk durumu ve nüfus yoğunluğu bilgileri sistemin girdi verileri olarak seçilmiştir. Bu girdi verileri değer aralıklarına göre derecelendirilerek bulanık bir küme oluşturulmuş ve kural tabanı çalıştırılarak risk önceliği çıktısı elde edilmiştir.

2000-2016 dönemini kapsayan bu çalışmada, Ürdün Kuzey bölgelerindeki yüzey sıcaklığındaki (LST) değişikliklerini izlemek amacıyla hazırlanmıştır (Shatnawi ve Qdais,2019). LST verileri uydu verilerinden elde edilmiştir ve veriler yaz ve kış ayları olarak 2 kategoride değerlendirilmiştir. 10 yıl için LST değerlerinin simülasyonu ve tahmini, NARX YSA modeli kullanılarak yapılmıştır.

Yapay Sinir Ağlarının kullanıldığı başka bir çalışmada, kentsel alanları haritalamak için Nighttime lights (NTL), MODIS NDVI ve arazi yüzey sıcaklığı verileri gibi orta çözünürlükteki görüntüleri kullanan yeni bir YSA yaklaşımı önermiştir. Çalışmanın sonucu YSA' nın kentsel yerleşim alanlarını NTL verilerinden çıkarmak için etkili, hızlı ve doğru bir alternatif sunabileceğini göstermiştir (Tu ve ark, 2020).

Kamali ve diğ. (2021) tarafından LST, NDVI ve NDBI verileri kullanılarak yapılan başka bir çalışmada Şiraz Şehri (İran) için 25 yıllık bir dönemde (1993–2018) arazi kullanımı / arazi örtüsü değişikliklerinin kentsel arazi yüzey sıcaklığı üzerindeki etkilerin araştırılmıştır. Sonuçlar, tüm çalışma alanı üzerindeki ortalama LST 'nin, kentleşme, yeşil alanların azalması ve artan endüstriyel alanlar nedeniyle 1993 ile 2018 arasında önemli ölçüde arttığını gösterdi. NDVI ve LST arasındaki negatif korelasyon 1993, 2003, 2013 ve 2018 sırasıyla $R^2 = 0.84, 0.66, 0.07, \text{ ve } 0.52$. LST ve NDBI arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir. Yıllara göre sırasıyla $R^2 = 0.82, 0.62, 0.05, \text{ and } 0.44$.

3. ÇALIŞMA ALANININ GENEL COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

Daha öncede belirtildiği gibi çalışma alanı olarak Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde İstanbul, Bursa, İzmir, Antalya, Ankara, Gaziantep, Diyarbakır ve Trabzon illeri seçilmiştir. İlçeler nüfus artış oranları dikkate alınarak seçilmiştir. Analiz edilen ilçe ve koordinat verileri Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1: İnceleme bölgesi koordinat verileri

İl	İlçe	Enlem	Boylam	Rakım (m)
İstanbul	Çatalca	41.3409	28.3568	381
İstanbul	Şile	41.1688	29.6007	83
Ankara	Haymana	39.4356	32.5153	1280
İzmir	Seferihisar	38.1990	26.8350	22
Bursa	İznik	40.4267	29.7302	90
Trabzon	Akçaabat	41.0325	39.5615	3
Diyarbakır	Çermik	38.1371	39.4644	695
Antalya	Alanya	36.6653	31.66	23

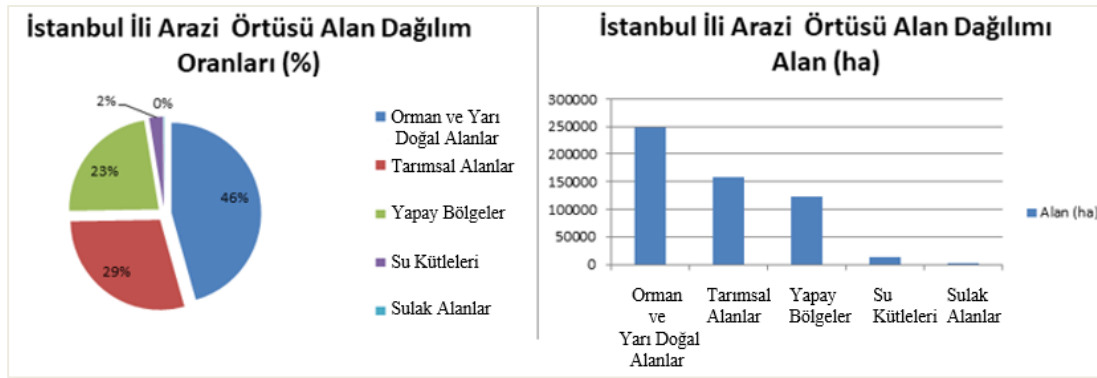
Bu bölümde, çalışma alanlarının genel fiziki ve beşerî coğrafya özelliklerine ana hatlarıyla değinilmiştir. İl ve ilçelere ait arazi örtüsü dağılımı sıcaklık ve yağış bilgileri grafik ve tablo yardımıyla açıklanmıştır. Sıcaklık ve yağış verileri ise illere ait istasyonlardan elde edilmiştir (Url-2). AKAÖ haritaları CORINE arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırma sistemi ve MODIS/ Terra uydusu aracılığıyla elde edilen verilerden yararlanılarak oluşturulmuştur (Url-3; Url-4). İki farklı platformdan elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. CORINE verileri çalışılan tüm bölge ile ilgili bilgi vermektedir. MODIS ise belirli bir koordinat belirledikten sonra 3 km (K-G) x 3 km (D-B) bir alan içindeki bilgiyi içermektedir. MODIS verileri kuşkusuz inceleme alanımızın tamamı için geçerli olmayıp, bakı ve yükseltiye göre farklılıklar göstermektedir.

3.1 İstanbul

Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesi'nde yer alan İstanbul, Avrupa ve Asya kıtaları arasında köprü görevi gören, dünyanın en önemli metropollerinden birisidir. İstanbul ili 41.0082 enlemleri ve 28.9784 boylamları arasındadır.

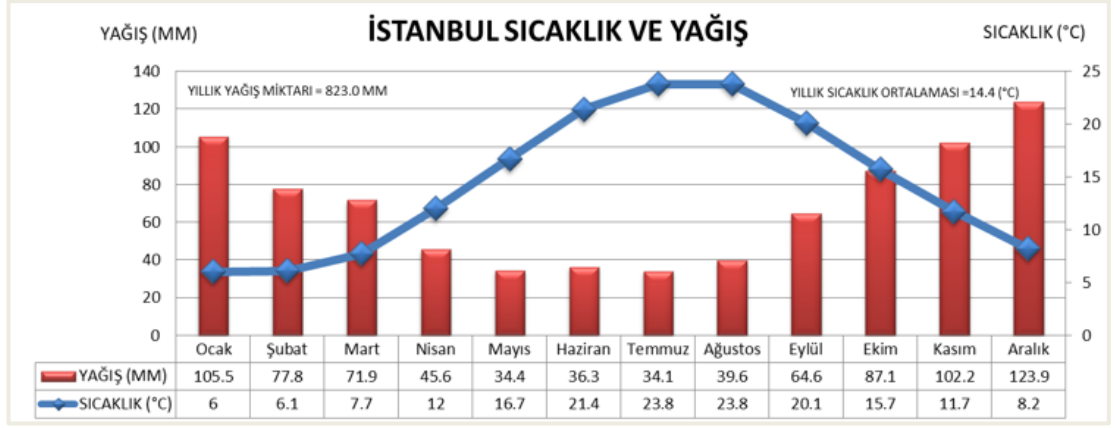
Kuzeyinde Karadeniz, Güneyinde Marmara denizi bulunur. İstanbul'un tarihsel gelişimi nedeniyle birçok medeniyete ev sahipliği yapması, sosyokültürel çeşitliliği ve konumu itibari ile her zaman ilgi odağı olmuştur. 1950 yılına kadar nüfus ve mekânsal gelişimi kısıtlı olan İstanbul, bu tarihten sonrası için göç almaya başlamıştır. İstanbul nüfusu 2018 yılı itibari ile geçen seneye göre %0.26 artış göstererek 15.067.724 olarak belirlenmiştir (Url-5). Hızlı nüfus artışı yıllar içinde plansız ve negatif yapılaşmaya neden olmuştur.

2018 CORINE verilerine göre İstanbul bölgesinin %75 ini orman ve yarı doğal alanlar ile tarım alanları oluşturmaktadır. Bitki örtüsü Akdeniz iklimi bitki örtüsünü andırır. Genel itibari ile bölgede makiler çoğunluktadır. Kenti en büyük ormanlık alanı Belgrad Ormanı'dır. Yapay bölgeler bölgenin %23' ünü kaplamaktadır. CORINE verilerine göre kente ait arazi kullanım grafiği Şekil 3.1 'de verilmiştir.



Şekil 3.1: CORINE, 2018 yılına ait İstanbul AKAÖ oranları

Karadeniz ve Akdeniz iklimi hâkimdir. Akdeniz iklimi etkisi altında kalan bölgelerde kış fazla soğuk geçmemektedir. İstanbul'da yaz aylarına oranla kış ayları daha fazla yağış görülür. MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü) verilerine göre 1927 ve 2018 yılları arası İstanbul ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 14.4 °C olarak ölçülmüştür. Ortalama 23.8°C sıcaklıkla Ağustos yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 3.2°C olup yılın en düşük ortalamasıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı: 823 mm'dir. İstanbul ili için 1929 ve 2018 sıcaklık ve yağış ortalaması Şekil 3.2.' de verilmiştir (Url-2).



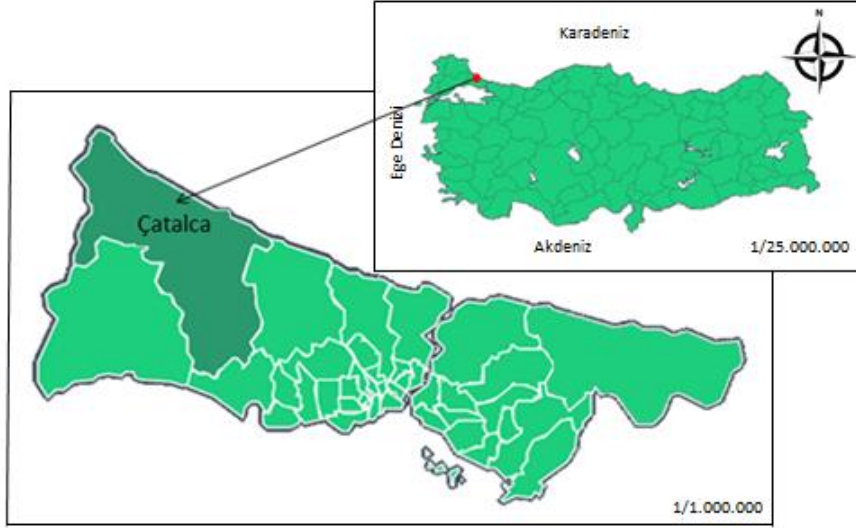
Şekil 3.2: 1927-2018 yılları arasında İstanbul ili sıcaklık ve yağış grafiği

Kaynak: Url-2

Kentsel dönüşümün hızla devam etmesi bölgede ekosistem farklılıkları yaratmaktadır. Bölgenin mevcut durumunun analiz edilmesi ve kentin ekosisteminin zaman içerisinde uğrayabileceği değişikliklerin tahmin edilmesi, yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu tez çalışmasında araştırma bölgesi olarak İstanbul'un Çatalca ve Şile ilçeleri seçilmiştir.

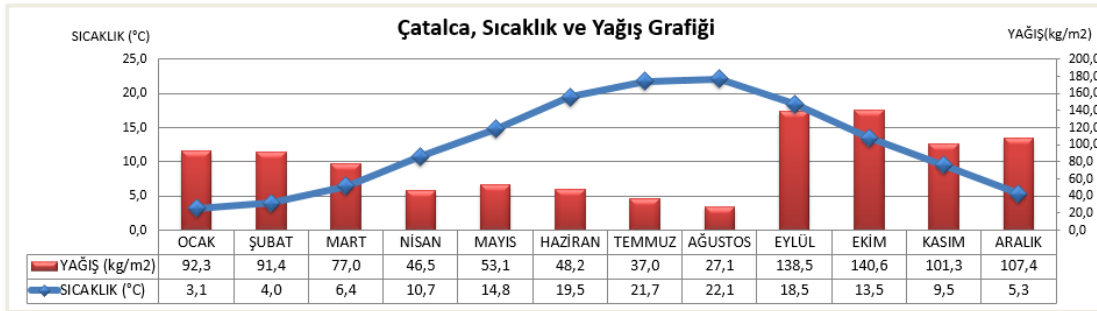
3.1.1 Çatalca ilçesi genel özellikleri

Çatalca ilçesi, coğrafi konumu itibarıyla ülkemizin kuzeydoğusunda bulunan Trakya Bölümündedir. Çatalca İlçesi Karadeniz'in ise güneybatısında, Marmara Denizi'nin kuzeyinde yer alır. İstanbul Çatalca için Coğrafi Konum Yer Koordinatları; Enlem: 41,3409 Boylam: 28,3568 şeklindedir. Şekil 3.3 de Çatalca'ya ait lokasyon haritası verilmiştir.



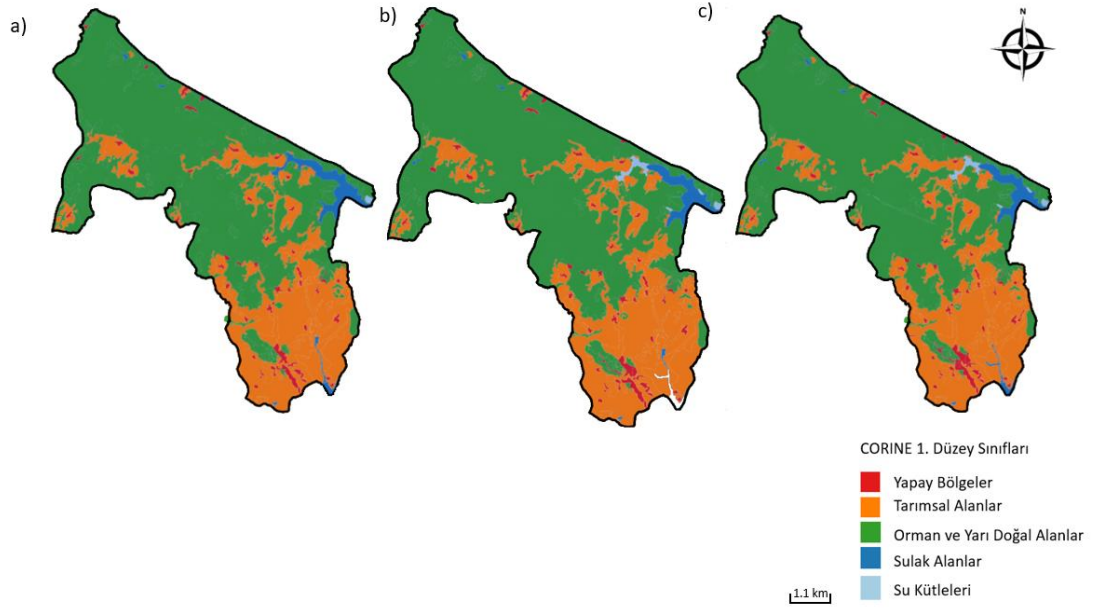
Şekil 3.3: Çatalca lokasyon haritası

Çatalca yüzölçümü bakımından İstanbul'un en büyük ilçesidir. İlçe, yaklaşık 1130km² bir alan içerisindedir. 2018 yılı rakamlarına göre Çatalca nüfus artışı hızı % 5.66 olarak belirlenmiş ve nüfusu toplam 72.766'dır (Url-5). Çatalca'nın iklim tipi Nemli-Ilıman Karadeniz Kıyı Kuşağı İklimi olarak sınıflandırılabilir. (Garipağaoğlu ve Duman,2018). Çatalca yıllık ortalama sıcaklık değeri 3°C ile 23°C arasındadır. Yılın en soğuk ayı olan Ocak ayında sıcaklık genelde 3°C civarlarındadır. En sıcak aylar ise Temmuz ve Ağustos aylarıdır, sıcaklık 21°C-23°C 'civarlarındadır. Yıllık ortalama yağış miktarı: 960 mm'dir. Şekil 3.4 'de detaylı analiz grafiği verilmiştir.



Şekil 3.4: 2005-2018 Çatalca aylık sıcaklık ve yağış grafiği

Çatalca bitki örtüsü Akdeniz İklimi bitkilerini andırır. En çok görülen bitki türü makidir. CORINE üzerinden alınan verilere göre Çatalca'ya ait arazi kullanım/örtüsü haritaları ve arazi dağılım oranlarının Şekil 3.5 ve Çizelge 3.2' de yer almaktadır. Şekiller üzerindeki a, b ve c değerleri sırasıyla 2006, 2012 ve 2018 verilerini temsil etmektedir.



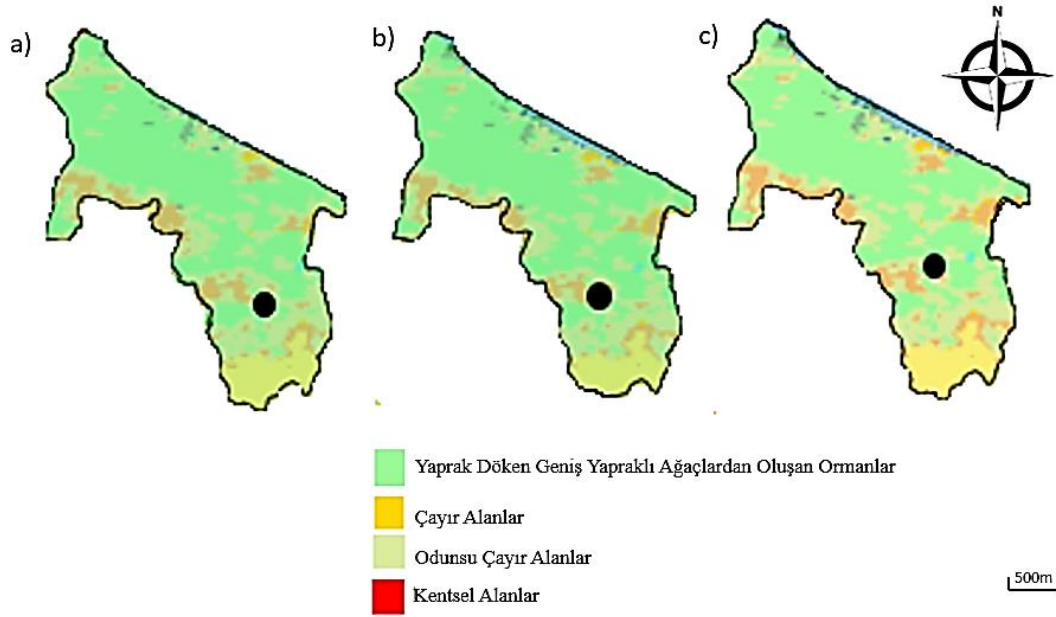
Şekil 3.5: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Çatalca AKAÖ haritaları

Çizelge 3.2 'de verildiği üzere Çatalca bölgesindeki hızlı kentleşme görülmektedir. Yapay bölgeler 2006 yılından 2018 yılına kadar % 14.15 artış göstermiştir. Buna rağmen, özellikle tarımsal alanlardaki azalma dikkat çekmektedir.

Çizelge 3.2: CORINE, Çatalca Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

	2006	2012	2018
Yapay Bölgeler (1)	2.26	2.36	2.58
Tarımsal Alanlar (2)	30.4	30.66	30.51
Orman ve Yarı Doğal Alanlar (3)	64.54	64.05	64.03
Sulak Alanlar (4)	0.08	0.47	0.47
Su Kütleleri (5)	2.72	2.46	2.42

MODIS arazi örtüsü sınıflandırma ürünü MCD12Q1, daha önce belirtilen koordinata göre, 4 farklı arazi örtüsü tanımlamıştır. Dağılımlar Şekil 3.6 ve Çizelge 3.3 'de verilmiştir.



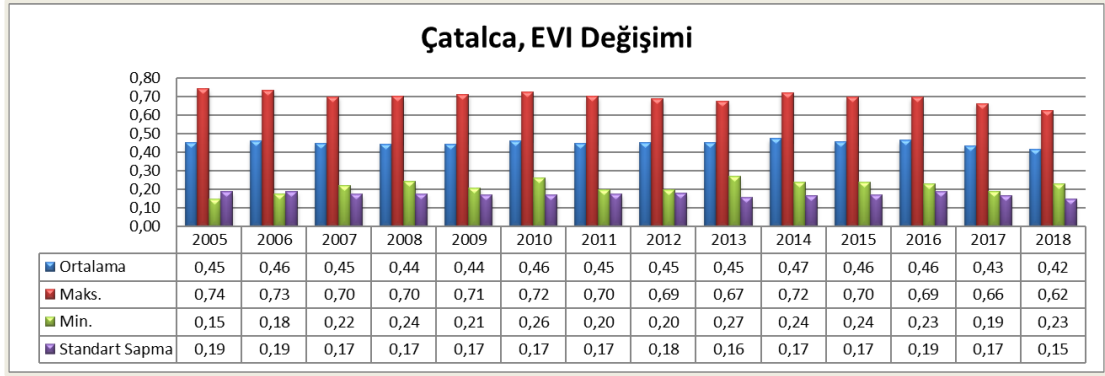
Şekil 3.6: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Çatalca AKAÖ haritaları

Kaynak: Url-6

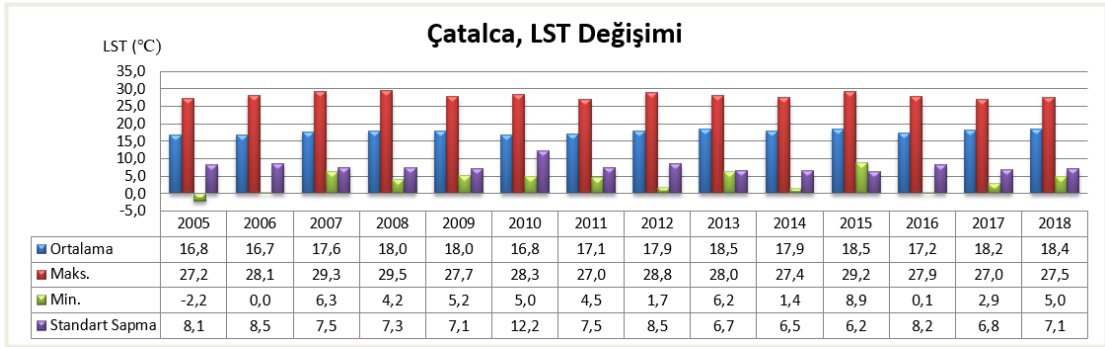
Çizelge 3.3: MODIS, Çatalca Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

	2006	2012	2018
Yaprak Döken Geniş Yapraklı Ağaçlardan Oluşan Ormanlar	93.88	93.82	93.76
Çayır Alanlar	3.28	3.22	3.20
Odunsu Çayır Alanlar	0.34	0.28	0.16
Kentsel Alanlar	2.50	2.68	2.88

Çayır alanlar 2006 yılından 2018 yılına kadar %2.43 azalmıştır. Odunsu çayır alanların ise %52.94 azaldığı görülmektedir. Yaprak döken geniş yapraklı ağaçlardan oluşan ormanlarda ise %0.12 kayıp yaşandığı anlaşılmaktadır. Buna rağmen incelenen alanında kentsel alanlarda %15.2 artış olduğu belirlenmiştir. Şekil 3.7 ve Şekil 3.8 'de MODIS sistemi üzerinden ulaşılan EVI ve LST verilerinin zamansal değişimi vermektedir. Şekil 3.7' de ortalama EVI değerinin diğer yıllara oranla 2017 ve 2018 yıllarındaki düşüşü dikkat çekmektedir. İlaveten, Şekil 3.8 'da 2016 yılından sonra ortalama LST değerindeki artışın EVI değerindeki azalmaya bağlı olduğu düşünülmektedir.



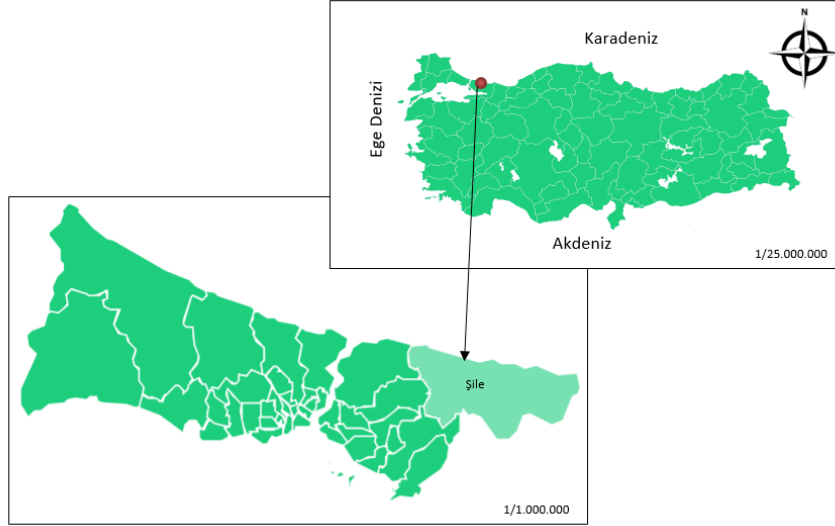
Şekil 3.7: MODIS, 2005-2018 Çatalca EVI değişimi



Şekil 3.8: MODIS, 2005-2018 Çatalca LST değişimi

3.1.2 Şile ilçesi genel özellikleri

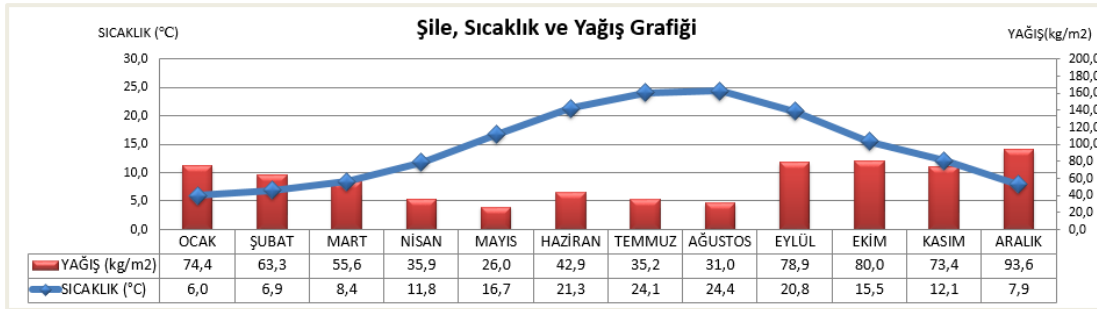
Şile ilçesi, coğrafi konumu itibariyle ülkemizin Marmara Bölgesindedir. İstanbul Anadolu yakasında olan Şile Doğusunda Kandıra, Güneyinde Gebze, Batısında Beykoz ve Ümraniye, Kuzeyinde ise Karadeniz' e komşudur. İstanbul Şile için coğrafi konum yer koordinatları; Enlem: 41,1688 Boylam: 29,6007 şeklindedir. Şekil 3.9' de Şile lokasyon haritası verilmiştir. İlçenin yüzölçümü 755km²'dir. 2018 yılı rakamlarına göre Şile nüfus artışı hızı % 3.94 olarak belirlenmiş ve nüfusu toplam 36.516'dır (Url-5).



Şekil 3.9: Şile lokasyon haritası

Kaynak: Url-2

Bölge iklimi, Karadeniz ile Akdeniz ikliminin beraber göstermektedir. Kuzey kısımları Karadeniz, güney kısımları Akdeniz iklim özelliği etkisi altındadır. 2005-2018 verilerine göre ilçede yıllık ortalama sıcaklık değeri 12.1° C'dir. Yılın en soğuk olduğu Ocak ayı sıcaklık ortalama 6° C'dir. En sıcak olduğu Temmuz ve Ağustos ayları sıcaklık ortalama 24-25° C civarındadır. İlçenin yıllık yağış toplamı 690mm'dir. İlçenin sıcaklık ve yağış analiz grafiği Şekil 3.10' da verilmiştir.

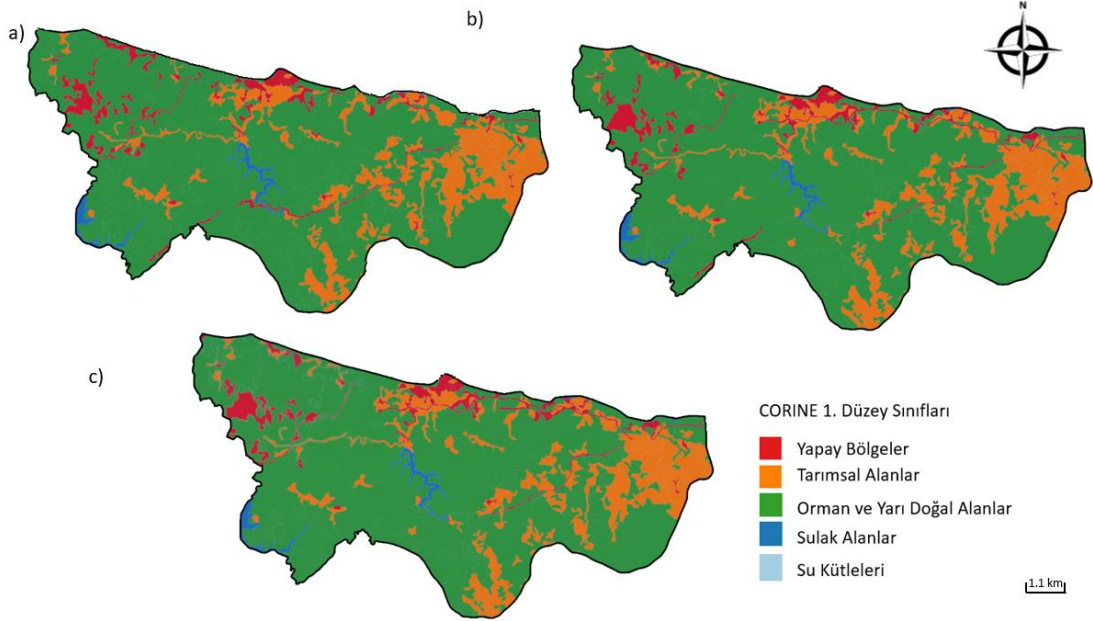


Şekil 3.10: 2005-2018 Şile sıcaklık ve yağış grafiği

Kaynak: Url-2

Şile ilçesinin bitki örtüsü genel olarak orman, pseudomaki (maki benzeri topluluklar) ve kıyı bitkilerinden meydana gelmiştir. Şile' nin kuzeyinde psuedomakinin de olduğu nemli ormanlar sahası bulunurken, güney kesimlerinde maki ve kuru ormanlar sahası yer alır. CORINE üzerinden elde

edilen verilere göre Şile' ye ait arazi dağılım haritaları Şekil 3.11 ve yüzde oranları Çizelge 3.4' de gösterilmektedir.



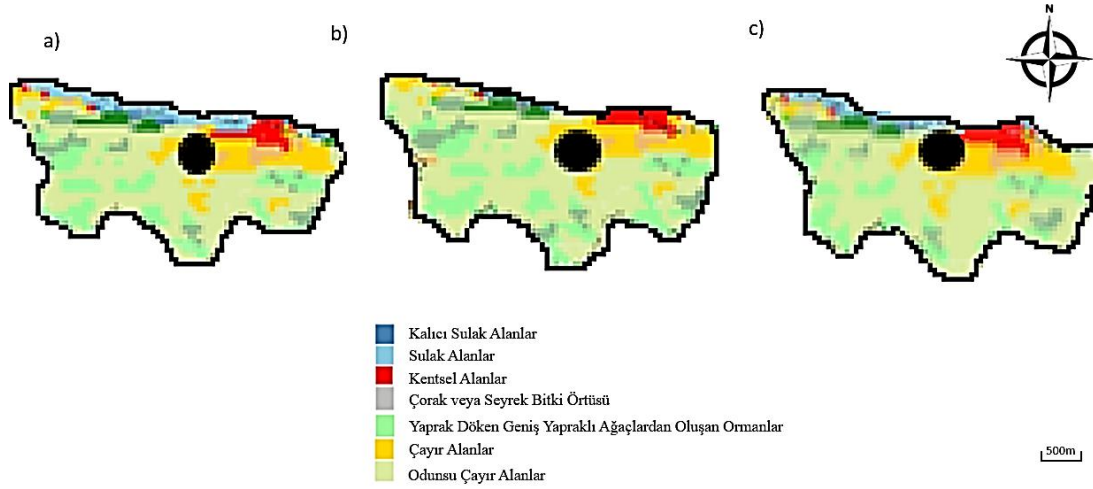
Şekil 3.11: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Şile AKAÖ haritaları

Çizelge 3.4 'de gösterildiği gibi yapay bölge oranı 2006 yılına göre %2.65 artış göstermiştir. Tarımsal alanlar ve orman ve yarı doğal alanlarında yıllar içinde azaldığı görülmektedir.

Çizelge 3.4: CORINE, Şile Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

	2006	2012	2018
Yapay Bölgeler (1)	5.27	5.23	5.41
Tarımsal Alanlar (2)	17.5	17.55	17.53
Orman ve Yarı Doğal Alanlar (3)	75.77	75.76	75.61
Su Kütleleri (5)	1.45	1.46	1.46

MODIS arazi örtüsü türü sınıflandırma ürünü MCD12Q1 Şile ilçesi için 8 farklı arazi yüzey örtüsü tanımlamıştır. Arazi sınıflandırmasına göre dağılımlar Şekil 3.12 ve Çizelge 3.5 'de verilmiştir. Kentsel alanlar 2006 yılına oranla % 1.30 artmıştır. Şile deniz kenarı bir ilçe olduğundan dolayı 3x3 km alan seçtiğimiz için kalıcı sulak arazi oranları yüksek çıkmıştır.



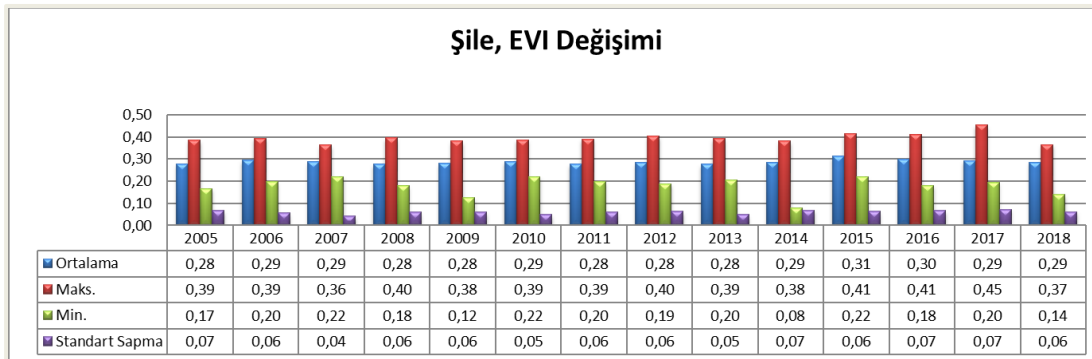
Şekil 3.12: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Şile AKAÖ haritaları

Kaynak: Url-6

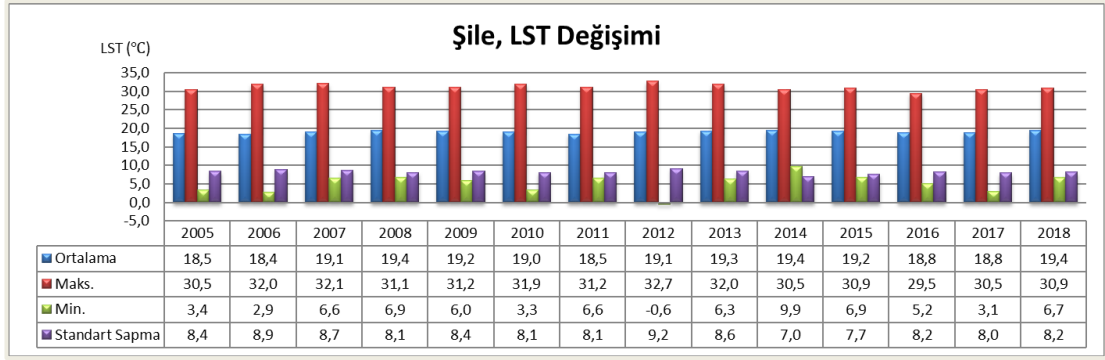
Çizelge 3.5: MODIS, Şile Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

	2006	2012	2018
Kalıcı Sulak Alanlar	35.68	35.68	35.68
Sulak Alanlar	0.64	0.64	0.64
Kentsel Alanlar	15.36	15.40	15.56
Çorak veya Seyrek Bitki Örtüsü	0.64	0.6	0.61
Yaprak Döken Geniş Yapraklı Ağaçlardan Oluşan Ormanlar	0.32	0.32	0.31
Çayır Alanlar	35.84	35.78	35.65
Odunsu Çayır Alanlar	11.52	11.58	11.55

Şile bölgesinin detaylı analizinin sağlanabilmesi için MODIS EVI ve LST uydu verilerinin yıllar içindeki değişimlerini gösteren grafikler Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'de gösterildiği gibidir. EVI değerinde yıllar içinde dramatik bir değişiklik görülmemiştir. 2015 yılında 0.31 olan EVI değeri sonrasındaki yıllarda düşüş göstermiştir. Yıllık ortalama LST verisini değerlendirdiğimizde 2005 yılında 18.5°C iken 2018 yılında 19.4°C olduğu saptanmıştır.



Şekil 3.13: MODIS, 2005-2018 Şile EVI değişimi

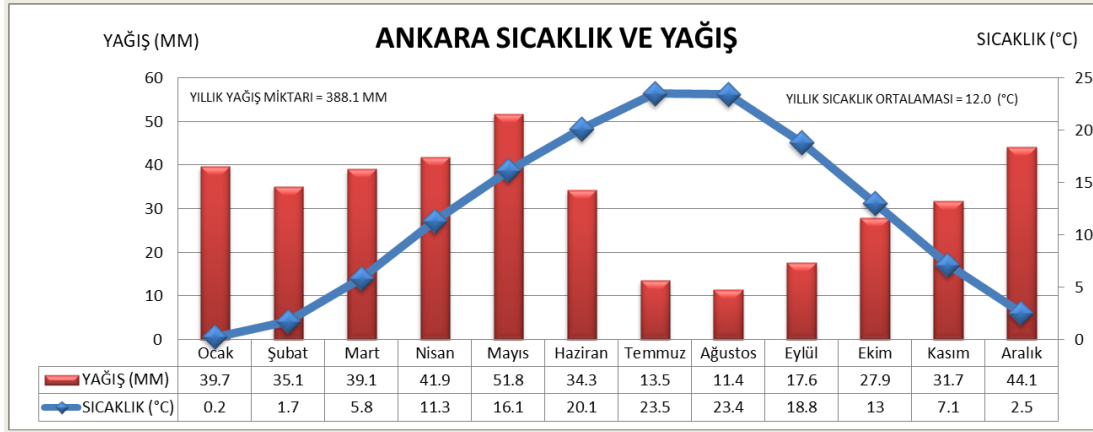


Şekil 3.14: MODIS, 2005-2018 Şile LST değişimi

3.2 Ankara

Orta Anadolu' nun kuzeyinde, İç Anadolu'nun yukarı Sakarya bölgesinde olan Ankara Türkiye'nin başkentidir. Doğusunda Kırıkkale, batısında Eskişehir, kuzeyinde Çankırı, güneyinde Konya ile komşudur. Ankara ili 39,9334 enlemleri ve 32,8597 boylamları arasındadır. 1355 kilometre uzunluğu ile Kızılırmak ve 824 kilometre uzunluğu ile Sakarya nehirlerinin kollarının oluşturduğu ovalarla kaplı bir bölgedir. Kapladığı alan ve nüfus özellikleri itibari ile Dünya'nın en hızlı büyüyen şehirlerinden birisidir (Url-7). Ankara nüfusu bir önceki yıla göre %1.08 artış göstererek 5.503.985 olarak belirlenmiştir (Url-5).

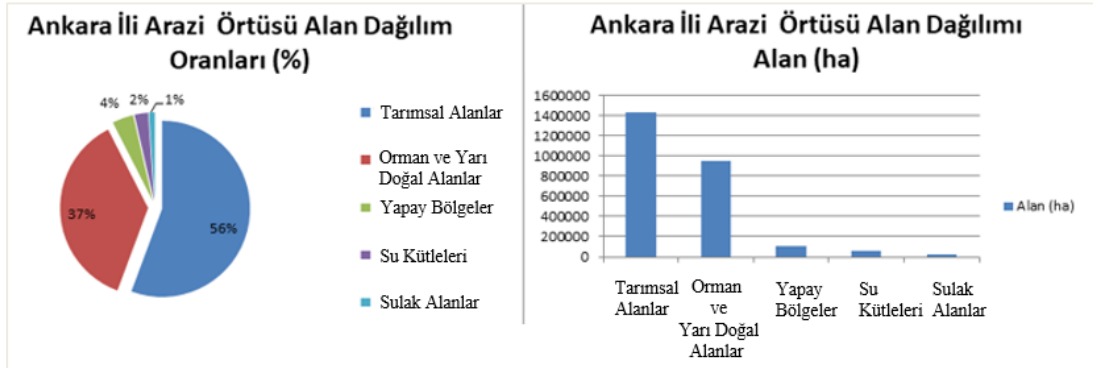
Karasal iklime sahip Ankara da kış ayları soğuk, yaz ayları ise sıcak geçer. Kentin kuzeyinde yağışlı ve ılıman iklim, güneyinde sert step iklimi hâkimdir. Yaz ile kış mevsimleri arasında önemli sıcaklık farkları bulunur. MGM verilerine göre 1927 ve 2018 yılları arası Ankara ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 12°C olarak ölçülmüştür. Temmuz veya Ağustos yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 6.2°C olup yılın en düşük ortalamasıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 388,1 mm'dir. Ankara için 1929 ve 2018 sıcaklık ve yağış ortalaması Şekil 3.15 'de verilmiştir (Url-2).



Şekil 3.15: 1927-2018 Ankara, sıcaklık ve yağış grafiği

Kaynak: MGM.

CORINE 2018 verilerine göre kentin yüz ölçümünün yaklaşık %56'sini tarım alanları, %37 'ini ormanlık ve fundalık alanlar, %12 'sini çayır ve meralar, %9 'unu ise tarım dışı araziler oluşturmaktadır. Kente ait arazi kullanım grafiği Şekil 3.16 'de verilmiştir.

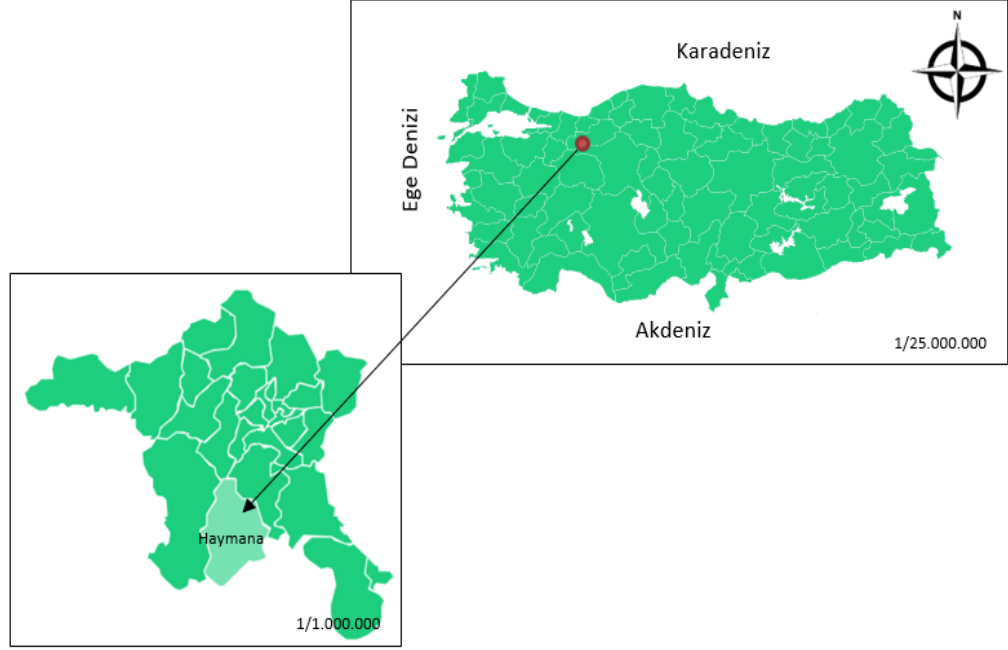


Şekil 3.16: CORINE, 2018 yılına ait Ankara AKAÖ oranları

3.2.1 Haymana ilçesi genel özellikleri

Haymana, coğrafi konumu itibariyle şehir merkezinden 73 km uzaklıkta olan Ankara' nın bir ilçesidir. İlçenin yüzölçümü 2.367 km²' dir. İlçenin güneyinde Kulu ve Cihanbeyli, batısında Polatlı ve kuzeyinde Gölbaşı, doğusunda Bala ve Gölbaşı ilçeleri arasında yer alır. Ankara Haymana için coğrafi konum yer koordinatları; Enlem: 39,6130 Boylam: 32,6720 şeklindedir. Haymana ilçesi lokasyon haritası Şekil 3.17 'de verilmiştir 2018 yılında TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu)' e göre nüfus artış hız oranı %69.3 olarak belirlenmiştir ve toplam nüfusu 45.931'dir. 2017 yılında toplam nüfus 27.277' dir. Buna rağmen güncel verilere göre 2020 nüfus sayımı Haymana için 28.922 olarak belirtildi.

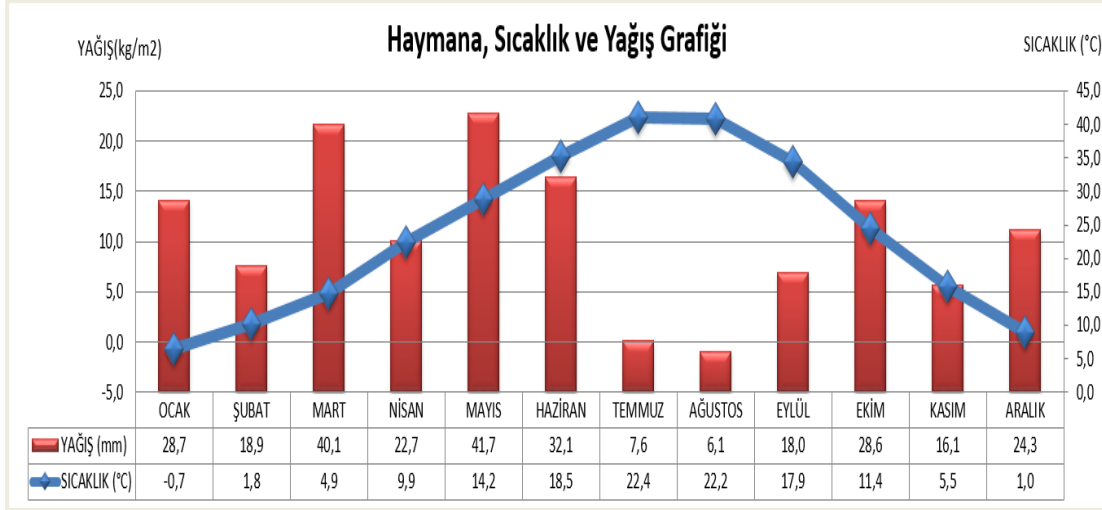
2018 yılında yaşanan nüfus artışının en büyük sebebi seçim döneminde adayların yazdırdığı seçmenin, seçimden sonra oturduğu il ve ilçelere geri dönmesi olarak belirtildi.



Şekil 3.17: Haymana lokasyon haritası

Kaynak: Url-2

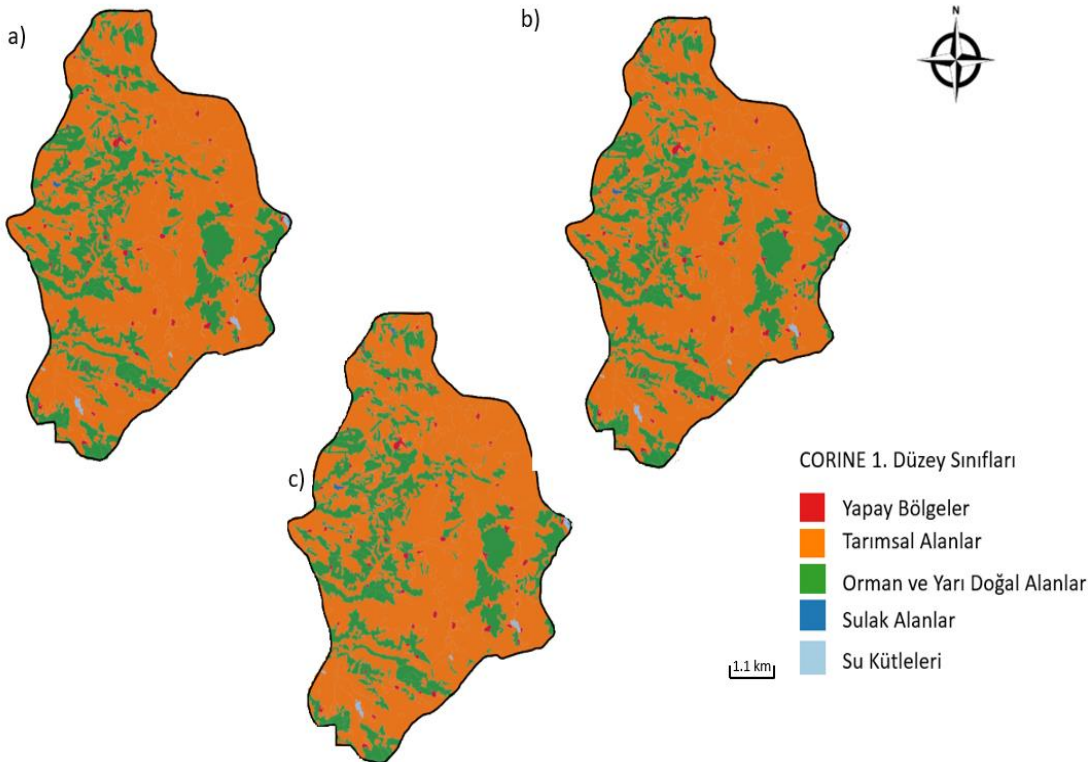
İlçede karasal iklim hâkimdir. 2005-2018 MGM verilerine göre yıllık sıcaklık ortalaması 9.7⁰C civarlarındadır. Yılın en soğuk ayı olan Ocak ayında sıcaklık -1⁰C civarında seyreder. Yılın en sıcak ayları olan Temmuz ve Ağustos ayında sıcaklık 22⁰C civarındadır. İlçenin 2005-2018 yılları arasında yıllık yağış ortalaması 284 mm ölçülmüştür. İlçeye ait sıcaklık yağış grafiği Şekil 3.18 de verilmiştir.



Şekil 3.18: 2005-2018 Haymana sıcaklık ve yağış grafiği

Kaynak: Url-2

CORINE verilerine göre Haymana arazi örtüsünün %70 inden fazlasını tarımsal alanlar oluşturur. Ormanlık alanlar 2006 yılından 2018 yılına kadar göre % 0,54 azalmıştır. Yapay bölgeler 2006 yılından 2012 yılına kadar %4.31 artmıştır. 2012- 2018 yılı arasında da değişiklik göstermemiştir (Çizelge 3.6 ve Şekil 3.19).

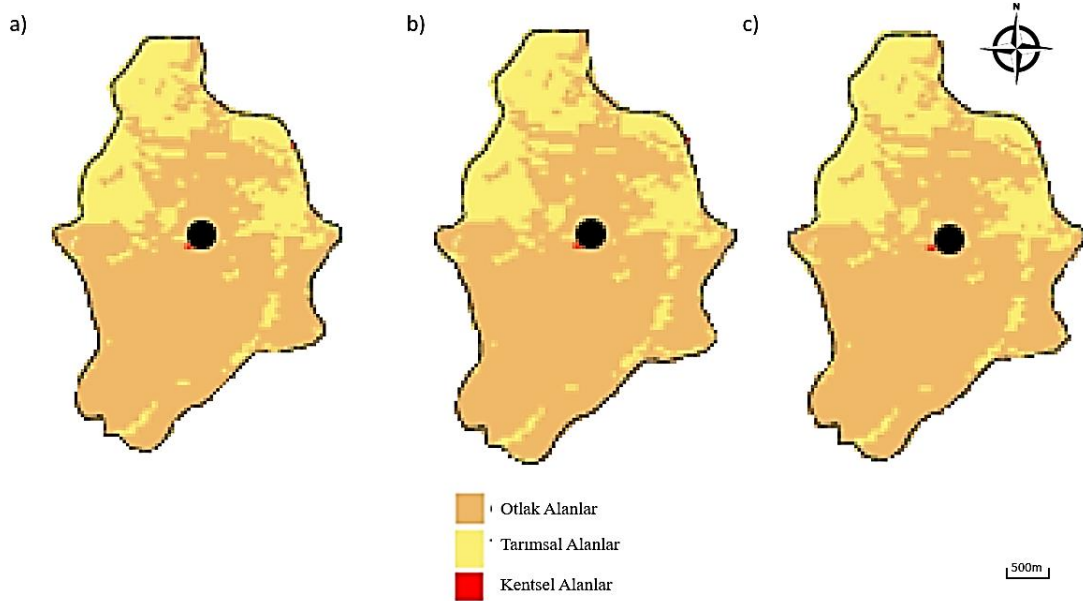


Şekil 3.19: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Haymana AKAÖ haritaları

Çizelge 3.6: CORINE, Haymana Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

	2006	2012	2018
Yapay Bölgeler (1)	1.16	1.21	1.21
Tarımsal Alanlar (2)	72.95	73.02	73.01
Orman ve Yarı Doğal Alanlar (3)	25.59	25.47	25.45
Sulak Alanlar (4)	0.26	0.25	0.25
Su Kütleleri (5)	0.05	0.06	0.08

Şekil 3.20 'de gösterildiği gibi MODIS arazi örtüsü incelenen bölgeyi 3 farklı sınıfa ayırmıştır. İncelenen koordinata ait alanın %80 'inden fazlasını otlak araziler oluşturmaktadır. Arazi dağılımları Çizelge 3.7' de gösterildiği gibi 2006-2018 yılları arası otlak araziler % 0.03 oranında azalmıştır. Tarımsal araziler de %0.16 azalmıştır. Buna rağmen, kentleşme süreci yıllar içinde devam etmiştir ve kentsel alanlar % 4.6 oranında artmıştır.



Şekil 3.20: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Haymana AKAÖ haritaları

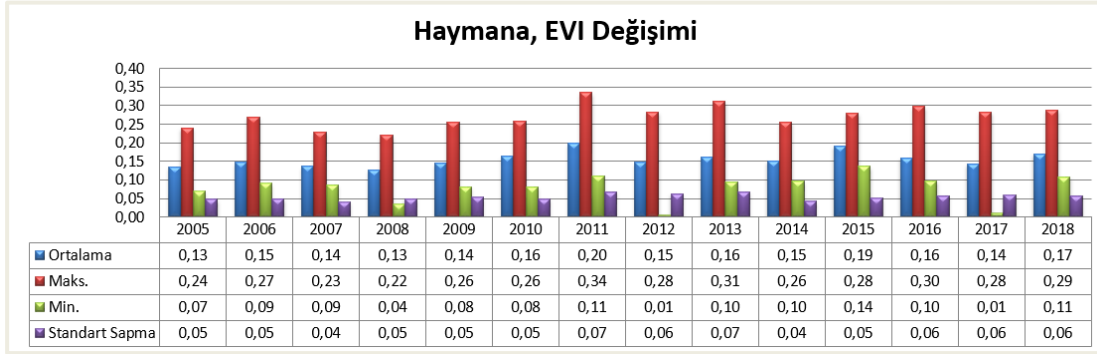
Kaynak: Url-6

Çizelge3.7: MODIS Haymana Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

	2006	2012	2018
Otlak Alanlar	80.48	80.46	80.45
Tarımsal Alanlar	18.24	18.21	18.21
Kentsel Alanlar	1.28	1.33	1.34

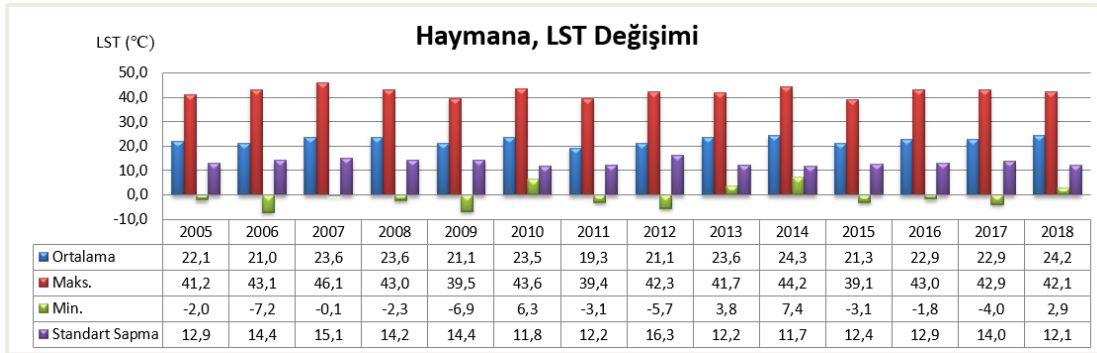
Bölgenin karakteristiğini anlamamıza yardımcı olan EVI ve LST verilerinin, yıllar içindeki değişimleri Şekil 3.21 ve Şekil 3.22 verilmiştir. Haymana EVI

verileri 2011 yılı ortalaması 0.20 ile tüm dönemlerin en yüksek değeridir. 2011 yılında 2018 yılına kadar %15 azalmıştır.



Şekil 3.21: MODIS, 2005-2018 Haymana EVI değişimi

Şekil 3.22’de gösterildiği üzere LST verisi 2014 yılında 24.3 °C ölçülmüştür. Bu değer 2005-2018 yılları arasındaki en yüksek LST değeridir. 2018 yılında ise tekrar yükselmiş, 24.2 °C ölçülmüştür.



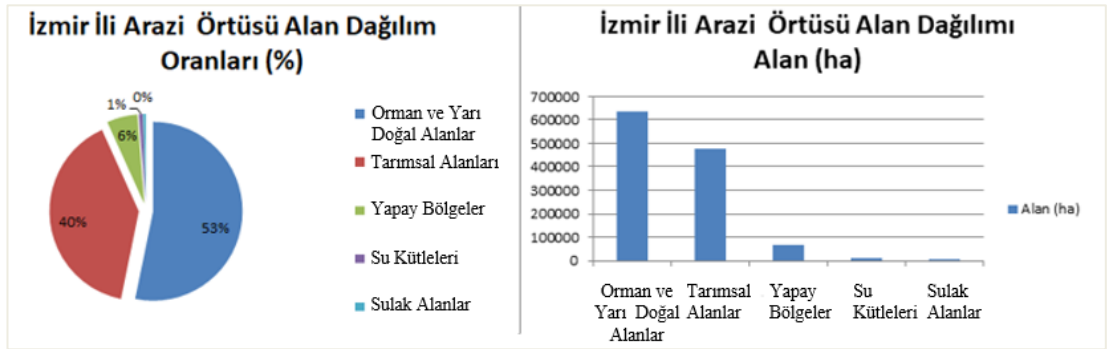
Şekil 3.22: MODIS, 2005-2018 Haymana LST değişimi

3.3 İzmir

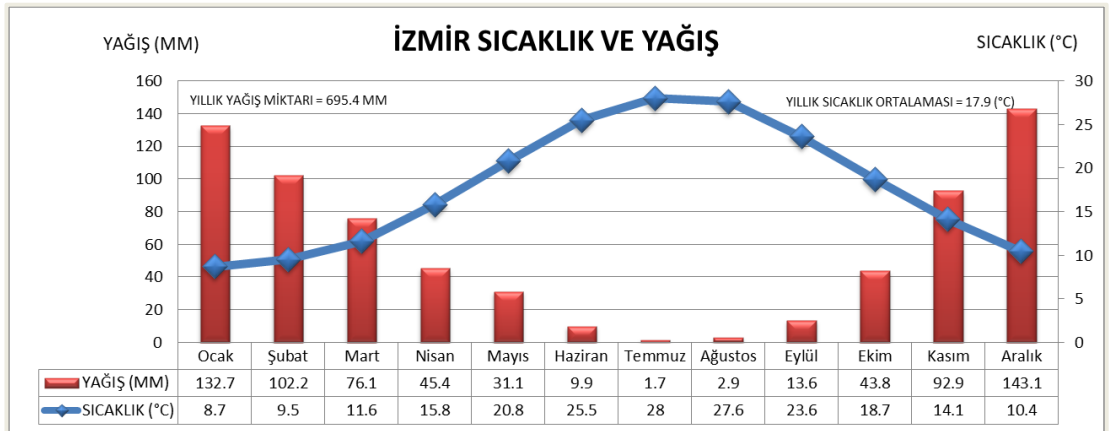
İzmir kenti, Ege Bölgesi sınırları içinde yer alan bir ildir. İzmir, Ege kıyılarının ortasında kuzeyinde Balıkesir, doğusunda Manisa, güneyinde Aydın, batısında Ege denizi olan Türkiye’nin üçüncü büyük kentidir. İzmir nüfusu bir önceki yıla göre %0.95 artış göstererek 4.320.519 olarak belirlenmiştir (Url-5). İzmir ili 38,4237 enlemleri ve 27,1428 boylamları arasındadır. En önemli akarsuları Gediz Nehri’ nin aşağı çığırı ile Küçük Menderes Nehri’dir. Ege kıyılarının girintili ve çıkıntılı olması, sayısız güzellikte koy ve plajların oluşumuna neden olmuştur. Coğrafyası ve iklimi sebebiyle her yıl birçok yerli ve yabancı turist tarafından ziyaret edilmektedir.

Yüzölçümü 12. 007 kilometrekaredir. Kentin yüz ölçümünün yaklaşık %60 'sini dağlık alanlar, %22 'ini ovalar, %18 'sini platolar oluşturmaktadır. Yaygın bitki örtüsünü geniş, sert ve iğne yapraklı, sürekli yeşil kalan, kuraklığa dayanıklı ağaç ve çalılar oluşturur. Kızılçamlar, fıstıkçami ve selvi yaygın olan bitki türleridir. Kentin 500-800 m'ye dek olan kesimleri makilik alanlardır (Url-8). Kente ait arazi kullanım grafiği Şekil 3.23 'de verilmiştir.

Akdeniz iklim kuşağında yer alan İzmir' de, yaz aylarını sıcak ve kurak, kışları aylarını ise ılık ve yağışlı geçirmektedir. MGM verilerine göre 1938 ve 2018 yılları arası İzmir ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 17.9°C olarak ölçülmüştür. Temmuz veya Ağustos yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 8.7°C olup yılın en düşük ortalamasıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 695.4 mm'dir. İzmir ili için 1938 ve 2018 sıcaklık ve yağış ortalaması Şekil 3.24' de verilmiştir (Url-2). Bu tez çalışmasında araştırma bölgesi olarak İzmir'in Seferihisar ilçesi seçilmiştir.



Şekil 3.23: CORINE, 2018 yılına ait İzmir AKAÖ oranları

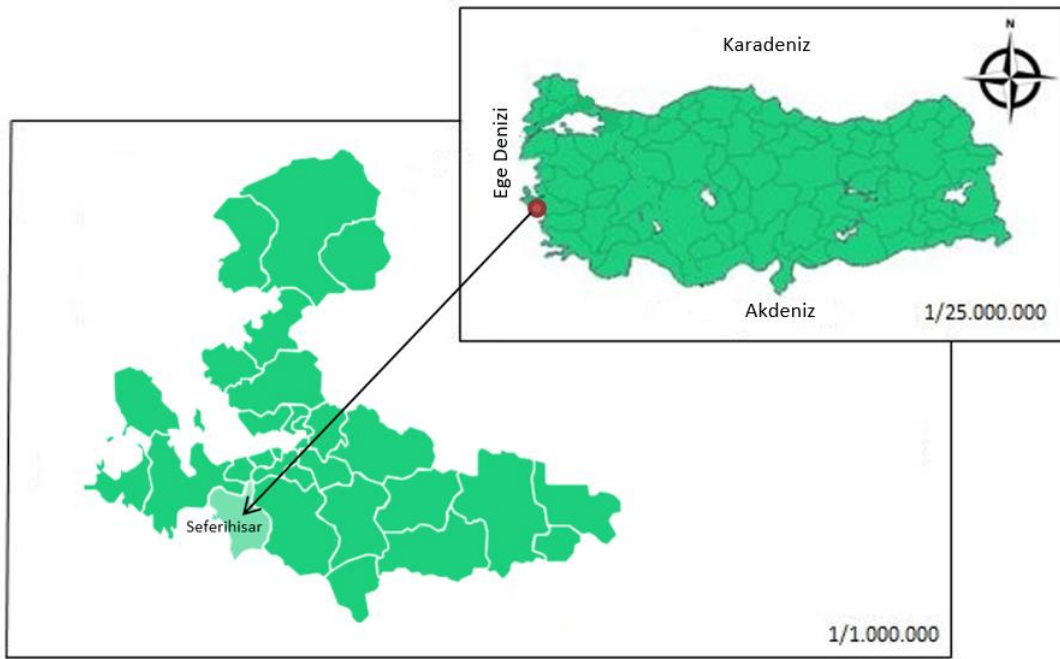


Şekil 3.24: 1938-2018 İzmir sıcaklık ve yağış grafiği

Kaynak: Url-2

3.3.1 Seferihisar ilçesi genel özellikleri

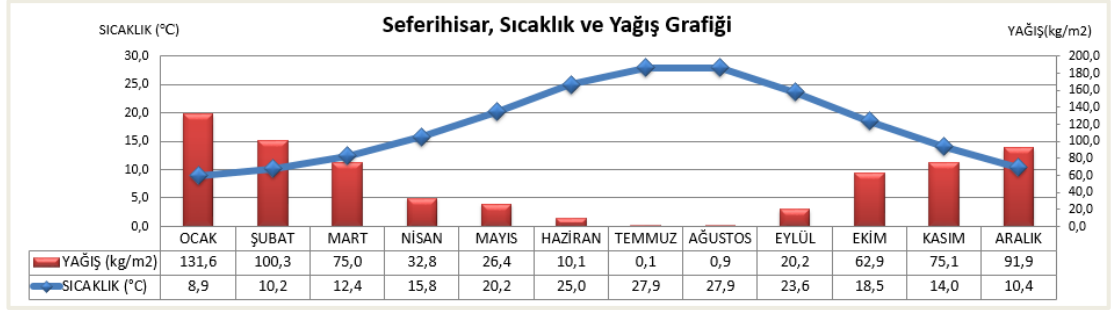
Türkiye’ nin batısında Ege bölgesinde yer alan Seferihisar ilçesinin Ege denizine kıyısı vardır. İlçe merkezi denizden 5 km içeride bulunmaktadır. Seferihisar Ege denizine uzanan en büyük yarımada konumundaki Urla ilçesinin güneydoğu kıyısındadır. Yüz ölçümü 386 km² dir. İzmir Seferihisar için coğrafi konum yer koordinatları; Enlem: 38,1990 Boylam: 26,8350 ‘dır. Coğrafi konumu Şekil 3.25 ‘de verilmiştir.



Şekil 3.25: Seferihisar lokasyon haritası

Kaynak: Url-2

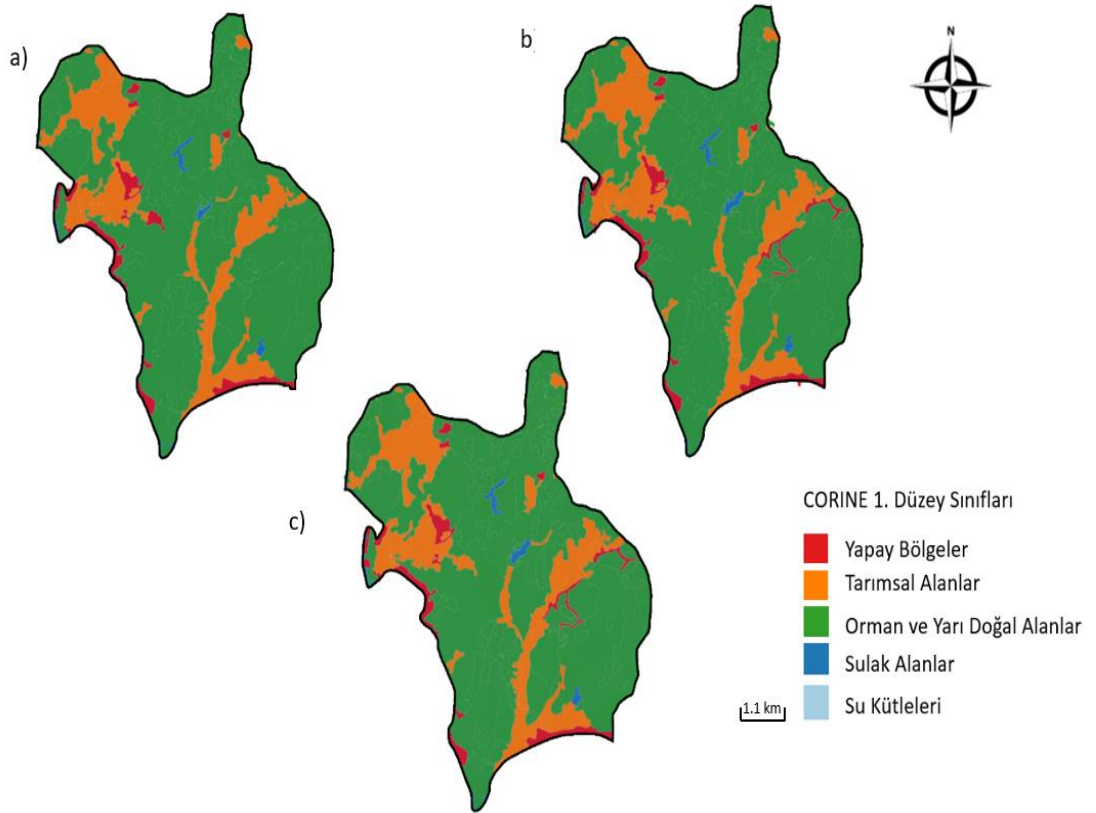
Seferihisar 2018 yılında nüfus artış hızı %6.77 en yüksek ilçeler arasındadır (Ünal,2020). Toplam nüfusu 2018 yılında 43.546 dir. Seferihisar’ da yüksek alanlar çok az olduğu için yükselti ve rölyefin iklim üzerindeki etkisi pek yoktur. İklimde en çok etki eden faktör denizdir. Denize yakınlık başta hava sıcaklığı, nem yağış üzerinde etkilidir. Seferihisar’ da yıllık ortalama sıcaklık 16.4 °C civarlarında seyrederek. Aylara göre en düşük sıcaklık Ocak ayında ortalama 4.2°C dir. En yüksek sıcaklık ise Temmuz ayında ortalama 35.2°C’dir. Seferihisar’ da yıllık ortalama yağış miktarı 588.1kg/m² ‘dir. En yüksek yağış miktarı kış aylarında görülür. En yağışlı ay Aralık ayıdır (144 kg/m²). En az yağış ise Temmuz ayında görülür (1 kg/m²). 2005-2018 yılları arasında sıcaklık ve yağış bilgilerini Şekil 3.26’ da verilmiştir.



Şekil 3.26: 2005-2018 Seferihisar sıcaklık ve yağış grafiği

Kaynak: MGM

Yılın dört ayında (Haziran-Temmuz-Ağustos-Eylül) sıcaklıklar 20°C üzerinde seyrettiği için Akdeniz termik rejim bölgesinde olduğu söylenebilir (Soykan ve Emekli, 2004). Seferihisar bitki toplulukları Maki ve Orman topluluğu olmak üzere iki ana formasyonda görülür. İlçedeki ormanlar, kıydan içeriye doğru iç kısımlarında artan yükseltiyle birlikte yoğunlaşmaktadır. Kıyılarda da orman toplulukları görülmektedir. CORINE üzerinden elde edilen ilçeye ait arazi örtüsü/ kullanımı haritası ve oranlar Şekil 3.27 ve Çizelge 3.8’ de verilmiştir.

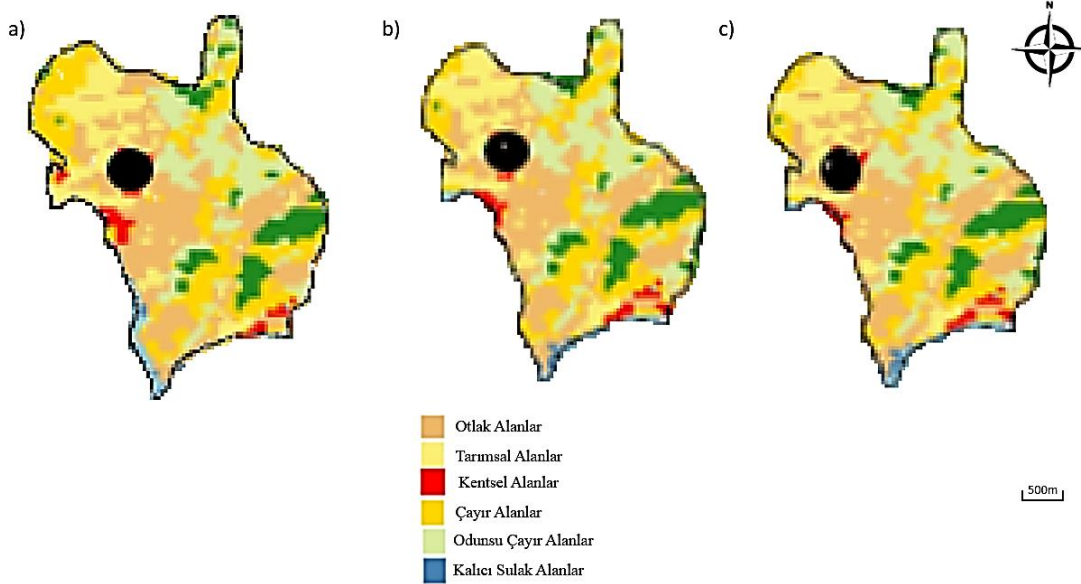


Şekil 3.27: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Seferihisar AKAÖ haritaları

Çizelge 3.8: CORINE, Seferihisar Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

	2006	2012	2018
Yapay Bölgeler (1)	3.59	4.06	4.14
Tarımsal Alanlar (2)	18.57	18.85	18.85
Orman ve Yarı Doğal Alanlar (3)	77	76.15	76.07
Su Kütleleri (5)	0.83	0.94	0.94

CORINE incelenen bölgeyi 4 sınıfa ayırmıştır. Tabloda 2006 yılında 2018 yılına kadar yapay bölgelerin %15.32 artmıştır. Buna rağmen, tarımsal alanlarda %1.50 artış görülmektedir. 2006 yılında %77 olan orman ve yarı doğal alanlar 2018 yılında %1.20 azalmıştır. Karasal suları ve deniz sularını kapsayan su kütleleri de 2006 yılında 2018 yılına kadar %13.25 artış göstermiştir. İnceleme bölgesi için MODIS arazi örtüsü/kullanımı ile ilişkin harita ve oranlar Şekil 3.28 ve Çizelge 3.9’ de verilmiştir. MODIS koordinat verisine göre bölgeyi 6 sınıfa ayırmıştır.



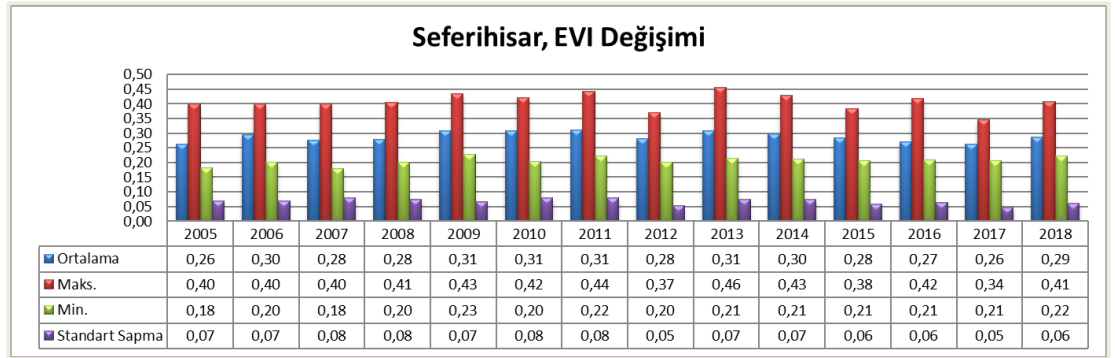
Şekil 3.28: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Seferihisar AKAÖ haritaları

Kaynak: Url-6

Çizelge 3.9: MODIS, Seferihisar Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

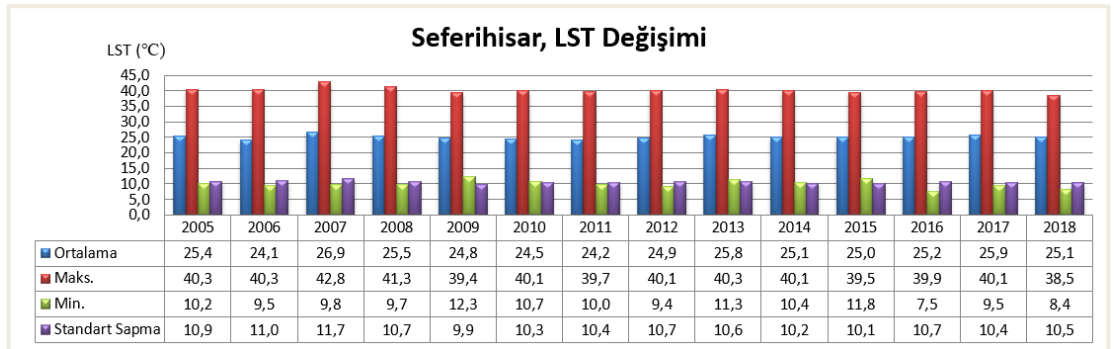
	2006	2012	2018
Otlak Alanlar	27.92	28.10	28.16
Tarımsal Alanlar	32.04	32.12	32.16
Kentsel Alanlar	10.14	10.20	11.54
Çayır Alanlar	25	24.78	24.34
Odunsu Çayır Alanlar	4.60	4.50	3.48
Kalıcı Sulak Alanlar	0.30	0.30	0.32

Çizelge 3.9 'da gösterildiği gibi, 2006 yılından 2018 yılına kadar kentsel alanlarda %0.98 artış görülmektedir. Otlak arazilerde de 2018 yılına kadar %0.85 oranında artış tespit edilmiştir. 2018 yılına kadar tarımsal araziler ve kalıcı sulak alanlar sırasıyla %0.37 ve %6.66 oranında artmıştır. 2006-2018 yılları arası odunsu çayır alanlar ve çayır alanlar olarak tanımladığı alanlarda sırasıyla %2.60 ve %1.44 oranında azalış gözlemlenmiştir. Seferihisar bölgesi yıllara göre vejetasyon değişiminin incelenmesi arazi örtüsü/ arazi kullanımı verilerinin yorumlanması içinde önemli bir veri kaynağıdır. Seferihisar, EVI değeri 2009-2010 ve 2011 yıllarında 0.31 ile en yüksek değerine ulaşmıştır. 2018 yılında ise bu değer 0.29 olarak ölçülmüştür (Şekil 3.29).



Şekil 3.29: MODIS, 2005-2018 Seferihisar EVI değişimi

EVI değerlerinin yüksek olduğu yıllarda LST değerleri nispeten düşüktür (Şekil 3.30). 2018 yılında LST değeri 25.1 °C olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.30: MODIS, 2005-2018 Seferihisar LST değişimi

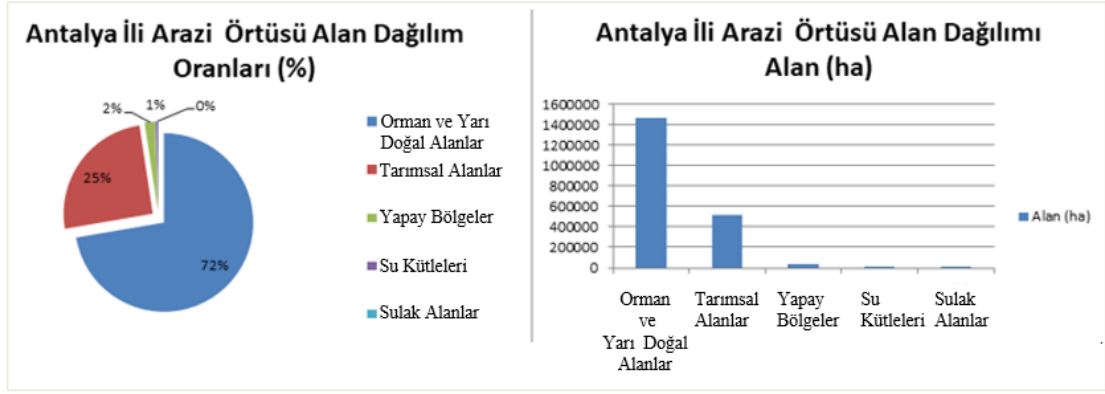
3.4 Antalya

Antalya kenti, Akdeniz Bölgesi sınırları içinde, Türkiye'nin güneybatısında yer alan bir ildir. Antalya'nın il sınırlarını Toros Dağları belirlemiş olup, kent kuzeyinde denize Burdur ve Isparta, güneyinde Akdeniz, doğusunda İçel, Konya

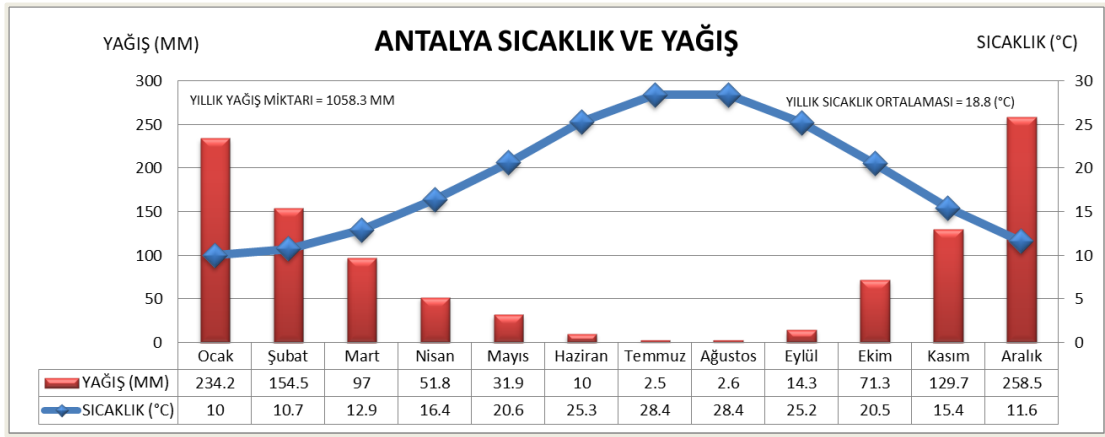
ve Karaman, batısında Muğla illeri ile komşudur. 2018 verilerine Türkiye'nin nüfus yoğunluğu en fazla olan beşinci kentidir. Antalya nüfusu bir önceki yıla göre %2.62 artış göstererek 2.426.356 olarak belirlenmiştir (Url-5). Antalya ili 36,8969 enlemleri ve 30,7133 boylamları arasındadır. İl sınırları içinde Manavgat Irmağı, Köprüçay, Eşençay belli başlı akarsulardandır. Kent üç tarafı dağlarla çevrilidir. Beydağı ve Akdağ en yüksek dağlarındandır. Antalya coğrafi yapısı itibari ile dağcılık, mağaracılık ve doğa yürüyüşüne gibi aktivitelere uygun olduğu için yerli ve yabancı turistlerin kente ilgisi büyüktür. Yörenin bitki örtüsünü oluşturan maki türleri Toroslar'ın etekleri boyunca ve yamaçlarında 300m'ye kadar görülürler. Bu türler arasında ladin, katran ardıcı, mersin ve kocayemiş sayılabilir (Url-8).

İlin yüzölçümü 20.815 km² kadardır. Bu Türkiye yüzölçümünün %2.6'sı kadarına karşılık gelir. Antalya ilinin ortalama olarak %77.8'i dağlık, %10.2'si ova, %12'si ise engebeldir. Bitki örtüsünü maki türleri oluşturur. Ladin, katran ardıcı, mersin ve kocayemiş bu türlere örnek olarak sayılabilir. Torosların 300 m'ye dek olan kesimleri makilik alanlardır (Url-8). Kente ait arazi kullanım grafiği Şekil 3.31 'de verilmiştir.

Antalya ili topografik yönden gösterdiği değişikliğin etkisiyle iki değişik iklim özelliğine sahiptir. Sahil bölgesinde Akdeniz iklimi hâkimdir; Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Yukarıdaki dağlık bölgede ise Akdeniz iklimi ile İç Anadolu iklimi arasında geçiş teşkil eden kara iklimi hâkimdir. MGM verilerine göre 1930 ve 2018 yılları arası Antalya ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 18.8°C olarak ölçülmüştür. Temmuz veya Ağustos yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 10.0°C olup yılın en düşük ortalamasıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 1058.3 mm'dir. Antalya ili için 1930 ve 2018 sıcaklık ve yağış ortalaması Şekil 3.32' de verilmiştir (Url-2). Bu tez çalışmasında araştırma bölgesi olarak Antalya'nın Alanya ilçesi seçilmiştir.



Şekil 3.31: CORINE, 2018 yılına ait Antalya AKAÖ oranları

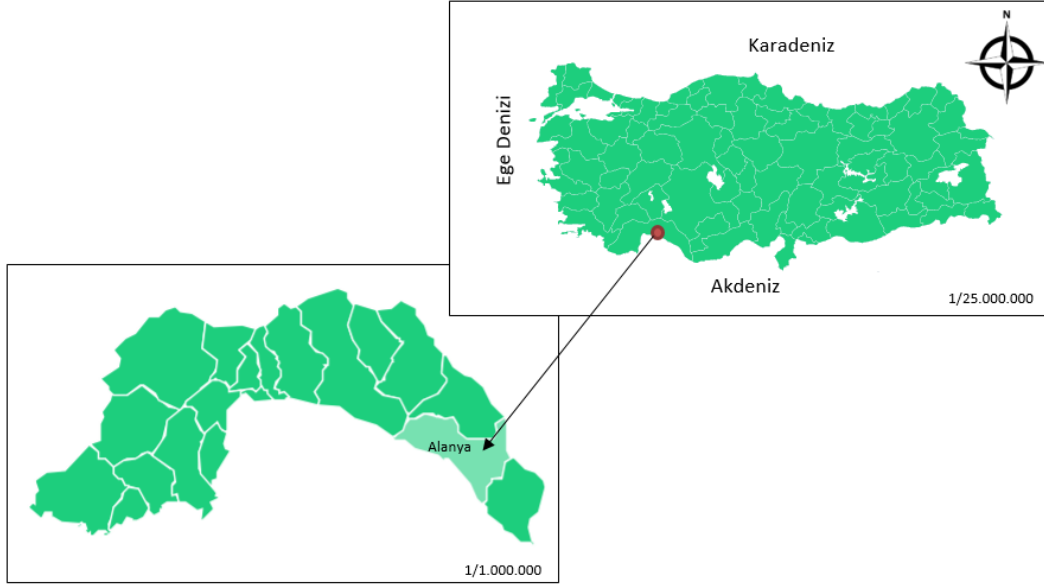


Şekil 3.32: 1930-2018 Antalya sıcaklık ve yağış grafiği

Kaynak: Url-2

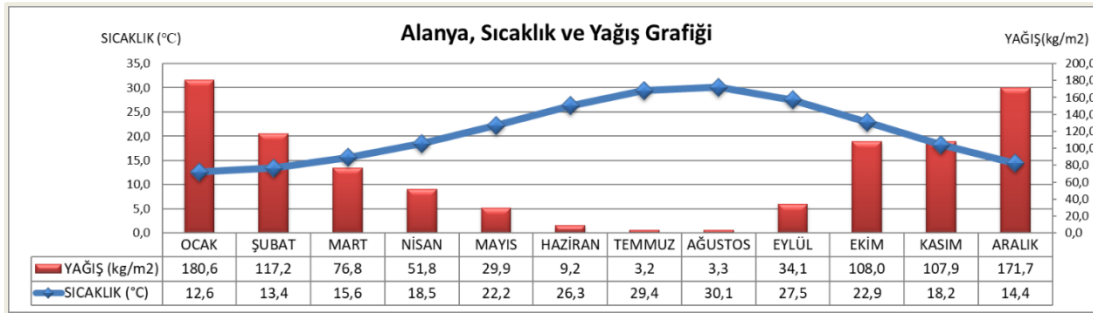
3.4.1 Alanya ilçesi genel özellikleri

Antalya'nın ilçelerinden biri olan Alanya, Akdeniz Bölgesinde yer almaktadır. Antalya'nın doğusunda yer alan Alanya, şehir merkezine 135 km uzaklıktadır. İlçenin batısında Manavgat, kuzeyinde Gündoğmuş, doğusunda Gazipaşa illeriyle, güneyinde ise Akdeniz ile çevrilidir (Dinç, 2020). Yüzölçümü 1582 Km²'dir. Alanya için coğrafi konum yer koordinatları; Enlem: 36,5507 Boylam: 31,9803 'dır. Lokasyon haritası Şekil 3.33 'de verilmiştir. TÜİK rakamlarına göre 2018 yılında 312 bin 319 olan Alanya nüfusu % 4,8 artışla 327 bin 503'e yükselmiştir (Url-5).



Şekil 3.33: Alanya lokasyon haritası

Alanya’ da Akdeniz iklimi hâkimdir. 2005- 2018 MGM verilerine göre ortalama yıllık sıcaklık 19.5 °C civarındadır. Yılın en sıcak ayı olan Ağustos ayında yıllık ortalama sıcaklık 30°C’ dir. Ocak ayında yıllık ortalama sıcaklık 12,6°C olup yılın en soğuk ayıdır. Alanya’ nın kış aylarında sıcaklığının 11°C ‘nin altına düşmemesi, kış mevsiminin ılık geçmesini sağlamaktadır. Alanya’da aylık ortalama yağış değerlerinin toplamı 893.7 kg/m²’ dir (Şekil 34).

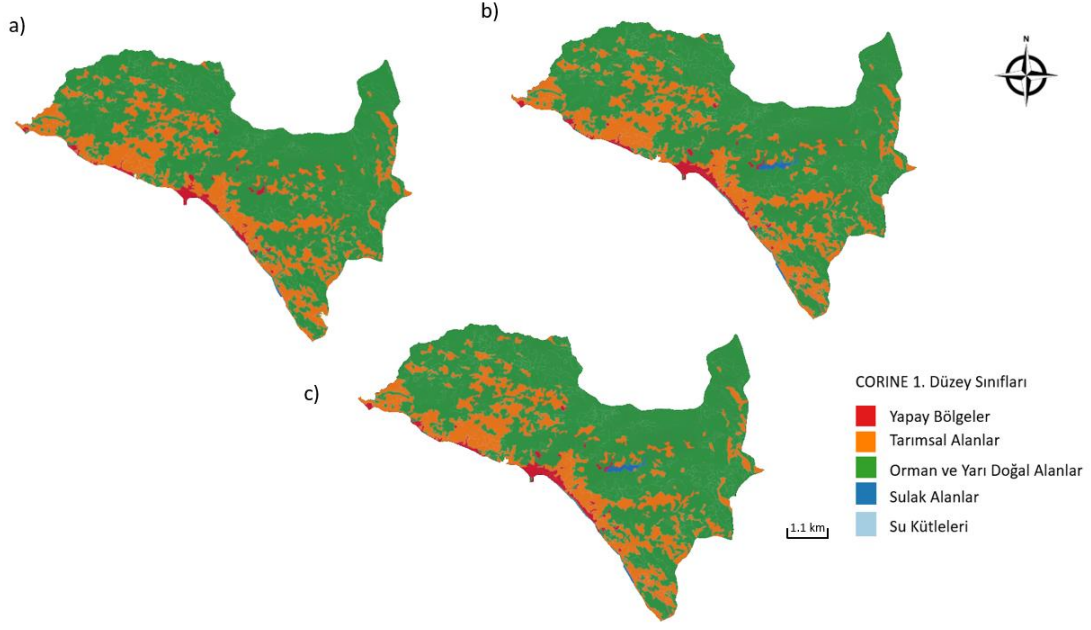


Şekil 3.34: 2005-2018 yılları arasında Alanya sıcaklık ve yağış grafiği

Kaynak: Url-2

CORINE arazi örtüsü/ kullanımı sınıflandırması Şekil 3.35’de verilmiştir. Alanya, gerek iklimi gerek konumu itibarı ile Akdeniz bölgesinin en verimli topraklarına sahip bir yöresidir. Bu nedenle de yetişen bitki türleri çeşitlilik göstermektedir. Alanya ilinde bulunan ormanlar, ülke ormanlarının % 0.5 ‘ini oluşturmaktadır. Her yıl 750 hektarlık alan ağaçlandırılmaktadır. Dağların bazı

kısımları makilerle kaplıdır. Yüksek kesimlerinde karaçam ve sedir ormanları mevcutken, sahil kesimlerinde kızılçam ormanları vardır. Genel olarak kızılçam, karaçam, sedir, meşe, köknar, ardıç, çınar ve kızılağaç bulunan orman alanlarında kavak, ıhlamur, kestane, fındık gibi orman ürünleri ile bitki örtüsünü oluşturmaktadır (Url-9).



Şekil 3.35: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Alanya AKAÖ haritaları

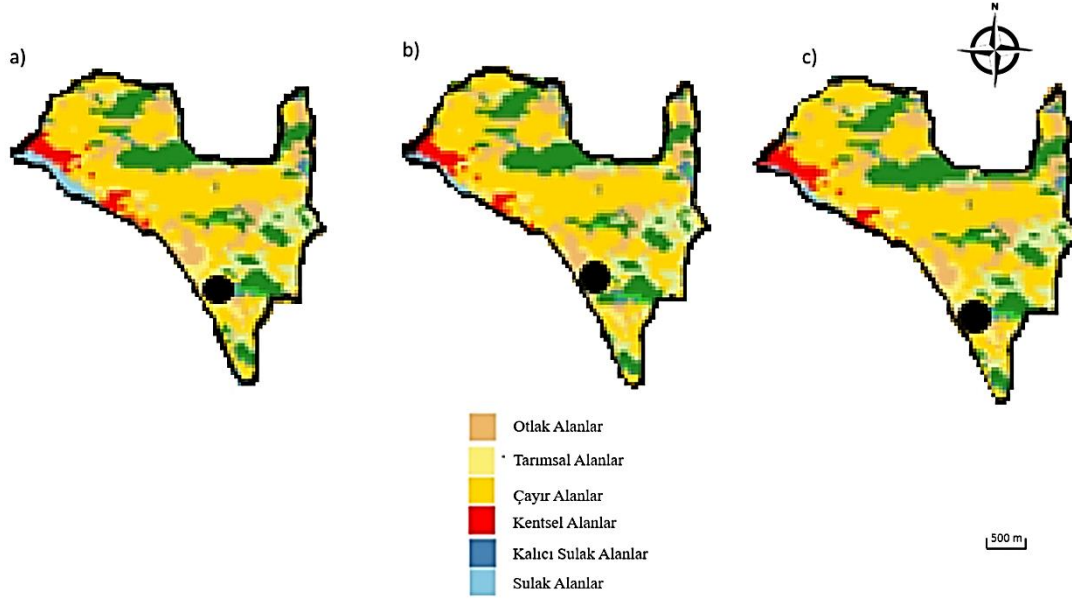
CORINE verilerine göre orman ve yarı doğal alanlar 2006 yılından 2012 yılına kadar % 0.47 artmıştır.2018 yılında ise %0.04 azalma gözlemlenmiştir. Su kütleleri de 2006 yılında 2018 yılına kadar %71.73 artmıştır. Buna rağmen bölgedeki kentleşme artmış, yapay bölgeler de 2018 yılına kadar %17.67 artış olmuştur. Ayrıca tarımsal alanlar da 2018 yılına kadar % 3.7 azalma gerçekleşmiştir (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10: CORINE, Alanya Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

	2006	2012	2018
Yapay Bölgeler (1)	1.98	2.22	2.33
Tarımsal Alanlar (2)	26.24	25.34	25.25
Orman ve Yarı Doğal Alanlar (3)	71.32	71.66	71.63
Su Kütleleri (5)	0.46	0.79	0.79

MODIS üzerinde elde ettiğimiz arazi örtüsü/ sınıflandırması, göre seçilen koordinata göre 6 sınıfa ayırmıştır (Şekil 3.36). Koordinat bilgilerine göre otlak araziler, tarımsal ve çayır alanlar 2006-2018 yılları arasında azalmıştır. Buna

rağmen kentsel alanlar %7.14 oranında artmıştır. İlâveten, sulak alanlar da %3.5 artmıştır (Çizelge 3.11).



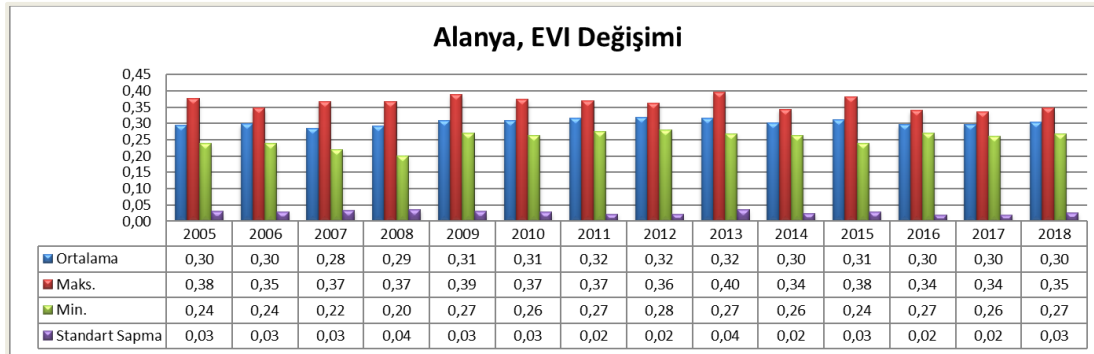
Şekil 3.36: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Alanya AKAÖ haritaları

Kaynak: Url-6

Çizelge 3.11: MODIS, Alanya Arazi Kullanımı/ Arazi Örtüsü değışim oranları

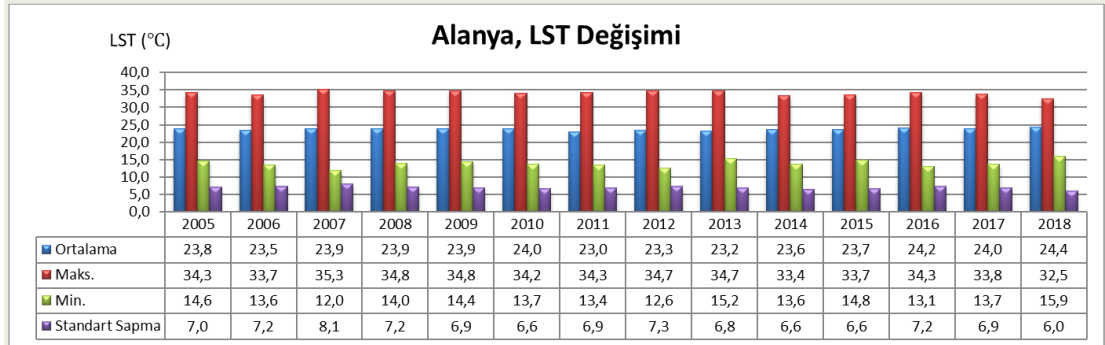
	2006	2012	2018
Otlak Alanlar	1.92	1.90	0.48
Tarımsal Alanlar	0.64	0.60	0.58
Çayır Alanlar	29.76	29.16	26.85
Kentsel Alanlar	26.88	27.50	31.20
Kalıcı Sulak Alanlar	38.24	38.24	38.24
Sulak Alanlar	2.56	2.60	2.65

Şekil 3.37' de verildiği üzere 2005- 2018 yılları arası en yüksek EVI değeri 2011,2012 ve 2013 yıllarında 0.32 olarak bulunmuştur. 2013 yılından sonra azalmaya başlayan EVI değeri 2018 yılında 0.30 bulunmuştur.



Şekil 3.37: MODIS, 2005-2018 Alanya EVI değışimi

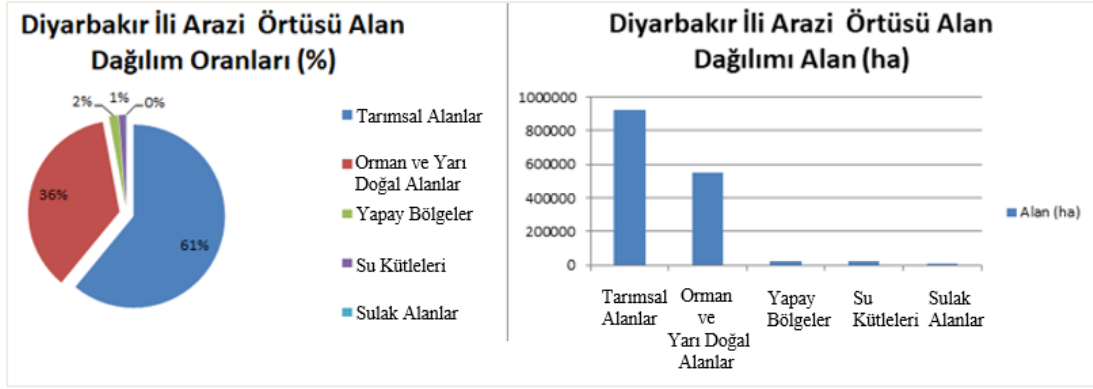
LST değişimde ise 2011, 2012 ve 2013 yıllarında diğer yıllara göre sıcaklığın düştüğü görölmektedir. 2015 yılından itibaren LST değerleri artmış 2018 yılında en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 3.38).



Şekil 3.38: MODIS, 2005-2018 Alanya LST değişimi

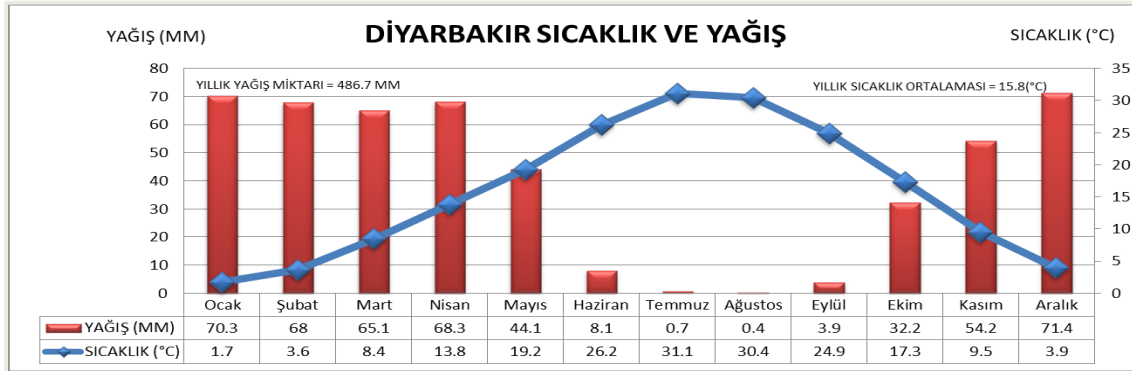
3.5 Diyarbakır

Diyarbakır kenti, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin orta kısmında yer alır, Mezopotamya' nın kuzeyindedir. Şehrin doğusunda Siirt ve Muş, kuzeyinde Elazığ ve Bingöl, güneyinde Mardin, batısında Urfa, Adıyaman ve Malatya illerine komşudur. 2018 verilerine göre Diyarbakır nüfusu bir önceki yıla göre %1.91 artış göstermiş ve tahmini verilere göre 1.749.720 olarak açıklanmıştır (Url-5). Diyarbakır ili 37.9250 enlemleri ve 40.2110 boylamları arasındadır. En önemli akarsuyu Dicle nehridir. Diyarbakır ilinin yüzölçümü 15.355 km² kadardır. Kentin %37 dağlar, % 30.6 ovalar, %2 yaylalar, %30.4 platolarla kaplıdır. Bitki örtüsü Güneydoğu Anadolu'nun doğal bitki örtüsü olan bozkırdır. Otsu bitkiler çoğunluktadır. Dağlar, yer yer meşe ormanlarıyla kaplıdır. İlde mazi meşesi meşe türleri arasında yaygın olarak rastlananıdır. Sulak yerlerde söğüt, çınar, ceviz, kavak ve menengiç ağaçları da görülür. Ormanlık alanlar il yüzeyinin yaklaşık olarak %1' kadardır (Url-8). Kente ait arazi kullanım grafiği Şekil 3.39 'de verilmiştir.



Şekil 3.39: CORINE, 2018 yılına ait Diyarbakır AKAÖ oranları

Diyarbakır’ da sert bir kara iklimi ve yarı kurak yayla iklimi hâkimdir. Yaz ayları çok sıcak geçmesine rağmen kış ayları Güneydoğu Torosların kuzeyden gelen soğuk rüzgârları kesmesiyle çok soğuk geçmez. MGM verilerine göre 1929 ve 2018 yılları arası Diyarbakır ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 15.8°C olarak ölçülmüştür. Temmuz veya Ağustos yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 1.7°C olup yılın en düşük ortalamasıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 486.7 mm’dir. Diyarbakır ili için 1929 ve 2018 sıcaklık ve yağış ortalaması Şekil 3.40’ de verilmiştir (Url-2). Bu tez çalışmasında araştırma bölgesi olarak Diyarbakır ilinin Çermik ilçesi seçilmiştir.

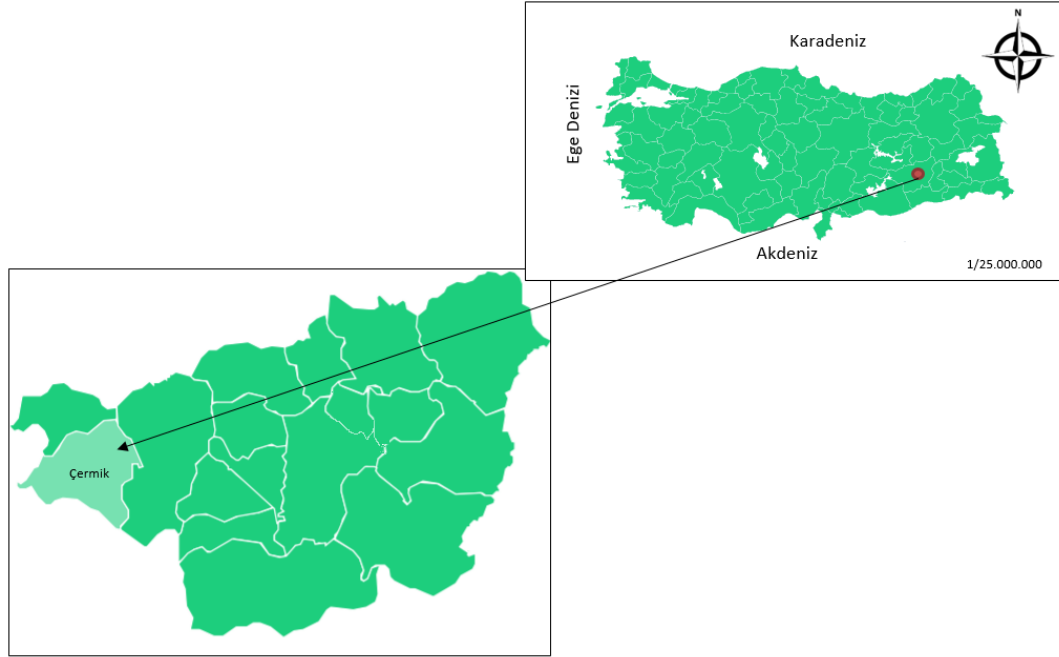


Şekil 3.40: 1929-2018 Diyarbakır sıcaklık ve yağış grafiği

3.5.1 Çermik ilçesi genel özellikleri

Diyarbakır’ a bağlı Çermik ilçesi Doğu Anadolu Bölgesinin "Yukarı Fırat Bölümünde" yer almaktadır. Diyarbakır'a bağlı 12 ilçeden biri olan Güneyde Şanlıurfa batıda ise Adıyaman illeriyle sınır komşusudur (Meşeli,2005). Yüzölçümü 1032 Km²'dir. Çermik için coğrafi konum yer koordinatları; Enlem: 38,1371 Boylam: 39,4644 'dır. Lokasyon haritası Şekil 3.41 'de verilmiştir.

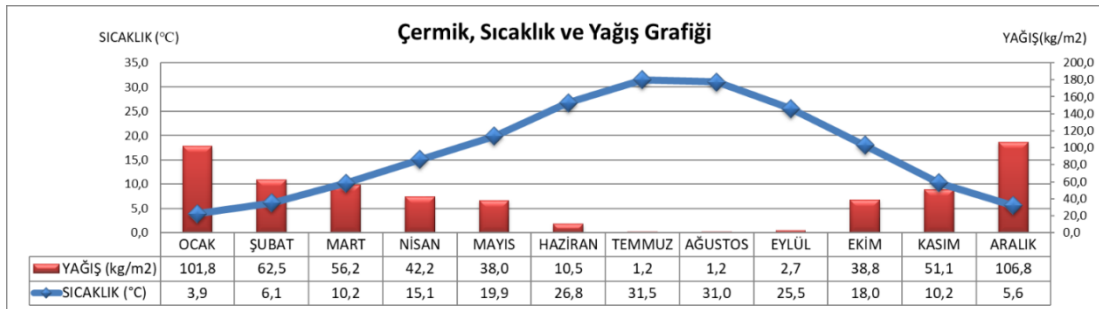
Diyarbakır Çermik nüfusu 2018 yılına göre 50.812 ve nüfus artış hızı oranı %0.15'dir (Url-5).



Şekil 3.41: Çermik lokasyon haritası

Kaynak: Url-2

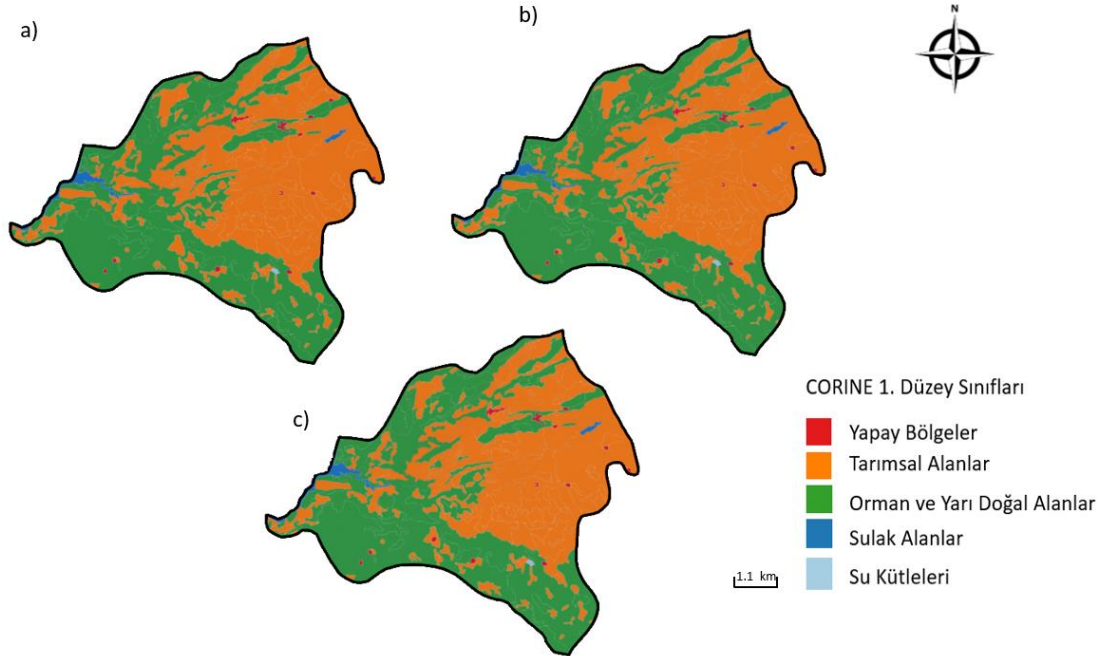
İlçede karasal iklim halindedir. Yaz ayları sıcak ve kuraktır, kış ayları ise soğuk ve az yağışlıdır. Yılın en soğuk olduğu Ocak ayı sıcaklık yaklaşık 3,9 °C civarındadır. Yılın en sıcak olduğu Temmuz ve Ağustos ayları sıcaklıklar 31°C' e yükselir. 2005-2018 yılları arası yıllık toplam yağış miktarı 513mm'dir. MGM verilerine göre sıcaklık ve yağış grafikleri Şekil 3.42' de verilmiştir.



Şekil 3.42: 2009-2018 Çermik sıcaklık ve yağış grafiği

Çermik ilçesinde dağlık alanlar fazlaca görülmekte olup, bazı dağlık alanlarının üst kesimleri plato özelliği göstermektedir (Durmuş, 2018). CORINE arazi dağılımına göre bölge 5 sınıfa ayırmıştır (Şekil 3.43). Arazi dağılım oranlarına

göre yapay bölgeler 2006-2018 yılları arasına %7.69 artmıştır. Tarımsal alanlar, orman ve yarı doğal alanlara nispeten korunmuştur. Orman ve yarı doğal alanlarda 2006-2012 yılları arası % 0.06 azalma görülmüştür ve 2018 yılına kadar değişiklik olmamıştır (Çizelge 3.12).

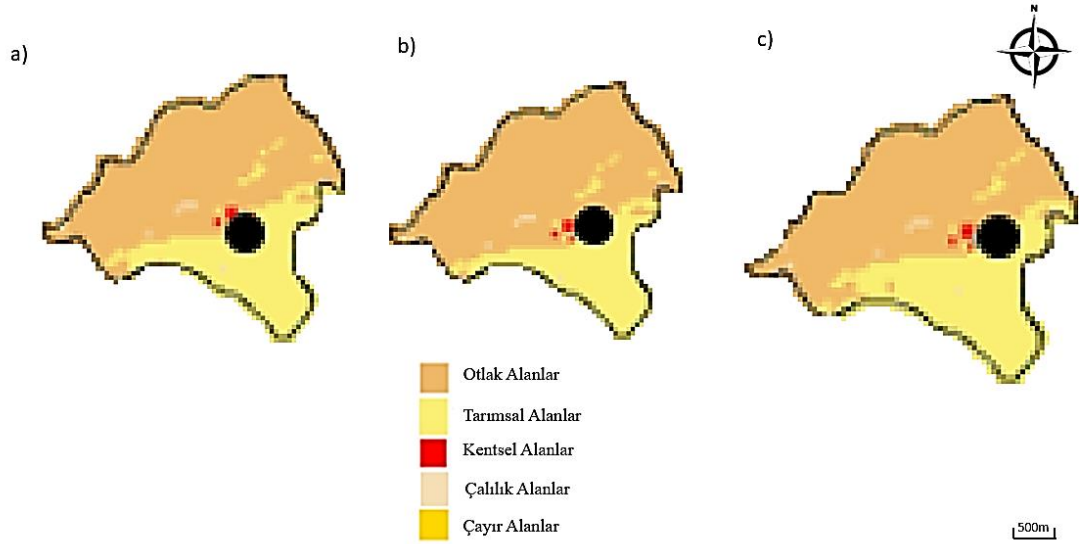


Şekil 3.43: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Çermik AKAÖ haritaları

Çizelge 3.12: CORINE, Çermik Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

	2006	2012	2018
Yapay Bölgeler (1)	0.52	0.56	0.56
Tarımsal Alanlar (2)	49.72	49.71	49.71
Orman ve Yarı Doğal Alanlar (3)	48.6	48.57	48.57
Sulak Alanlar (4)	0.05	0.05	0.05
Su Kütleleri (5)	1.12	1.12	1.12

MODIS arazi örtüsü türü sınıflandırma ürünü MCD12Q1, koordinat verilerine göre Çermik ilçesi için 5 farklı arazi yüzey örtüsü tanımlamıştır (Şekil 3.44). Arazi dağılım oranları incelendiğinde 2006-2018 yılları arasında otlak, tarımsal ve çalılık alanlarda değişiklik olmadığı görülmüştür. Çayır alanlar 2006 yılından 2018 yılına kadar %4.6 oranında azalmıştır. Buna karşın, kentsel alanlar %0,66 oranında artmıştır (Çizelge 3.13).

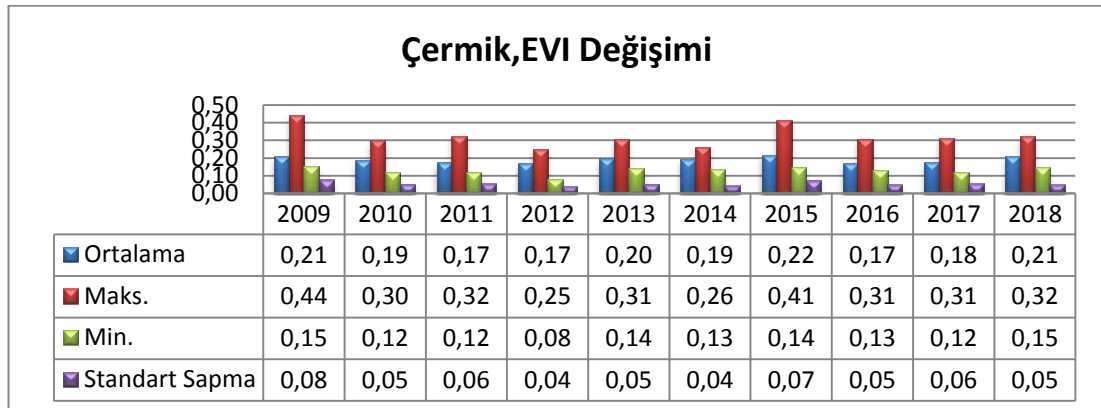


Şekil 3.44: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Çermik AKAÖ haritaları

Çizelge 3.13: MODIS, Çermik Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

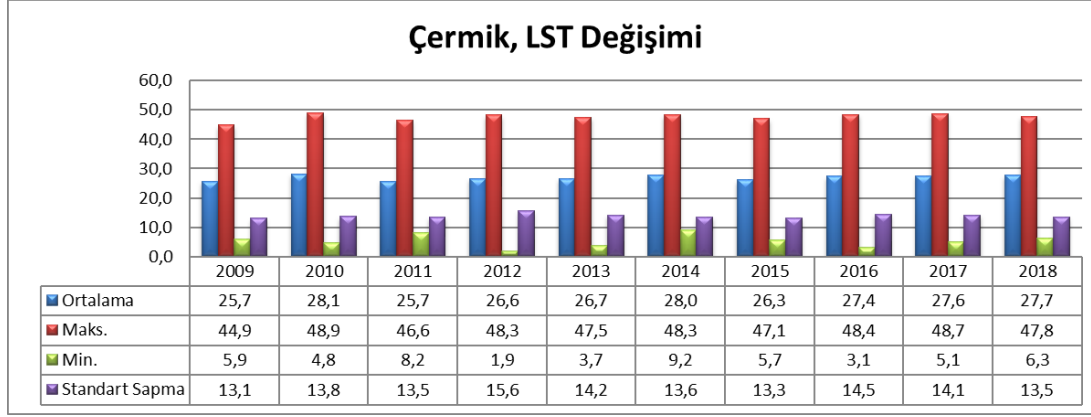
	2006	2012	2018
Otlak Alanlar	31.04	31.04	31.04
Tarımsal Alanlar	63.2	63.2	63.2
Kentsel Alanlar	4.48	4.5	4.51
Çalılık Alanlar	0.64	0.64	0.64
Çayır Alanlar	0.64	0.62	0.61

Tez kapsamında kullanılan EVI ve LST verileri Çermik ilçesi için 2009-2018 yılları arasında kapsamaktadır. 2009-2018 yılları arasında yıllık EVI ortalama değerlerine göre en düşük değer 2011 ve 2012 yıllarında 0.17 olarak ölçülmüştür. En yüksek değeri ise 2015 yılında 0.22 olarak ölçülmüştür (Şekil 3.45).



Şekil 3.45: MODIS, 2009-2018 Çermik EVI değişimi

LST değerlerinin 2015 -2018 yılları arasında artış eğiliminde olduğu görülmüştür. LST sıcaklık değerleri 27°C 'nin üzerinde seyretmiştir. 2017 ve 2018 yılında EVI değerindeki artışa rağmen LST değerlerinin artması da dikkat çekmektedir (Şekil 3.46).



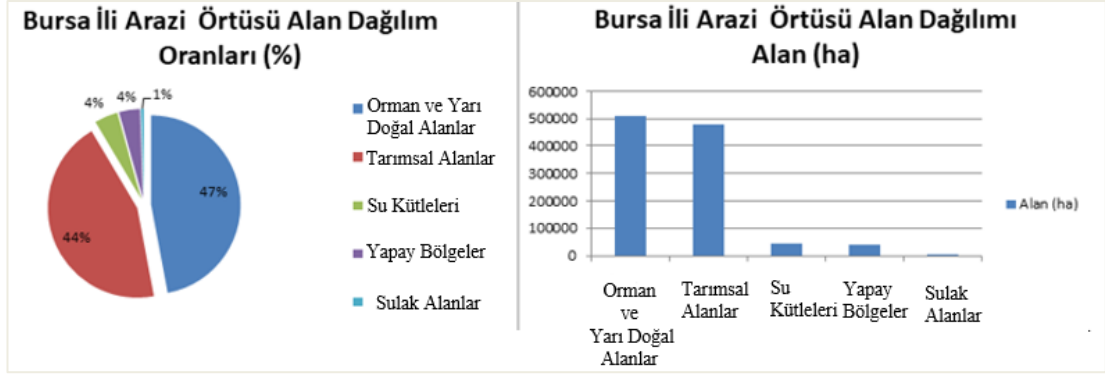
Şekil 3.46: MODIS, 2009-2018 Çermik LST değişimi

3.6 Bursa

Bursa ili, Marmara Denizi'nin güney doğusunda yer alır ve Marmara Denizi'ndeki kıyılarının uzunluğu 135 kilometredir. Doğusunda Bilecik, kuzeyinde İzmit, Yalova, İstanbul ve Kuzey Marmara Denizi, güneyinde Eskişehir, Kütahya ve batısında Balıkesir illeri ile komşudur. Nüfus sıralamasına göre Türkiye'nin dördüncü büyük şehridir. 2018 verilerine göre Bursa nüfusu bir önceki yıla göre %1.97 artış göstermiş ve tahmini verilere göre 2.994.521 olarak açıklanmıştır (Url-5). Bursa ili 40,1885 enlemleri ve 29,0610 boylamları arasındadır. Bursa Türkiye'nin sanayi bakımından gelişmiş en önemli illerindendir. Kentin en büyük yükseltisi olan Uludağ, kayak merkezi ve milli park olması özelliğiyle de her yıl pek çok yerli ve yabancı turist tarafından ziyaret edilmektedir. İznik Gölü ve Ulubat Gölü kentin en bilinen göllerindendir.

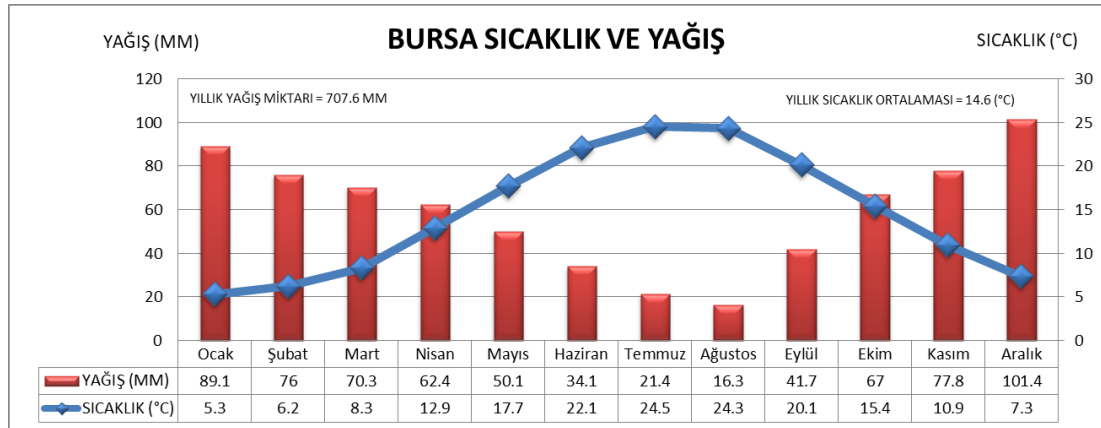
Bursa ilinin yüzölçümü 10.422 km² kadardır. Kentin %35'ni dağlık alanlar, %17'sini ovalar oluşturmaktadır. Bitki örtüsü açısından zengin bir il olan Bursa'nın yaklaşık %40 'ı ormanlarla kaplıdır. Şehrin güney kesimindeki ormanların tahrip edilmesi sonucu platolarda bitki örtüsü genellikle step(bozkır) görünümündedir. Marmara Bölgesine doğru maki ve zeytinlikler görülür. Şehrin alçak kesimlerindeki ormanlar daha çok gürgen, ıhlamur, kestane ve

kızılağaçlardan oluşur. Daha yüksek kesimlerindeki ormanlar kayın, meşe, göknar ve karaçamdan oluşur. Saf Uludağ göknar ormanları Uludağ'ın 1600 m'den daha yüksek kesimlerde yer alır (Url-8). Kente ait arazi kullanım grafiği Şekil 3.47 'de verilmiştir.

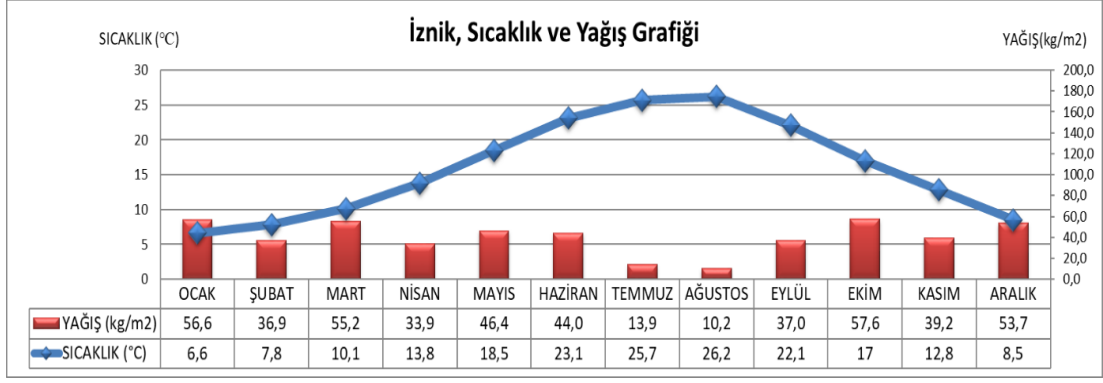


Şekil 3.47: CORINE, 2018 yılına ait Bursa AKAÖ oranları

Bursa'nın ılıman bir iklimi olmasına rağmen bölgesel olarak farklılık gösterir. Şehrin güney bölgelerinde Uludağ'ın sert iklimi görülür ve bol yağış alır. Kuzey bölgelerinde Marmara'nın yumuşak iklimi hüküm sürer. Bursa'da kış ayları genel olarak çok yağışlı, yaz ayları ise kuraklığa sebep olmayacak derecede yağışlı geçer. MGM verilerine göre 1928 ve 2018 yılları arası Bursa ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 14.6°C olarak ölçülmüştür. Temmuz veya Ağustos yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 5.3° olup yılın en düşük ortalamasıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 707.6 mm'dir. Bursa ili için 1928 ve 2018 sıcaklık ve yağış ortalaması Şekil 3.48' de verilmiştir (Url-2). Bu tez çalışmasında araştırma bölgesi olarak Bursa'nın İznik ilçesi seçilmiştir.

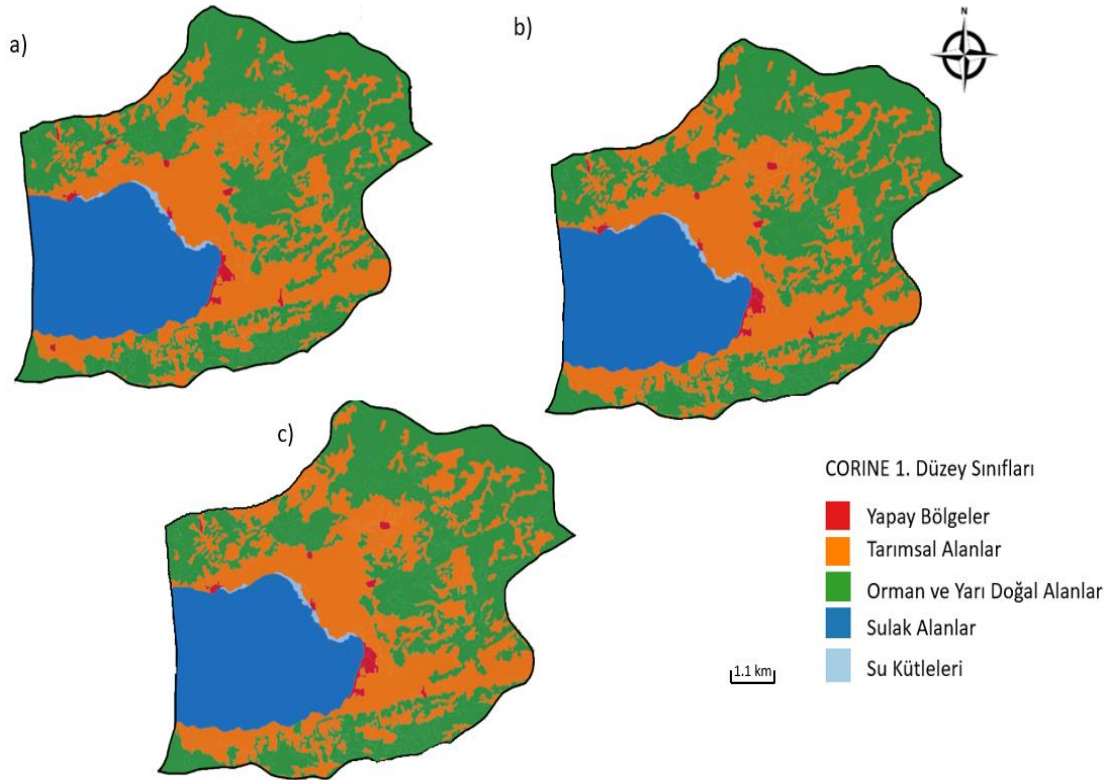


Şekil 3.48: 1928-2018 Bursa sıcaklık ve yağış grafiği



Şekil 3.50: İznik 2005- 2018 Aylara Göre Ortalama Sıcaklık ve Yağış Dağılımı

Bitki örtüsü bakımından çok zengin olan İznik, Akdeniz flora ile Paleoboreal Avrupa florasının temas alanında yer almaktadır. Yükseltiye bağlı olarak değişen yağış miktarı, bitki örtüsünün dağılışı üzerinde etkisi göstermektedir. Bölgeye orman, maki ve psödo maki bitki grubu hâkimdir. CORINE arazi sınıflandırma sistemine göre arazi 5 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 3.51). Bölgede 2006-2018 yılları arası yapay bölgeler %6.25 artmıştır. Tarımsal alanların %3.04 artmasına rağmen orman ve yarı doğal alanlar %2.67 azalmıştır (Çizelge 3.14).

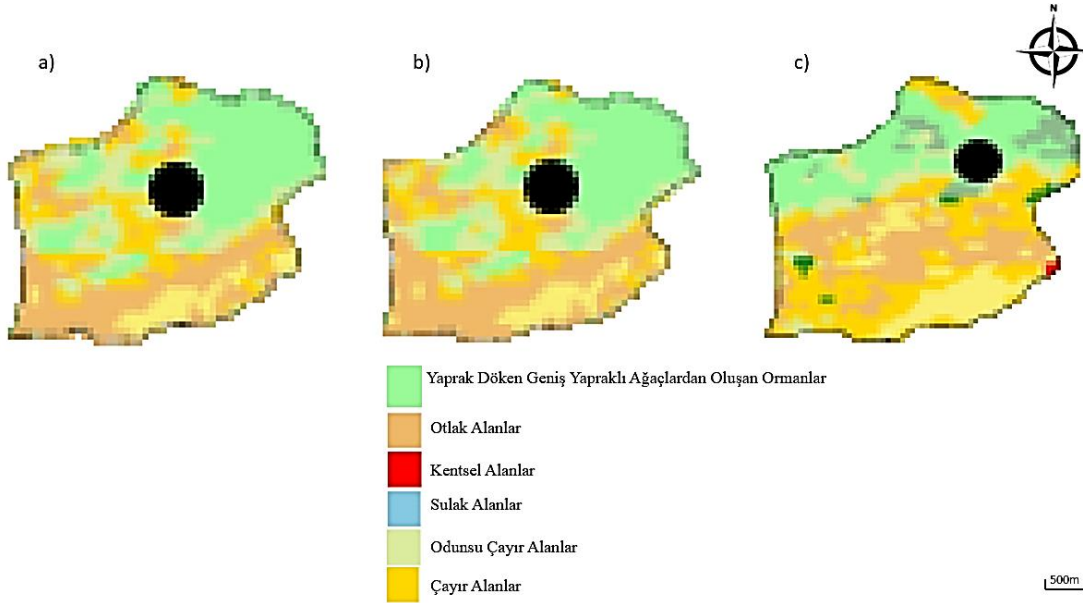


Şekil 3.51: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait İznik AKAÖ haritaları

Çizelge 3.14: CORINE, İznik Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

	2006	2012	2018
Yapay Bölgeler (1)	0.80	0.85	0.85
Tarımsal Alanlar (2)	35.52	36.60	36.60
Orman ve Yarı Doğal Alanlar (3)	42.58	41.44	41.44
Sulak Alanlar (4)	0.42	0.42	0.42
Su Kütleleri (5)	20.69	20.68	20.68

MODIS araziye 6 bölgeye sınıflandırmıştır (Şekil 3.52). MODIS verilerine göre yaprak dökmeyen iğne yapraklı ormanların 2006 yılından 2018 yılına kadar %14.66 azaldığı belirlenmiştir. 2006-2018 yılları arası odunsu çayır alanların %0.37 azalmıştır. Çayır alanların da 2018 yılına kadar %0.03 azaldığı tespit edilmiştir. Ancak, kentsel alanların %0.39 arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 3.15).



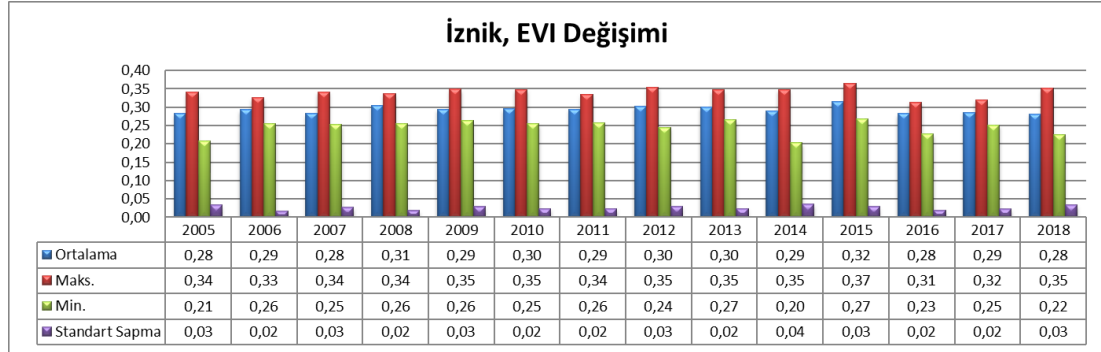
Şekil 3.52: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait İznik AKAÖ haritaları

Kaynak: Url-6

Çizelge 3.15: MODIS, İznik Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

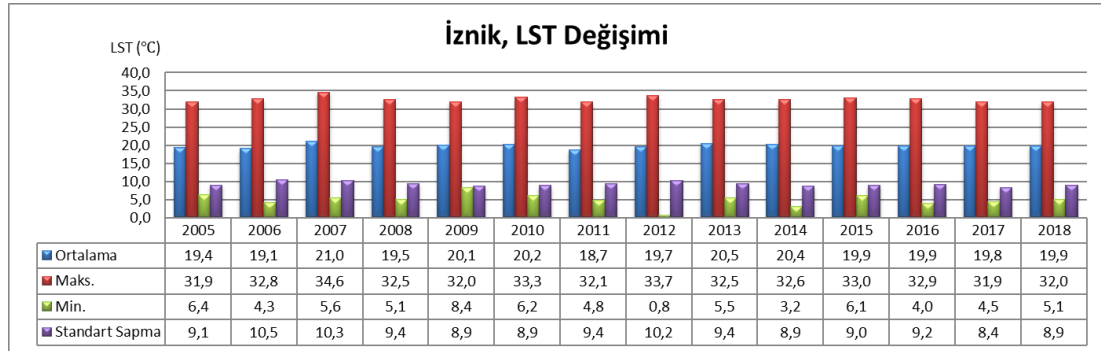
	2006	2012	2018
Yaprak Döken Geniş Yapraklı Ağaçlardan Oluşan Ormanlar	0.75	0.7	0.64
Otlak Alanlar	5.76	5.76	5.76
Kentsel Alanlar	17.85	17.9	17.92
Sulak Alanlar	19.2	19.2	19.2
Odunsu Çayır Alanlar	5.3	5.28	5.28
Çayır Alanlar	51.23	51.22	51.21

2005-2018 EVI değerleri Şekil 3.53’ de verilmiştir. En yüksek EVI değeri 2015 yılında 0.32 olarak ölçülmüştür. İncelenen zaman aralığında ise en düşük değer 0.28 olmuştur.



Şekil 3.53: MODIS, 2005- 2018 İzник EVI değişimi

Şekil 3.54 ‘de gösterildiği gibi en düşük yıllık ortalama LST değeri 18.7 ile 2011 yılında kaydedilmiştir.



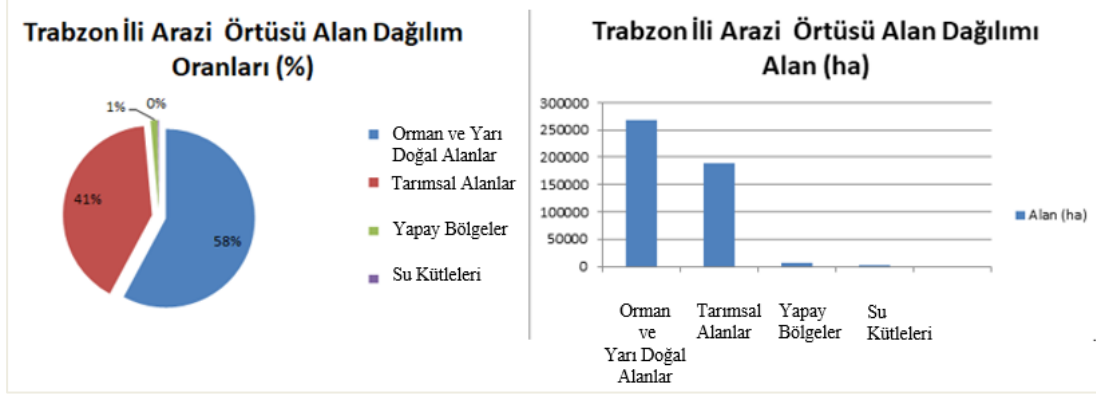
Şekil 3.54: MODIS, 2005- 2018 İzник LST değişimi

3.7 Trabzon

Trabzon, Doğu Anadolu'nun kuzeydoğusunda yer alır ve Güneyinde Gümüşhane, batısında Giresun, doğusunda Rize İlleri, kuzeyinde de Karadeniz’ e komşudur. 2018 verilerine göre Trabzon nüfusu bir önceki yıla göre %2.74 artış göstermiş ve tahmini verilere göre 807.903 olarak açıklanmıştır (Url-5). Trabzon ili 41.0027 enlemleri ve 39.7168 boylamları arasındadır.

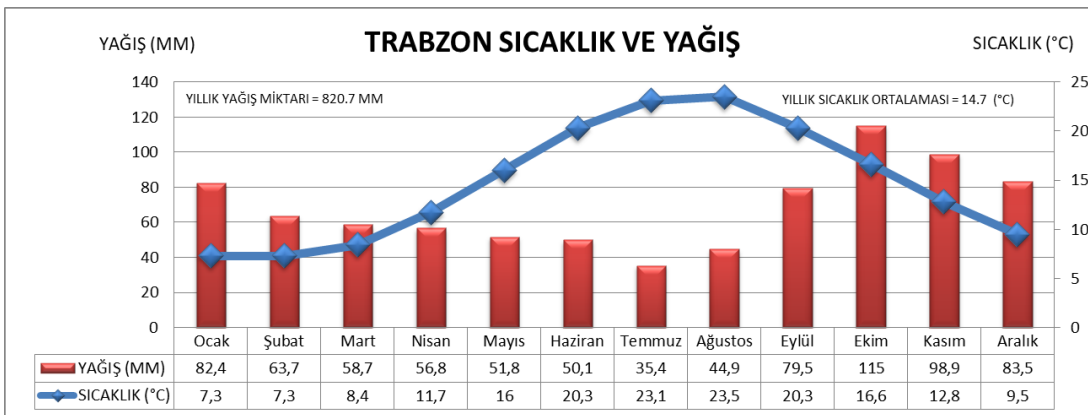
Trabzon ilinin yüzölçümü 4685 km² kadardır. Kentin %77.6 dağlar, %22.4 platolarla kaplıdır ve sadece %10'u düzlük olan il toprakları genellikle engebelerdir. İl, coğrafi konumu nedeniyle pek çok farklı tür bitki örtüsüne sahiptir. Bitki örtüsü orman ve makilerden oluşturur. Belli başlı bitki türleri

findık, gürgen, kızılıcak, avcı üzümü, muşmula, defne, kestane, kızılağaç, meşe, geyikdiken, çobanpüskülü, tatlan, köknar, ıhlamur, çam, ladindir (Url-8). Kente ait arazi kullanım grafiği Şekil 3.55 'de verilmiştir.



Şekil 3.55: CORINE, 2018 yılına ait Trabzon AKAÖ oranları

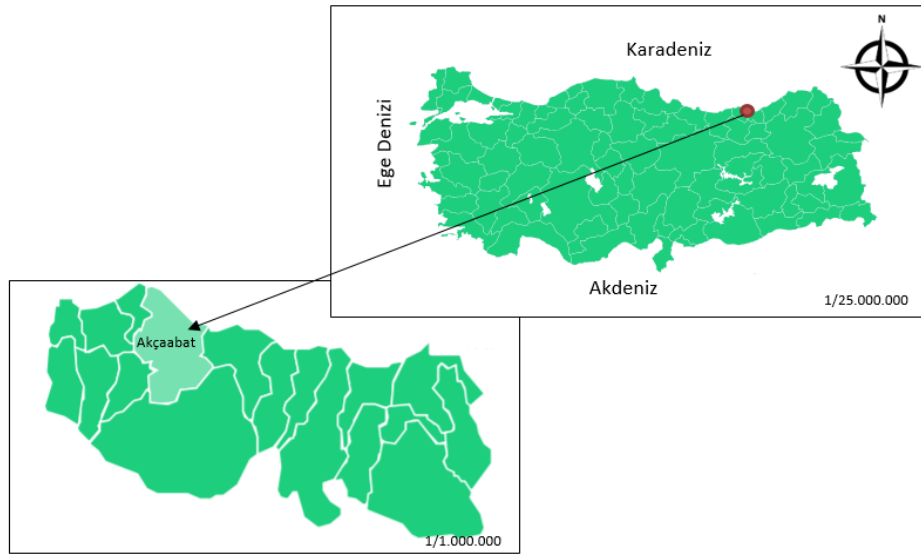
Trabzon' da Karadeniz iklimi hâkimdir. Güney tarafındaki dağlık bölgeye varıldıkça iklim sertleşir. Yaz ayları serin, kış ayları ılıman geçer ve her mevsim yağışlı bir iklim görülür. MGM verilerine göre 1927 ve 2018 yılları arası Trabzon ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 14.7°C olarak ölçülmüştür. Temmuz veya Ağustos yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 7.3°C olup yılın en düşük ortalamasıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 820.7 mm'dir. Trabzon ili için 1927 ve 2018 sıcaklık ve yağış ortalaması Şekil 3.56' de verilmiştir (Url-2). Bu tez çalışmasında araştırma bölgesi olarak Trabzon ilinin Akçaabat ilçesi seçilmiştir.



Şekil 3.56: 1927-2018 Trabzon sıcaklık ve yağış grafiği

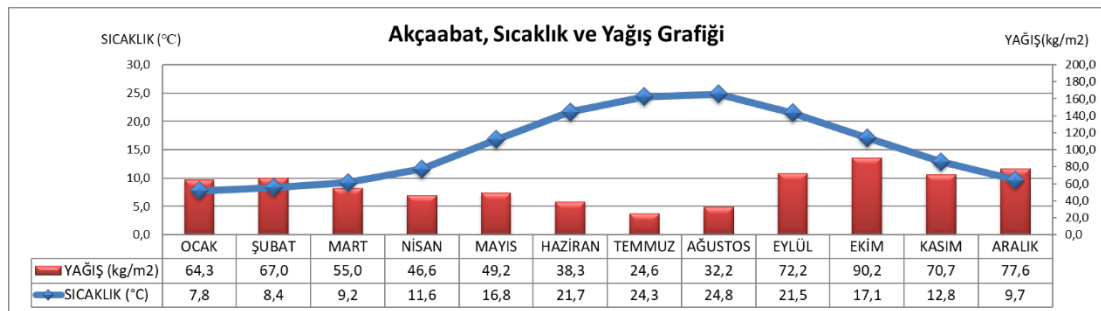
3.7.1 Akçaabat ilçesi genel özellikleri

Akçaabat, Trabzon ilinin bir ilçesidir. Trabzon'un 13 km. batısında, Düzköy ve Maçka'nın kuzeyinde, Vakfıkebir ve Çarşıbaşı'nın doğusunda, yer almaktadır. Akçaabat'ın yüzölçümü 385 km²'dir. İlçe nüfusu 2018 yılına göre 123.552'dir. Nüfus artış hız oranı %1.66'dır. Trabzon Akçaabat için coğrafi konum yer koordinatları; Enlem 41,0325 Boylam: 39,5615'dir. İlçeye ait lokasyon haritası Şekil 3.57'de verilmiştir.



Şekil 3.57: Akçaabat lokasyon haritası

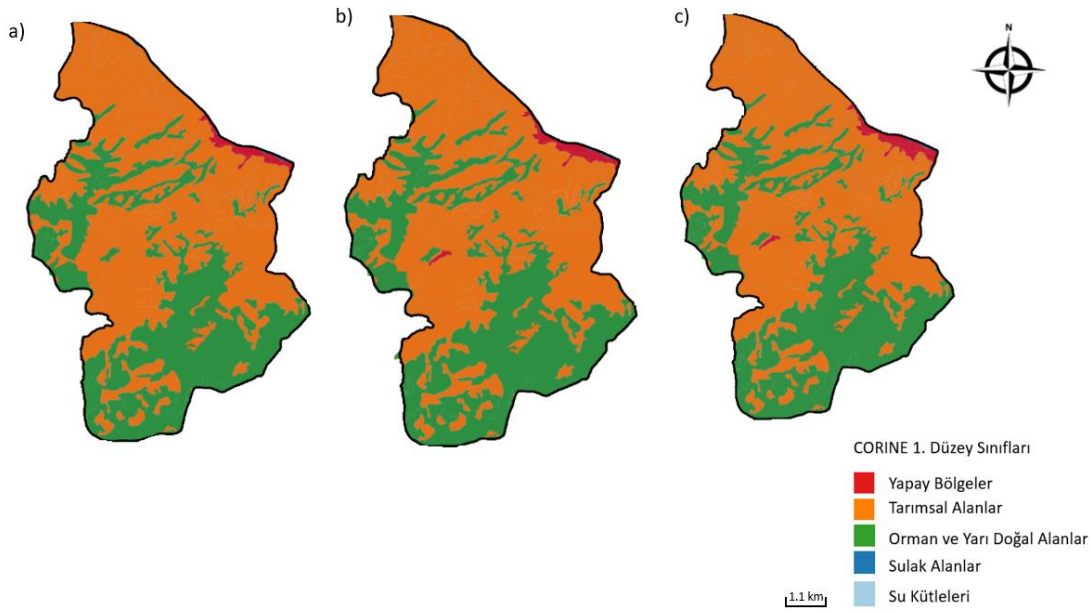
Akçaabat tipik Karadeniz iklimine sahiptir. Yazlar orta sıcaklıkta, kışlar ise ılıktır. Bütün mevsimler yağışlı geçer. 2009-2018 yılları arası Akçaabat'ın yıllık sıcaklığı 11.8 °C'dir. Yılın en soğuk ayı Ocak ayı 7°C üzerinde seyrederek. En sıcak ayları Temmuz ve Ağustos'ta ise sıcaklık 25°C civarlarındadır. 2005-2018 yılları arası yıllık toplam yağış miktarı 687.9 mm civarındadır. İlçeye ait detaylı sıcaklık ve yağış grafiği Şekil 3.58'de verilmiştir.



Şekil 3.58: 2009-2018 Akçaabat sıcaklık ve yağış grafiği

İlçenin bitki örtüsü hayli gür olup, %37 'ye yakını ormanlık alanlardır. Yaygın ağaç türleri ladin, kayın ve yer yer sarıçamdır.

CORINE arazi örtüsü sınıflandırmasına göre inceleme bölgesi 4 grupta sınıflandırmıştır (Şekil 3.59). İnceleme bölgeleri arasında yapay bölge oranlarının en fazla arttığı bölgelerdendir. 2006 -2018 yılları arası yapay bölgeler % 43.47 artmıştır. Orman ve yarı doğal alanlar da yıllar içinde değişiklik görülmesine de tarımsal alanlar % 0.80 artmıştır (Çizelge 3.16).

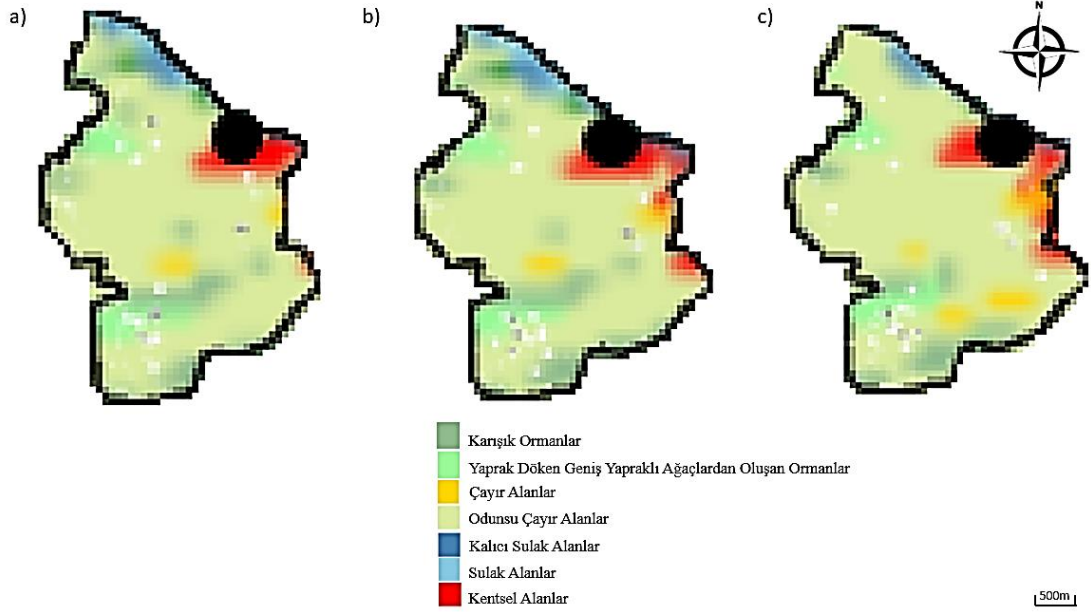


Şekil 3.59: CORINE, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Akçaabat AKAÖ haritaları

Çizelge 3.16: CORINE, Akçaabat Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

	2006	2012	2018
Yapay Bölgeler (1)	1.15	1.39	1.65
Tarımsal Alanlar (2)	62.16	61.92	61.66
Orman ve Yarı Doğal Alanlar (3)	36.46	36.46	36.46
Su Kütleleri (5)	0.24	0.24	0.24

MODIS arazi örtüsü türü sınıflandırma ürünü MCD12Q1, incelenen alanı 7 sınıfa ayırmıştır (Şekil 3.60). Yaprak döken geniş yapraklı ormanlar ve karışık ormanlar olarak adlandırılan sınıflarda yıllar içinde değişiklik gözlemlenmemiştir. Yapay bölgeler 2018 yılına kadar %1.58 artış göstermiştir. Odunsu çayır alanlar 2018 yılına kadar %0.73 azalmıştır (Çizelge 3.17).

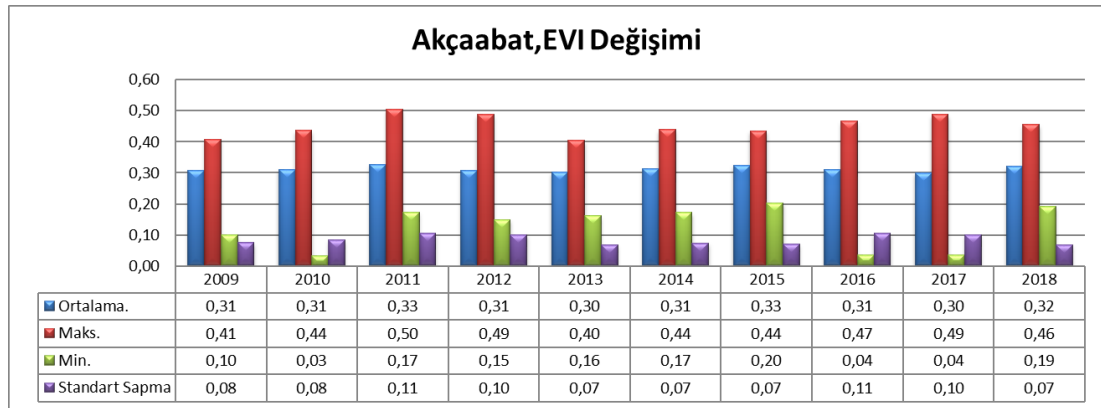


Şekil 3.60: MODIS, 2006,2012 ve 2018 yıllarına ait Akçaabat AKAÖ haritaları

Çizelge 3.17: MODIS, Akçaabat Arazi Örtüsü/ Kullanımı değişim oranları

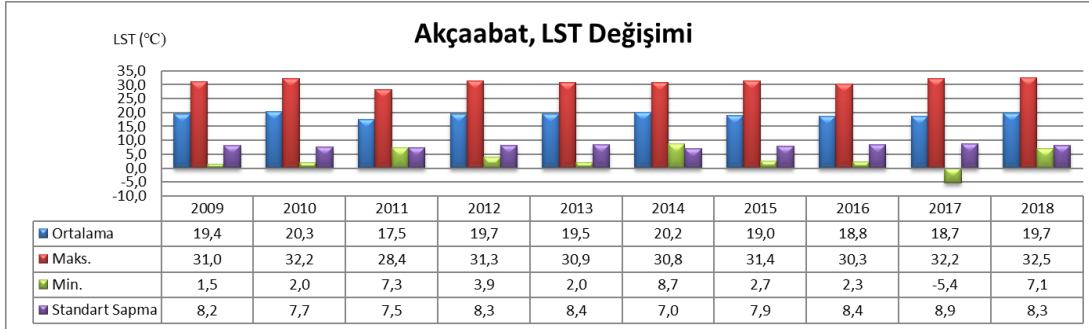
	2006	2012	2018
Karışık Ormanlar	1.83	1.83	1.83
Yaprak Döken Geniş Yapraklı Ağaçlardan Oluşan Ormanlar	1.58	1.58	1.58
Çayır Alanlar	2.73	2.7	2.65
Odunsu Çayır Alanlar	29.98	29.9	29.76
Kalıcı Sulak Alanlar	1.28	1.28	1.28
Sulak Alanlar	45.28	45.28	45.28
Kentsel Alanlar	18.9	19	19.2

Akçaabat 'ın yıllar içinde ortalama EVI değerleri en düşük 0.30, en yüksek 0.33 olduğu görülmüştür (Şekil 3.61). Yıllar içinde EVI verilerinde dramatik bir değişiklik olmamıştır.



Şekil 3.61: MODIS, 2009-2018 Akçaabat EVI değişimi

2011 yılında LST sıcaklık ortalaması 17.5°C ile diğer yıllara göre en düşük değer olarak tespit edilmiştir. En yüksek sıcaklık ortalaması ise 2014 yılında 20.2 °C olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.62).



Şekil 3.62: MODIS, 2009-2018 Akçaabat LST değişimi

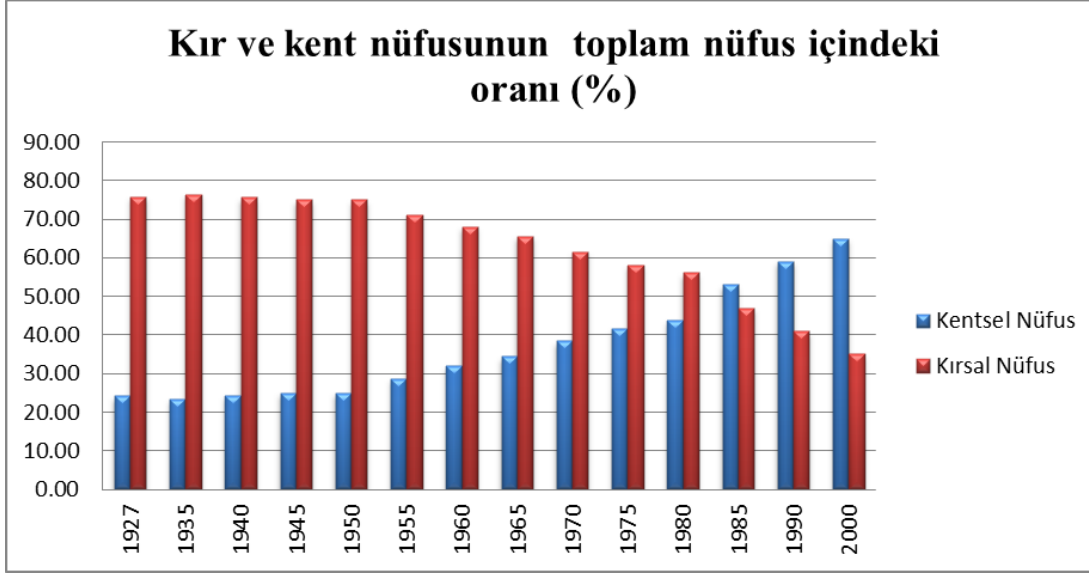
4. KENTLEŞME VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

4.1 Kentleşme

Kentleşme, kırsal alanlarda yaşayan insanların çeşitli sebeplerle kentsel alanlara göç etmesi ile mevcut kent nüfusunun artması olarak tanımlanır. Kentleşme, popülasyonun yoğunlaşması ile birlikte üretim biçimlerinin ve insanların yaşam tarzlarına etki eden faktörlerin değiştiği, insanların sosyal ve ekonomik faaliyetlerinin yoğunlaştığı bir durum göstergesidir. Kırsal alanlarda yetersiz olan iş, eğitim, sağlık ve teknolojik açıdan yoksunluk kentlere göç sebeplerinin başında sıralanabilir. Kentleşme birçok sorunun doğmasına sebep olmuştur. Bunlar işsizlik, konut ve barınma, sektörler arası dengesizlik, gecekondulaşma şeklinde sıralanabilir (Eş ve Ateş, 2004).

4.1.1 Türkiye’ de kentleşme

Ülkemizde kentleşme süreci 1950 öncesi ve sonrası olarak değerlendirilebilir. 1950’ ye kadar çok yavaş artan kent nüfusu, bu yıldan sonra kırsal bölgelerden kentsel bölgelere doğru hızla artmıştır. Ülkemizde kentli nüfus oranı kırsal nüfus oranından fazladır. TÜİK verilerine göre 1927 yılında %24 olan kent nüfusu, 1980’de %43’e, 1990’ da %57’e, 2000’de %64 olarak belirlenmiştir. Günümüzde ise yaklaşık %92.5’e ulaşmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: 1927 ve 2000 Yılları Arasında Kırsal ve Kentsel Nüfus Dağılımı

Kaynak: TÜİK

Türkiye’de kentleşme üzerine yapılan akademik çalışmalar genel itibariyle ekonomik, teknolojik, siyasi ve sosyo-psikolojik unsurların göç üzerinde etkili olduğunu göstermiştir (Keleş, 2016: 31-37). Yapılan araştırmalar, kent nüfusunun artışı ile sanayileşme düzeyi arasında bir paralellik olduğunu göstermektedir. Örneğin; Karadeniz ve Doğu Anadolu’ da kırsal nüfusun fazla olması sanayinin yeterince gelişmemiş olması ve yerel halkın temel geçim kaynağının tarım olmasından kaynaklanmaktadır.

4.1.2 Kentsel tasarım ve sürdürülebilirlik

Sanayi devriminden bu yana hızla devam eden kentleşmenin neden olduğu çevre kirliliği ve ekolojik dengenin bozulması sebebiyle konuşulmaya başlanan sürdürülebilirlik kavramı, kentlerdeki dönüşüm ve değişimleri yönetmek için önemli bir olgudur. Kentsel tasarımın, kentleşme süresince göz önüne alınması gerekliliği sadece estetik kaygıdan değil, yaşamın sürdürülebilirliği ve ekolojik açıdan da yaklaştığı için önemlidir. Zira, sürdürülebilirlik alışkanlıklarını kuramayan toplumların ekolojik ve çevresel felaketler neticesinde ciddi boyutlarda zarar gördüğü bilinen bir gerçektir (Akçakaya, 2016).

Korkut ve diğ. (2017) kentlerin sürdürülebilirliği sağlması açısından aşağıdaki kriterler çerçevesinde hareket etmelerinin önemli olduğunu vurgulamışlardır:

- Mikroklimatik verilerin (güneşlenme, rüzgâr yönü vb.) kentlerin tasarımını yapılırken dikkate alınması enerji tasarrufu açısından önemlidir.
- Enerji ve maddesel salınımı çok olan ortamların (aydınlatma, havalandırma vs.) enerji kullanımının minimum olmasını sağlayacak düzenlemelerin olması gerekmektedir.
- Kentlerde güneş, elektrik, doğal gaz vb. enerjilerin geri dönüşümüne ilişkin gerekli düzenlemeler olması gerekmektedir. Ayrıca atıklar maddelerinde geri dönüşüme katabilmek hayati önem taşımaktadır.
- Doğal kaynaklarımızın (bitki örtüsü, akarsu) etkin şekilde kullanılabilmesi sürekliliğin sağlanabilmesi için şarttır ve kentleşmenin yeşil ve verimli alanların varlığını tehdit etmemesi gerekmektedir.
- Bölgeye özgü bitki örtüsünün araştırılması ve geliştirilerek o bölge de kullanımı önce kent açısından sonra ülkeler bazında büyük önem taşımaktadır.

UNESCO tarafından 2014 yılında yaratılmış olan Yaratıcı Kentler Ağı projesi dünya çapında kültürel mirasların korunmasını ve sürdürülebilmesi hedeflemektedir. Yaratıcı Kentler Ağı projesi, tasarım, zanaat ve folklorik sanat, film, gastronomi, edebiyat, müzik ve medya sanatları kentleri olarak 7 daldan oluşmaktadır. Dünyanın farklı bölgelerindeki kentlerin beraber çalışmaları ve paylaşımında bulunmaları için oluşturulmuş bir girişimdir (Url-10).

Tasarım Kenti unvanının, kentsel sürdürülebilirliğin devam etmesi, kapsamlı bir kentsel dönüşüm sağlanması, yaratıcı endüstrilerin gelişmesini desteklemesini ve kentler arası kültürel etkileşimin artmasının sağlanması için UNESCO Tasarım Kenti listesinde yer almak önemlidir.

UNESCO Yaratıcı Kentler Ağı'nda, Türkiye'den tasarım dalında İstanbul, gastronomi dalında Hatay zanaat ve halk sanatları dalında da Kütahya yer almaktadır.

Sürdürülebilirliğin sağlanması için küreselleşmeye karşı bir tepki de 1999 yılında İtalya' da kurulan Yavaş Şehir (Cittaslow) Birliğidir. Yavaş şehir hareketi, kentleşme ve küreselleşmenin zarar verici unsurlarına karşı, yerel

değerlerin korunması, çevresel, sosyo- ekonomik olarak sürdürülebilirliğinin sağlanması ve yerel kalkınma olgunundan ortaya çıkan bir harekettir (Akpınar ve Pektaş,2019). Çıkış noktası olan İtalya sınırları dâhilinde kalmayıp dünyanın pek çok ülkesine yayılmıştır. Ülkemizde, 2009 yılında Seferihisar ilçesi ile başlayan yavaş şehir hareketine daha sonralarda 17 kentimiz daha katılmıştır. Bu beldeler; Gölçeada, Akyaka, Taraklı, Yenipazar, Perşembe, Yalvaç, Vize, Halfeti, Şavşat, Uzundere, Gerze, Eğirdir, Göynük, Mudurnu, Köyceğiz, Ahlat olarak sıralanabilir (Url-11). Yavaş şehirler, çevre ve enerji politikaları, altyapı politikaları, kentsel yaşam kalitesi politikaları, tarımsal, turistik, esnaf ve sanatkârlara yönelik politikalar, misafirperverlik, farkındalık ve eğitim politikaları, sosyal uyum politikaları ve ortaklıklar politikaları olmak üzere 7 ana başlık altındaki bu kriterlere uyum sağlamalıdır. Bu kriterler sayesinde sürdürülebilirliğin sağlandığı kentler, ekonomik açıdan güçlü, daha az enerji kullanımına ihtiyacı duyan, kentleşme sürecine hâkim, geri dönüşümün yaygın olduğu ve çevreye duyarlı üretimin sağlanabildiği kentlerdir.

4.2 İklim Değişikliği

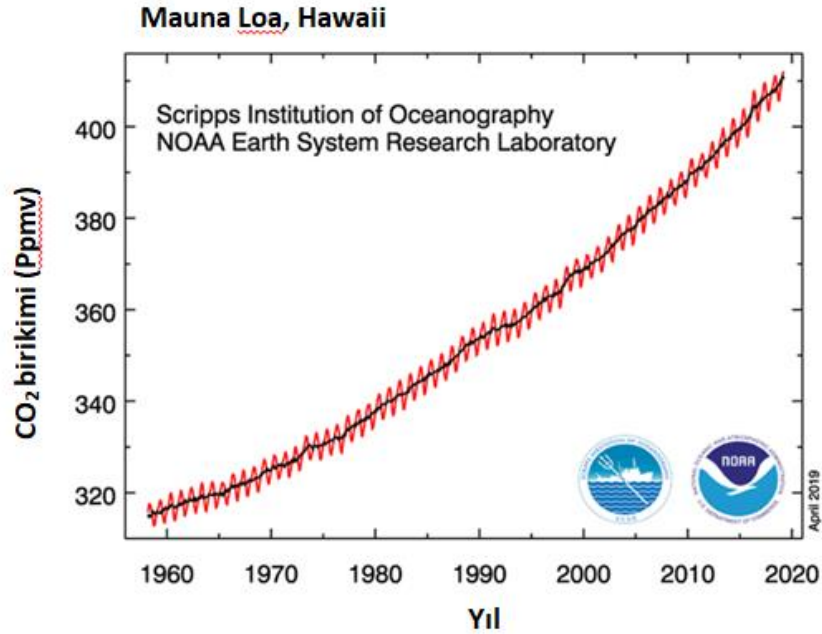
Dünyadaki canlı devamlılığının sağlanması için vazgeçilmez bir ortam olan atmosfer birçok gazın bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Atmosferdeki kullanabildiğimiz temiz ve kuru havayı %78.08 oranı ile azot ve %20.95 oran ile oksijen molekülleri oluşturur. Kalan %1 'lik oran ise su buharı, argon, karbondioksit, neon, helyum, metan, kripton, hidrojen, ozon ve ksenon elementlerinden oluşur.

İklim değişiminin en önemli etmenlerinden biri olan sera gazları dünyadaki ısının uzaya dağılmasını engelleyerek yeryüzünün ısınması sağlar. Aksi takdirde Dünyamız yaşanmaz hale gelir ve buzlarla kaplı olurdu. Sera gazlarının ısı tutma etkisine sera etkisi denmektedir. Su buharı, karbondioksit, metan ve ozon gazı sera gazlarına örnek olarak verilebilir. Atmosfere dağılan ve bir kısmı kara yüzeyinde kalan CO₂ en önemli antropojenik sera gazıdır (Demir, 2009).

Sera gazı yoksunluğu nasıl Dünya yüzeyinin soğumasına sebep oluyorsa, artması da yeryüzünün ısınmasına sebep olur. Birçok araştırma atmosferdeki sera gazı birikiminin sanayi devrimi ile günümüze kadar arttığını gözler önüne sermektedir.

Özellikle 19. yüzyıl sonlarından başlayarak, 1980' li yıllarda kendini daha çok belli eden küresel ısınma yeryüzündeki sera gazı oranları, temeli insan kaynaklı faaliyetler sonucu artmaya başlamıştır. Küresel sıcaklık, her geçen yıl bir önceki yıla göre artış göstermiştir. (Solomon ve diğ.,2007; Türkeş, 2003; WMO, 1999; IPCC, 2001; Türkeş, 2004). Sanayi devriminden günümüze kadar olan sıcaklık artışının 1°C olduğu bildirilmektedir (Url-1). Küresel ısınmanın etkisiyle dünya buzullarının her yıl yaklaşık 275 milyon tonu yok olmaktadır. Buzulların erimesiyle birlikte deniz seviyesi yükselmektedir. 1901 yılından günümüze itibaren deniz seviyesi 19cm yükselmiştir ve yıllık yükselme miktarı 3.2mm olarak belirlenmiştir. Sıcaklık artışı ve yağış rejimindeki dengesizlikler 1950' den beri şiddetini arttırarak devam etmektedir (Url-12).

1959'da Hawaii'deki Mauna Loa yanardağına kurulan ölçüm istasyonundan toplanan veriler ışığında atmosferdeki CO₂ ve diğer emisyon birikimlerinin çok hızlı biçimde artış gösterdiği gözlenmektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: 1960- 2020 yıllarına ait Atmosferdeki CO₂ birikimindeki (kırmızı eğri) değişimler. Siyah eğri mevsimsel olarak düzeltilmiş verileri temsil eder.

Kaynak: Url-13

1960 yılların başında atmosferde bulunan CO₂ miktarı ppm (milyonda bir partikül) cinsinden 280 iken, bugün Hawaii'de bulunan Mauna Loa gözlem

istasyonunun verisine göre 2020 itibari ile CO₂ miktarı 400 ppm değerini aşmıştır.

Yeryüzündeki CO₂ miktarının 2 katına çıkması halinde sıcaklığın 1.5 °C ile 4.5 °C arasında bir artış olması beklenmektedir (Url-12).

Küresel ısınmanın 0.5°C daha artması sonucu yeryüzündeki ekolojik dengenin şu anki mevcut durumuna göre çok daha kötü etkileneceği aşikârdır. Bu nedenle sıcaklık artışının 1.5 °C derece ile sınırlandırılması canlı varlığının devamlılığı için hayati önem taşımaktadır. Eğer sıcaklık 2 °C artarsa yeryüzünün 1/12- 1/5 arası büyüklükte yeşil alanın çölleşmesi, mercanların %99 'unun yok olması söz konusudur. Bu durum yüz milyondan fazla insanın iklim değişikliğine bağlı olarak yoksulluk sınırının altına düşmesi anlamına gelmektedir (Url-1).

Küresel ısınmanın sebep olduğu iklim değişimlerinin sıcaklık artışına, kuraklığa, yağış değişikliklerine, deniz seviyesindeki yükselme sebebiyle tarım alanlarının azalmasına, su kaynaklarında kirlenmesine ve bitki örtüsündeki değişimlerle canlı hayatı için vazgeçilmez olan bütün kaynakların geri dönülmez olarak kaybına neden olması beklenmektedir (Demir, 2009).

4.2.1 Türkiye' de iklim değişikliği

Coğrafik konumu itibari ile küresel ısınmadan en çok etkilenen ülkelerden biri Türkiye olacaktır. Dünya Yaban Hayatı Koruma Fonu (WWF) nin raporuna göre Akdeniz Havzası içinde yer alan Türkiye' de 40°C hava sıcaklığının mevsim normallerine karşı geleceği tahmin edilmektedir. Türkiye' de yıllık ortalama sıcaklıkların artış eğilimi içinde olması kuraklık sorununu işaret etmektedir. Sıcaklığın artmasıyla birlikte tarım alanlarının azalması, orman yangınlarının artması ve biyolojik çeşitliliğin azalması beklenen sonuçlardandır (Ur-12).

Papuccu ve Bayramoğlu (2016)' nun yaptığı bir çalışmada yapay sinir ağları kullanılarak 2020,2025 ve 2030 yıllarında Türkiye' nin gelecekteki sera gazı salınım değerleri tahmin edilmiştir. Araştırma sonucuna göre Türkiye'nin CO₂ miktarının artacağı, bu sebeple enerji verimliliğinin sağlanması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması gerektiği sonucu bulunmuştur.

4.3 Arazi Örtüsü / Kullanımı

Dünya yüzeyi kaplayan örtüyü ifade eden arazi örtüsü gerek doğal sebeplerden ötürü gerekse beşerî sebeplerden ötürü zaman içinde sürekli değişime uğramaktadır. Kıta hareketleri, tsunamiler, erozyon, heyelan, seller vb. doğal sebeplerle değişen arazi örtüsüne neden olarak gösterilebilir. Arazilerin ne şekilde kullanılacağını belirleyen insanoğlu şehirleşme ve sanayileşme gibi sebeplerle arazi örtüsünü değiştirmektedir. Arazi örtüsü ve kullanımı aslında iki farklı kavram olup, son yıllarda yeryüzünde bulunan bütün varlıkları tanımlayabilmek için AKAÖ şeklinde tek bir isim altında toplanmıştır (Sarı ve Özşahin,2016).

AKAÖ zaman içinde değişimini kontrol etmek ve haritalandırmak, bölgedeki mevcut durumu belirlemek, değişimleri analiz etmek ve bu değişime sebep olan ekolojik süreçler hakkında bilgi sahibi olmak açısından çok önemlidir. AKAÖ anlamak yeryüzünde sürdürülebilirlik sağlamak açısından oldukça önemlidir. Özellikle sanayi devriminden sonra AKAÖ' nün hızlı ve kontrolsüz bir şekilde değişmesi iklimi, biyolojik çeşitliliği ve daha birçok hayati sistemi ciddi bir şekilde etkileyebilir (Thuiller ve diğ., 2015; Lambin ve diğ., 2001).

Eski yöntemlerde yapılan AKAÖ belirlemeye yönelik çalışmalar uzun zaman aldığı için, son yıllarda kullanılan uydu görüntüleri ile elde edilen AKAÖ verileri, bu alanda yapılan çalışmalar için önemli bir veri kaynağı haline gelmiştir. Uydu verileri ile geniş alanların mevcut durumlarının gözlemlenmesi veya zaman içinde değişiminin izlenmesi AKAÖ sınıflarının mekânsal yayılışını veya dönüşümünü belirleme olanağı sağlamaktadır. Caldas ve diğ. (2007)'nin yaptığı bir çalışmada Amazon bölgesinde ormanlık alanların zaman içinde azalmasının sebepleri araştırılmıştır. Araştırmada uydu verileri ve yerel halk ile yapılan anket çalışmaları kullanılmıştır. Ekonomik koşulların ve sosyal yapının da ele alındığı çalışmada, AKAÖ değişimlerinin nedenlerini ve sonuçlarını incelenmiştir.

Konunun hassasiyetinin farkına varılmasıyla çoğu ülke AKAÖ gözlemlenmek ve analiz etmek için çeşitli projeler oluşturdu. Avrupa Birliği'nin geliştirdiği "Coordination of Information on the Environment (CORINE)" projesi, Avrupa Birliği Gıda ve Tarım Organizasyonunun hazırladığı (FAO) "United Nations Land

Cover Maps (LCCS)”, Amerika Birleşik Devletleri’ne ait “National Land Cover Database (NLCD) of United States”, küresel ve ulusal ölçekte geliştirilen proje örnekleridir.

4.3.1 Moderate resolution imaging spectrometer (MODIS) uydu verisi ve genel özellikleri

MODIS arazi örtüsü türü sınıflandırma ürünü MCD12Q1, 2011 yılında günümüze kadar yıllık 500m uzaysal çözünürlükte küresel arazi örtüsü haritaları sağlar. MCD12Q1 ürünü, MODIS yansıtma verilerinin denetimli sınıflandırması kullanılarak oluşturulur (Friedl ve diğ., 2010). MCD12Q1 ürününün 5 farklı arazi sınıflandırma şeması vardır (IGBP, UMD, LAI, BGC ve PFT). EVI verilerinin de sınıflandırılmasında kullanılan Uluslararası Jeosfer Biyosfer Programı (IGBP) şeması MODIS verilerinin karar ağaçları ile sınıflandırılmasıyla elde edilir. MCD12Q1 (IGBP), her 500 m piksel çözünürlük 17 sınıftan birine sınıflandırır (Çizelge A.1). 2010 yılında yapılan çalışmada genel arazi örtüsü sınıflandırma doğruluğunun %75 olduğu belirlenmiştir (Friedl ve diğ., 2010).

4.3.2 Coordination of information on the environment (CORINE) verisi ve genel özellikleri

CORINE arazi sınıflandırma projesi, AB (Avrupa Birliği) ülkeleri kapsamında 1985 yılında başlatılmış, belirli periyodlarla tüm üye ülkeleri kapsayacak şekilde AKAÖ belirleme amaçlı olarak uygulanan bir sistemdir (Disperati ve Virdis, 2015). AB üye ülkelerin tamamına ait arazi örtüsü ve kullanım haritası üretmek, standart bir veri tabanı oluşturmak ve şehir bölge planı belirlenmesi gibi temel amaçlar hedeflenerek tasarlanmıştır. Projede uydu görüntüleri bilgisayar destekli sayısallaştırılması metoduyla üretilir ve periyodik olarak güncelleştirilir. İlk CORINE Arazi Örtüsü (CLC) haritaları 1990 yılında üretilmiştir. Daha sonra tematik ve geometrik düzeltmeleri yapılmış LANDSAT 7 ETM uydu görüntüleri kullanılarak CLC2000 üretilmiştir. Daha sonra CLC 2000 de kullanılan Landsat-7 uydusu ileriki projeler için yeterli görülmediğinden, projede SPOT-4 ve IRS-P6 uyduları görüntüleri kullanılmıştır. Güncellemeler 2000, 2006, 2012 ve 2018'de üretilmiştir.

Günümüzde proje, 39 katılımcı ülkeyle birlikte, 5,8 milyon km²'lik bir alana ait coğrafi bilgi içerir.

CORINE sistemi, üç hiyerarşik seviyeden oluşur. Bu sınıflandırma yöntemi birinci seviyede 5, ikinci seviyede 15 ve üçüncü seviyede 44 arazi kullanım türü, 1:100.000 ölçeğinde kesintisiz bir vektör veri tabanı oluşturur (Kosztra ve diğ., 2014). Ülkemizdeki arazi yapısının çeşitliliğine bağlı olarak 44 sınıfa ilave olarak 12 sınıf daha eklenmiştir. Alan ve boyut kısıtlaması olan sistemde, en küçük lineer obje genişliği 100m, en küçük haritalama birimi 25ha ve en küçük değişim haritalama birimi 5ha olmalıdır. CORINE arazi örtüsü sınıflandırmalar ve ülkemiz için hazırlanan ek sınıflandırma Şekil B.10.' de verilmiştir.

2012 yılında CORINE için, TÜİK tarafından istatistiksel doğruluk çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada istatistiki yöntemlerle 6. 441 adet poligon seçilmiş ve istatistiki yöntemlerle sınıflara ayrılmıştır. Bu poligonlara ait sınıf kontrolleri Bakanlık tarafından sağlanmıştır. TÜİK, sınıf bazında kullanıcı ve üretici doğruluğunu saptamak için doğruluk matrisi hazırlanmıştır.

Kullanıcı doğruluğu, her sınıf içinde doğru sınıflandırılmış poligon sayısının, bu kategori içinde sınıflandırılan poligonların toplam sayısına bölünmesiyle hesaplanır.

Üretici doğruluğu, her sınıf içinde doğru olarak sınıflandırılmış poligonların sayısını, bu sınıf için kullanılan örnekleme veri setindeki poligonların sayısına bölerek hesaplanır. Bu değerlendirmelere göre her bir sınıfa ait Kullanıcı ve Üretici genel doğruluk oranı %93.45 bulunmuştur (Url-3).

Ülkemizde AKAÖ belirlemek için yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Bu bağlamda, Sarı ve Özşahin (2016) tarafından yapılan bir çalışmada 2000-2015 yılları içerisinde CORINE sistemine göre Tekirdağ ilinin AKAÖ değişimleri ile bu değişimlerin nedenleri ve sonuçları üzerinde durulmuştur. Araştırma kapsamında geleceğe yönelik öngörülerde bulunulması amaçlanmıştır. Ayrıca Ankara Yenimahalle ilçesindeki tarım alanlarının amaç dışı kullanımının belirlenmesinde Aydoğdu ve arkadaşları CORINE sınıflandırmasını baz alarak yeniden sekiz arazi örtüsü sınıfı belirlemişlerdir (Aydoğdu ve diğ., 2012).

Bu tez çalışmasında, sonuçların irdelenmesinde MODIS ve CORINE AKAÖ sınıflandırmasını içeren zamansal tematik haritalar da göz önüne alınmaktadır.

5. MATERYAL VE YÖNTEM

5.1 Materyal

Çalışmamızın önemli amaçlarından biri istasyon tabanlı iklim verileri ile uydu tabanlı materyallerin, bölgesel kentleşme ve iklim değişimi üzerindeki etkilerinin beraber değerlendirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda, MODIS arşivinden Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerindeki illere ait enlem ve boylam değerleri girilerek 2000-2018 yılları arasındaki EVI verileri sorgulatılmıştır. Çalışma alanı olarak İstanbul, Bursa, İzmir, Antalya, Ankara, Gaziantep, Diyarbakır ve Trabzon illeri seçilmiştir.

Uydu verileri olarak MODIS TERRA platformuna ait 16 günlük zamansal çözünürlüğe, 250 m mekânsal çözünürlüğe sahip MOD13Q1 verileri kullanılmıştır.

5.1.1 MODIS

- MODIS, NASA'nın Terra ve Aqua uyduları tarafından küresel kapsama alanıyla 2000 yılından bu yana günde iki kez 250 m², 500 m² ve 1 km² uzamsal çözünürlükte veri toplar.
- MODIS sensörlerinden elde edilen ham veriler günlük (8 gün ve 16 gün) ve yıllık görüntülere birleştirilir. Birleştirilen görüntüler atmosferik, okyanus ya da arazi işlem uygulamaları için farklı MODIS ürünleri olarak veri sağlar.

MODIS modülü 2.330 km swath genişliğiyle, 36 farklı spektral bandı yardımıyla dünyamızdaki her noktayı her 1-2 günde bir görebilecek kapasitededir. Verilerin çeşitli çözünürlükleri vardır; mekansal, uzaysal ve zamansal. MODIS verilerinin mekânsal çözünürlüğü 250 m'den 1 km'ye kadar değişmektedir. Buna karşılık, Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre (AVHRR) sensörünün, 4 km veya 1 km uzamsal çözünürlüğe sahip beş spektral bandı vardır. MODIS sensörü gerek Terra gerekse Aqua uydularında

taşındığından, genel olarak herhangi bir yer için sabah (Terra) ve öğleden sonra (Aqua) görüntülerinin elde edilmesi mümkündür (Url-14). Mevcut uydu sensörlerinden hiçbiri atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonlarını direkt olarak ölçemezken, MODIS modülü, bitki üretiminde ne kadar sera gazı soğurulduğu ve kullanıldığı hakkında daha iyi tahminler oluşturmak için karasal ve deniz bitkilerinin fotosentetik aktivitesini ölçebilir. Volkanik faaliyetler, sel, kasırga gibi afet olaylarının izlenmesine olanak sağlar. Ayrıca MODIS' in bantları yangınlara karşıda hassastırlar. Atmosfere yayılan gaz ve dumanlar için daha iyi tahminler yapılmasına olanak sağlar.

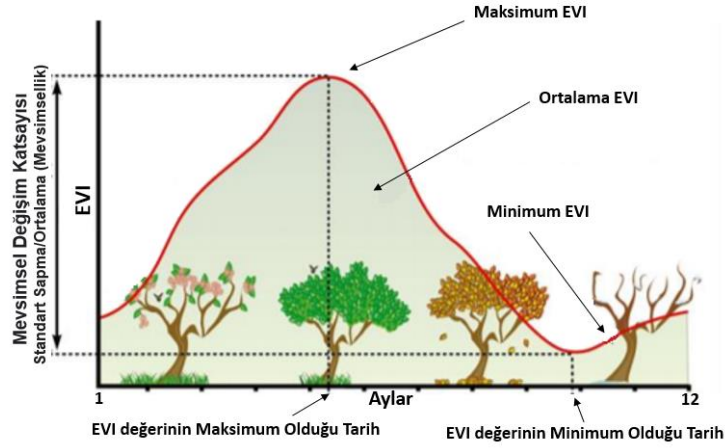
MODIS Terra platformuna bağlı, MOD13Q1 iki bant içerir, 1. Bant NDVI değerlerini, 2. bant ise EVI değerlerini kapsar. 250 m mekânsal çözünürlüğe sahip 4800 satır ve 4800 sütundan oluşan MODIS görüntüleri çok geniş bir alandaki bitki örtüsü aktivitesinin değişimini analiz etmeye olanak sağlamaktadır (Du ve diğ., 2013; Galvão ve diğ., 2013) (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1: Bant aralığı, spektral bölge ve mekânsal çözünürlük bilgileri

Bant	Bant Aralığı(μm)	Spektral Bölge	Mekânsal Çözünürlük
1	0.62-0.67	R	250m
2	0.841-0.876	NIR	250m
3	0.459-0.479	B	500m
4	0.545-0.565	G	500m
5	1.23-1.25	NIR	500m
6	1.628-1.652	SWIR	500m
7	2.105-2.155	SWIR	500m
31	10.780-11.280	LWIR	1km
32	11.770-12.270	LWIR	1km

5.1.2 EVI

Tez çalışmasında, 2005-2018 yılları arasında yararlanılan EVI verisi MODIS üzerinden elde edilen MOD13Q1 ürünüdür. Her 16 günde bir 250 metre (m) uzamsal çözünürlükte veri oluşturulur. EVI, bitki örtüsü sinyallerinin geliştirilmesi amacıyla yüksek biokütle bölgelerine hassasiyeti artırılmış, bitki örtüsünün arka plan sinyallerinin ayrıştırılması ve atmosfer etkilerin azaltılması yoluyla bitki örtüsünün izlenmesi ile tasarlanmış 'optimize edilmiş' indekstir. EVI verilerinin yıllık değişimi Şekil 5.1' de verilmiştir.



Şekil 5.1: EVI yıllık eğrisi

Kaynak: Lourenço, P. M. R. (2015)

Bitki örtüsü yoğunluğunu değişim miktarını belirlemek için kullanılan en yaygın yöntemlerden biri NDVI'dir. (Url-10). Buna karşı NDVI atmosferik ve toprak koşullarından etkilenir ve bitki örtüsü yoğunluğu değişim hassasiyetini çok uzun zaman koruyamaz hale gelebilir (Ceccherini ve diğ. 2015). Bu sorunu aşmak için yeni bir bitki örtüsü indeksi olan EVI geliştirilmiştir.

EVI, kanopi ve bitki fenolojisi gibi farklılıklara daha duyarlı olma eğiliminde olduğu için NDVI' dan farklıdır. NDVI yalnızca bitkide bulunan klorofil miktarına yanıt verir (Rondeaux ve diğ., 1996). Ilıman ve tropik ormanlarda EVI verilerinin NDVI verilerine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir (Huete ve diğ., 2006). Bu özelliklerden dolayı EVI, bitki örtüsü yapısındaki mevsimsel, yıllık ve uzun vadeli değişimleri izlemek açısından daha etkili bir yöntemdir. EVI özellikle orman tahribatlarını veya değişimleri gözlemlemek için de iyi bir yöntemdir (Mondal, 2011). Ayrıca literatürdeki çalışmalar MODIS EVI indeksinin, mahsul verimini NDVI' dan daha iyi tahmin edebilme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir (Bolton ve diğ., 2013).

EVI, yüksek biyokütle bölgelerinde gelişmiş hassasiyet sağlarken, toprak ve atmosfer etkilerini en aza indirmek için kırmızı ve kızıl ötesi bantlara ek olarak mavi bant tasarlanmış sensör sistemleriyle çalışmaktadır. Güneş radyasyonu geliş açısındaki değişiklikler, havada asılı partiküller tarafından yansımaya ve bozulmaya uğrar. Bitki örtüsünün altındaki toprak örtüsü tabakasından gelen

sinyaller gibi atmosferik koşullar EVI 'nın belirlenmesinde değerlendirmeye alınmış, verilere önizleme uygulanmış; kalitesi arttırılmıştır (Url-3).

Literatürde, bulutlar, beyaz binalar ve su kütleleri EVI görüntüsünde farklı piksel değerlerine sahiptir (Huete ve diğerleri.,2002). EVI, denklem. 5.1' de eşitliğinde tanımlanmaktadır (Huete ve diğ., 2002:196; Galvão ve diğ.,2011: 2352; Zhang ve diğ.,2014:53, Çelik ve diğ.,2014).

$$EVI = G \cdot \frac{(NIR-RED)}{(NIR+C1.RED-C2.BLUE+L)} \quad (5.1)$$

Bu eşitliklerde, G bir kazanç faktörüdür ve değeri sabit olup, 2.5'dir. NIR kıızılötesine yakın, RED yansıma oranı, C1 ve C2 sabit aerosol direnç parametreleri olup, C1 değeri 6 ve C2 değeri, 7.5 olarak hesaplanır. L ise kanopi (bitki örtüsü) değeridir ve sabit değeri 1'dir. EVI değerleri bitki örtüsü piksellerinde -1 ile 1 arasında değişir. Burada sağlıklı bitki örtüsü için EVI genellikle 0.20 ila 0.80 değerleri arasındadır (Url-15).

Türkiye de 2014 yılında yapılmış bir çalışmada Resulosman Dağında bitki örtüsü gelişimi ve bunun yağış ile ilişkisi Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü Farkı İndex (NDVI), EVI (Geliştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi), Normalize Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) kullanılarak değerlendirilmiştir (Çelik ve diğ., 2014).

Çelik tarafından 2016 yılında yapılan başka bir çalışmada ise 2000-2014 yılları arasında bitki indeks modelleri (NDVI, EVI, VCI) kullanılarak Akdeniz Bölgesinde Kuraklık Analizi yapılmıştır. Çalışmada uydu temelli bitki indeks modelleri kullanılarak kuraklık olayını anlamada ve önceden tahmin etmede kolaylık sağladığı belirtilmiştir (Çelik,2016).

5.1.3 LST

LST, uydu bilgilerinden veya doğrudan ölçümlerden elde edilebilen kara yüzeyinin sıcaklığıdır. LST, Dünya yüzeyin fiziksel, çevresel ve iklimsel özelliklerini anlamamıza yardımcı olan önemli bir veri kaynağıdır. Atmosfer ve yeryüzü arasındaki kara atmosfer etkileşimlerinin ve enerji akışlarının beraber değerlendirilmesiyle elde edilir (Mannstein, 1987; Sellers ve diğ., 1988). LST bu özelliğiyle iklim biliminden fizikten, hidrolojiye, biyolojiye, ekolojiye kadar birçok farklı disiplinin ilgilendiği parametrelerden biri olmuştur.

MODIS-TERRA sensörü ile 31 ve 32 numaralı kanallarda ölçülen kızılötesi radyasyonlardan türetilen LST veri kümesi, 8 günlük zamansal, 1 km mekânsal çözünürlüğe sahip MOD11A2 ürününden elde edilir. Sıcaklık değeri Kelvin olarak arşivlenir. LST verileri split-window algoritması kullanılarak hesaplanır (Wan ve Dozier,1996). Ancak Optik / termal uydu verileriyle ilgili temel bir sorun olan bulut tabakaları, kara ve deniz yüzeylerinin gözlemlenmesini engellemektedir. Ölçümlenmek istenilen kara / deniz yüzeyinin değil de bulut üstü sıcaklığı ölçümlendiği için LST verilerini elde etmek yalnızca açık gökyüzü koşullarında mümkündür. Bu veri kaybına neden olmaktadır. NASA (2015b) tarafından yayınlanan algoritma teorik temeller dokümantasyonundan MODIS MOD11 ürünleri ile ilgili ayrıntılı kavramsal bilgi elde edilebilir.

5.1.4 NDBI

Bu tez çalışmasında kentsel alanların zaman içindeki değişiminin belirlenmesinde NDBI değerleri kullanılmıştır (Zha ve diğ., 2003). Bu indeks uydu görüntülerinden faydalanarak kentsel alanların otomatik olarak belirlenmesi amacıyla 2003 yılında geliştirilmiştir. Orta kızılötesi (MIR) ve yakın kızılötesi (NIR) bantlar kullanılarak elde edilir. Spektral yansımaların farklarının oranlaması ile yerleşim alanlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. -1 ve 1 aralığında değer alır.

$$NDBI = \frac{(MIR - NIR)}{(MIR + NIR)} \quad (5.2)$$

Negatif değerler su kütlelerini temsil eder, değer arttıkça yerleşim bölgelerinin yoğunluğu da artar. NDBI değeri vejetasyonun yoğun olduğu yerlerde düşüktür (Bostan ve diğ.,2016).

5.1.5 Sıcaklık

Bitkilerin büyüyüp gelişmesi için en önemli faktörlerden bir tanesi de sıcaklık faktörüdür. Ekvator ve kutuplardaki bitki örtüsü değişimi göz önüne alındığında, ayrıca ilkbahar ve yaz aylarındaki bitki gelişimiyle kış aylarındaki durgunluğu karşılaştırdığımızda da sıcaklığın önemi daha iyi anlaşılır. Gelen güneş radyasyonu miktarına bağlı olarak sıcaklık değeri, zamana, havanın bulutlu olma durumuna, enlemlere, yüzey şekillerine göre değişiklik göstermektedir (Url-2). Bitki örtüsü bulunan veya açık arazi hava sıcaklığı

farklılık göstermektedir. Bitki örtüsünün olduğu yerlerde hava sıcaklığının artması veya düşmesi geç olur. Açık arazilerde sıcaklık değişimleri daha fazla ve hızlı oluşur. Çalışmada kullanılan 2005-2018 yılları arasındaki sıcaklık verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden sağlanmıştır.

5.1.6 Yağış

Bitki örtüsü değişime etki eden en önemli faktörlerden birisi de yağıştır. Pek çok ekosistemde, özellikle otlaklarda ve ekili alanlarda, mevsimsel olarak bitki büyüme oranı yağışlı havayla mükemmel bir uyum içerisindedir (Url-16). Yağış miktarı, kurak ve yarı kurak alanların bitki örtüsü yayılışında önemli bir rol oynar. Fizyolojik açıdan incelendiğinde su bitkisel varlığın oluşmasında ilk ve olmazsa olmaz koşuldur (Url-2). İnceleme bölgelerine ait 2005-2018 yılları arasındaki yağış verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüklerinden Müdürlüğünden sağlanmıştır.

5.2 Yöntem

5.2.1 Verilerin düzenlenmesi

EVI verileri, MODIS web sitesi üzerinden elde edilmiştir. Web sitesi üzerinden incelemek istenilen illerin koordinat bilgilerinin girilmesi gerekmektedir. Veriler, csv uzantılı bir dosya içerisinde e-posta ekinde kullanıcıya gönderilmektedir. Verileri gönderilen ham hali ile kullanmak mümkün değildir. Bu çalışmada, anlamlı veriler oluşturmak için Visual Studio platformu aracılığıyla, C# dili ile uygulama geliştirilmiştir. Uygulama içine verilerin dönüştürülmesi amacıyla 2 adet buton yerleştirilmiştir. **Dosya Seç** butonu, düzenlemek istenen verilerin dosya konumlarının seçerek bir tablo üzerinde gösterilmesini sağlamaktadır. Düzenleme işlemleri “**VeriCevir**” ve “**VeriGetir**” isimli class yapılarının içine yazılmış metotlar aracılığıyla gerçekleşir. Uygulama yardımıyla veriler 16 günlük periyodlarla sütunlara bölünür. **Excel’e Gönder** butonu ile de tablodaki veriler program aracılığıyla kullanıcının bilgisayar üzerinde seçtiği bir konuma excel formatında aktarılır.

5.2.1.1 Eksik verilerin tamamlanması

Eksik verilerin tamamlanması yöntemin başarılı olması üzerinde önemli rol oynar. Çevresel faktörlü değişkenlerdeki eksik veriler tahmin çalışmalarını olumsuz etkilemektedir (Haworth ve Cheng, 2012). MODIS sensörleri, dünya yüzeyinden yansıyan radyasyonu her 2 günde ölçer. Ölçülen bu veriler, önceden işlenir ve bir veri ürününe dönüştürülür; örneğin MOD13 ailesi bitki örtüsü endeksleri. Uydusu görüntüleri genellikle atmosferik aerosol, bulutlar veya diğer atmosferik koşullardan etkilenir ve eksik veri sorunu oluşturur. EVI ve LST ölçümlerini yapan MODIS sistemi üzerindeki TERRA uydusu ölçümlenemeyen bu değerleri bizlere -3000 veya N/A verisi olarak iletmiştir. Çevresel faktörler sıcaklık ve yağış verilerindeki eksik verilerin tamamlanması için IBM tarafından geliştirilmiş olan IBM SPSS Statistics Data Editor Programı kullanılmıştır. Eksik veriler bir önceki veri ve bir sonraki verilerin hesaplanması ortalama atama “mean substitution” yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

5.2.2 Yapay zekâ

Günümüzde sık duyduğumuz yapay zekâ kavramının tanımını yapmak oldukça zordur. Çünkü yapay zekâ kavramı bilgisayar bilimlerinden, psikolojiye, fizikten tıp alanına felsefeye kadar birçok disiplin ile ilişkili olup ayrı düşünülemez bir bilim dalıdır. Çok farklı amaçlar için geliştirilen bu teknik (Uydu resimlerinin ve bilgilerinin okunması ve belirlenmesi vb.) günümüzde popülerliğini korumakta ve günden güne insanların bu teknolojiye olan bağımlılığı artmaktadır. Yapay zekâ, en kısa tanımıyla insana özgü zekâ olarak nitelendirdiğimiz davranışların (akıl yürütme, anlam çıkarma, genelleme, geçmiş deneyimlerden dersler çıkarma vs.) makinalar tarafından modellenme yeteneği olarak tanımlanabilir.

İlk defa yapay zekâ kavramını Dartmouth Konferansı sırasında John McCarthy (1956) tarafından kullanılmıştır. Bu tarihten itibaren yapay zekâ kavramı;

- Uzman Sistemler
- Yapay Sinir Ağları
- Fuzzy Mantık

- Genetik Algoritma şeklinde alt dallara ayrılmıştır.

Yapay zekâ kavramının karşılaşılan her problemde genel amaçlı bir program olması yerine her bir soruna özel yaklaşım fikri yapay zekâ alanına yeni bir bakış kazandırmıştır. Bu bağlamda birçok model geliştirilmiştir. Bunlar;

- Tavlama Benzetimi (Simulated Annealing),
- Uzman Sistemler (Expert Systems),
- Bilgisayarlı Görme (Computer Vision),
- Konuşma Tanıma (Speech Recognition),
- Yapay Sinir Ağları (ANN: Artificial Neural Networks),
- Bulanık Mantık (Fuzzy Logic),
- Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms),
- Kaotik Modelleme,
- Robotik

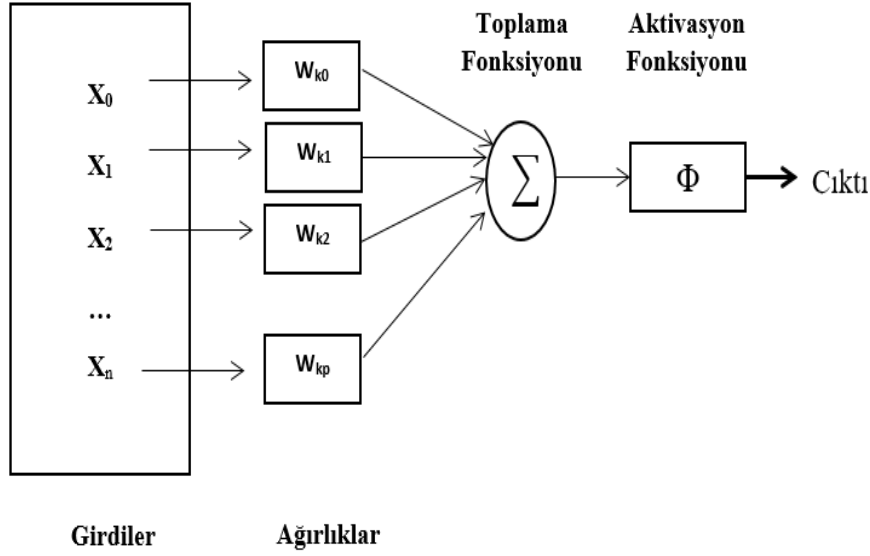
bunların bir veya birkaçının kullanılmasıyla oluşturulan hibrid (karma) sistemler başlıca teknikleri oluşturmaktadır.

Bu tez çalışmasında bu tekniklerden YSA NARX (Nonlinear Autoregressive Exogenous – Doğrusal Olmayan Otoregresif Eksojen) modeli kullanılmıştır. Ayrıca Dalgacık dönüşümü yöntemi ile tahminlerin iyileştirilmesi sağlanacaktır. Çalışmada hibrit bir sistem oluşturulup bölgesel kentleşme ve iklim değişiklikleri üzerine geleceğe yönelik tahminlerde bulunulacaktır.

5.2.3 Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları genel olarak insan beyninin biyolojik sinir sistemi yapısının örnek alındığı sinirsel algılayıcılar yardımı ile insana özgü geçmiş deneyimlerinden yararlanarak ya da sınıflandırılmış bilgileri kullanarak yeni bilgiler oluşturabilme, türetebilme vb. yeteneklerin makinalar tarafından gerçekleştirilmesidir. Örüntü tanıma, sistem tanılama, robotik, sinyal işleme, nonlinear denetim alanları gibi birçok uygulama alanında yapay sinir ağları yaygın olarak kullanılmaktadır (Efe ve Kaynak, 1999; Narendra ve Parthasarathy, 1990). Biyolojik sinir sistemimizin yapısının modellenmesine

çalışılmasıyla oluşturulan YSA'nın mühendislik biliminde oluşturulurken 5 temel parametre göz önüne alınmıştır. Bu parametreler, Şekil 5.2' de görüldüğü üzere girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktılarıdır.



Şekil 5.2: YSA Örneği

Kaynak: Öztemel, E. (2012)' den değiştirilerek.

Girdi (Inputs): Bu sinir ağındaki ilk katmandır. Giriş sinyallerini alır ve bir sonraki katmana iletir. Şekilde X ile gösterilenler girdilerdir.

Ağırlıklar (Weights): Girdilere karşı gelen ağırlık değerleridir. Bir ağırlık, birimler arasındaki bağlantının gücünü gösterir. Düğüm 1'den düğüm 2'ye olan ağırlık daha büyükse, bu, nöron 1'in nöron 2 üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu anlamına gelir. Bir ağırlık, giriş değerinin önemini düşürür. Sıfıra yakın ağırlıklar, bu girişin değiştirilmesinin çıkışı değiştirmeyeceği anlamına gelir. Negatif ağırlıklar, bu girişin artırılmasının üretimi azaltacağı anlamına gelir. Ağırlık, girdinin çıktı üzerinde ne kadar etkisi olacağına karar verir.

Toplama Fonksiyonu (Transfer Function): Giriş verilerinin çıkış verilerine çevrildiği fonksiyondur ve net girdiyi hesaplar. Özellikle, farklı yapıdaki dört transfer fonksiyonu yaygın olarak kullanılır. Bunlar; Birim adım (eşik), sigmoid, parça parça doğrusal ve Gaussian fonksiyonlarıdır. Toplama Fonksiyonları Çizelge 5. 2' de verilmiştir (Çayıroğlu, 2015).

Çizelge 5.2: Toplama Fonksiyonları

Toplama Fonksiyonları	Açıklama
Toplam $Net = \sum_{i=1}^N X_i * W_i$	Ağırlık değerleri girdiler ile çarpılır ve bulunan değerler birbirleri ile toplanarak Net girdi hesaplanır.
Çarpım $Net = \prod_{i=1}^N X_i * W_i$	Ağırlık değerleri girdiler ile çarpılır ve bulunan değerler birbirleri ile çarpılarak Net girdi hesaplanır.
Maksimum $Net = Max(X_i * W_i)$	N adet girdi içinden ağırlıklar girdilerle çarpıldıktan sonra içlerinden en büyük Net girdi olarak kabul edilir.
Minimum $Net = Min(X_i * W_i)$	N adet girdi içinden ağırlıklar girdilerle çarpıldıktan sonra içlerinden en küçük Net girdi olarak kabul edilir.
Çoğunluk $Net = \sum_{i=1}^N Sgn(X_i * W_i)$	N adet girdi içinden girdiler ağırlıklar çarpıldıktan sonra pozitif ile negatif olanların sayısı bulunur. Büyük olan sayı hücrenin net girdisi olarak kabul edilir.
Kümülatif Toplam $Net = Net(eski) + \sum_{i=1}^N X_i * W_i$	Hücreye gelen bilgiler ağırlıklı olarak toplanır. Daha önce hücreye gelen bilgilere yeni hesaplanan girdi değerleri eklenerek hücrenin net girdisi hesaplanır.

Aktivasyon Fonksiyonu (Activation Function): Girdi verisine uygun çıktı verisini üreten fonksiyondur. Aktivasyon fonksiyonlarının doğrusal olmayan ve sürekli olarak ayırt edilebilir olması gerekir. Bazı Aktivasyon Fonksiyonları Çizelge 5.3’ de verilmiştir (Çayıroğlu, 2015).

Çizelge 5.3: Aktivasyon Fonksiyonları

Aktivasyon Fonksiyonları	Açıklama
Lineer fonksiyon $F(Net) = Net$	Girdiler olduğu gibi hücrenin çıktısı olarak kabul edilir.
Step fonksiyonu $F(Net) = \begin{cases} 1 & \text{if } Net > \\ 0 & \text{if } Net \leq \end{cases} \text{ Eşik değeri}$	Kullanılan NET girdi değerinin belirlenen bir eşik değerinin altında veya üstünde olmasına göre hücrenin çıktısı 1 veya 0 değerlerini alır.
Sinüs fonksiyonu $F(Net) = Sin(Net)$	Öğrenilmesi planlanan olayların sinüs fonksiyonuna uygun dağılım gösterdiği durumlarda kullanılır.
Eşik Değer Fonksiyonu $F(Net) = \begin{cases} 0 & \text{if } Net \leq 0 \\ NET & \text{if } 0 < NET < 1 \\ 1 & \text{if } NET \geq 1 \end{cases}$	Kullanılan bilgilerin 0 veya 1 değerinden büyük veya küçük olmasına göre hesaplanır. 0 ve 1 arasında değerler alabilir. 0 ve 1 dışında değerler alamaz.
Hiperbolik tanjant fonksiyonu $F(Net) = (e^{Net} + e^{-Net}) / (e^{Net} - e^{-Net})$	Gelen NET girdilerin tanjant fonksiyonundan geçirilmesi ile hesaplanır.

Çıktı (Outputs): Aktivasyon işlemi sonucunda ulaşılan son veridir. Veri dışarıya veya tekrar hücre içine gönderilir.

Yapay sinir ağları genel olarak tek katmanlı veya çok katmanlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

5.2.3.1 Yapay sinir ağlarında eğitim, öğrenme ve test etme

Yapay sinir ağlarında ağın eğitilmesi katmanlar arasındaki ağırlık değerlerinin belirlenmesi ile gerçekleşir. Başlangıçta sabit olarak belirlenen bu değerler ağa verilen örneklerle değişmektedir. Ağa katılan yeni örneklerle ağırlık değerleri yenilenerek amaca ulaşılmaya çalışılır. Yapay sinir ağlarının eğitiminde kullanılacak bütün girdi ve çıktı verilerine eğitim kümesi adı verilmektedir. Yapay sinir ağlarının eğitilmesi aşamasında aynı eğitim kümesi ağa defalarca verilerek girdi ve çıktı değerlerine göre en uygun ağırlıkların belirlenmesi beklenir. İterasyon(epoch) değeri, tüm eğitim kümesinin ağa kaç kere tanıtıldığıyla ölçülmektedir. Eğitim kümesindeki girdi ve çıktı değerleriyle istenilen sonuca ulaşılmıca da ağırlık değerleri saklanır.

Yapay sinir ağlarının eğitim aşamasında belirlenen sabit ağırlıklar ile örneklerin temsil ettiği problem konusunda ağın genelleme yeteneğine kavuşması beklenir. Bu genelleme, ağa daha önce tanıtılmamış ancak aynı evrenden gelen girdi ve çıktı verilerinin doğru sınıflanlandırılmasıyla tanımlanabilir. Ağın bu genelleştirme işlemi ağın öğrenmesi olarak adlandırılır.

Ağın öğrenme işlemi iki aşamada gerçekleşir. İlk aşamada ağa verilen girdi değerleri için ağın üreteceği çıktı değerleri belirlenir. Çıktı değerlerinin doğruluk derecesine göre ağırlıklar değiştirilir. Ağ çıktısının belirlenmesi ve ağırlıkların değiştirilmesi öğrenme kuralına bağlı olarak değişiklik gösterecektir. Ağırlık değişimi yoksa ağın öğrenme işlemi de durmuş demektir.

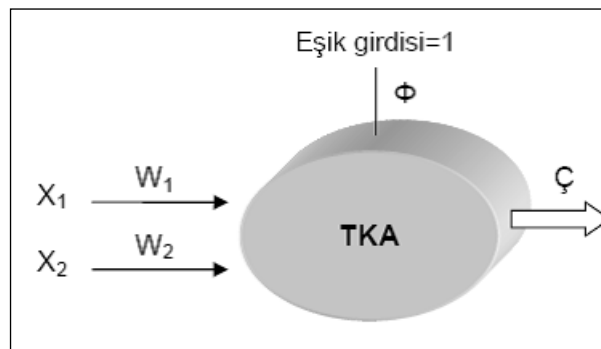
Ağın eğitim sürecindeki hata düzeyi ile test sürecindeki hata düzeyi arasında anormal derecede farklılık mevcutsa, ağ ezberleme sorunu ile karşılaşmıştır (Kargı, 2013). Ağın gereğinden fazla eğitilmesi, ağın problemi öğrenmek yerine girdi verilerini ezberlemesi ile sonuçlanır. Bu sorun ağın genelleme yapamamasına ve hatalı sonuçlar üretmesine neden olur. Genelleme yeteneği olmayan ağ gerçek hayattaki örüntüyü iyi temsil edemediği için güvenilirliğini yitirir ve kullanılmaz.

Bir yapay sinir ağlarının eğitiminin tamamlanması ağın öğrenip öğrenmediğini (performansını) ölçmek için denemeler yapılarak ağın test edilmesi ile sonuçlandırılır. Ağı test etmek için ağın eğitimi sırasında görmediği, yani veri kümesinden test amaçlı olarak ayrılan test kümesi verileri kullanılır. Test sürecinde ağırlık değerleri değiştirilmemektedir. Test kümesindeki veriler ağa gönderilmekte ve ağın eğitim aşamasında kullanılan ağırlıklar ile çıktı verileri üretilmektedir. Sonuçta üretilen çıktı değerlerine göre ağın performansı değerlendirilir.

Sonuç olarak bir yapay sinir ağı, ele alınan örneklerden öğrenir ve örnekleme verileri üzerindeki genelleştirme yeteneği kazanır. Ağın performansı, örnekleme verilerinden ne kadar iyi genelleme yapabildiğiyle orantılıdır. Örnekleme algoritması, ulaşılmak istenen çıkış vektörü ile gerçekleşen çıkış vektörü arasındaki farkı değerlendirerek, eğitim kümesi üzerindeki ortalama hatayı en aza indirmek için ağın ağırlık değerlerini değiştirir. Bu işlem beklenen şekilde gerçekleştiğinde ağa tanıtılan yeni giriş verileri istenilen sonuçları doğru olarak tahmin eder.

Tek katmanlı YSA

Tek katmanlı YSA modeli girdi ve çıktı katmanından oluşur ve sadece doğrusal problemlerin çözümünde kullanılır. Girdi verilerinin her birinin bir ağırlığı vardır ve çıktı katmanına bağlıdır. İki girdisi ve bir çıktısı olan Tek Katmanlı YSA modeli Şekil 5.3’ de verilmiştir.



Şekil 5.3: YSA Tek Katmanlı Modeli

Kaynak: Öztemel, E. (2012)’ den değiştirilerek.

Ağın Çıktı verisi ağırlıklandırılmış girdi verilerinin eşik girdisi verisi ile toplanması ile elde edilir. Çıktı verisi ağın doğrusal olması yapısı itibariyle +1

veya -1 değerini alır. Bu yüzden eşik girdisi kullanılır ve ağın sıfır değeri olması önlenmiş olur (Öztemel,2012).

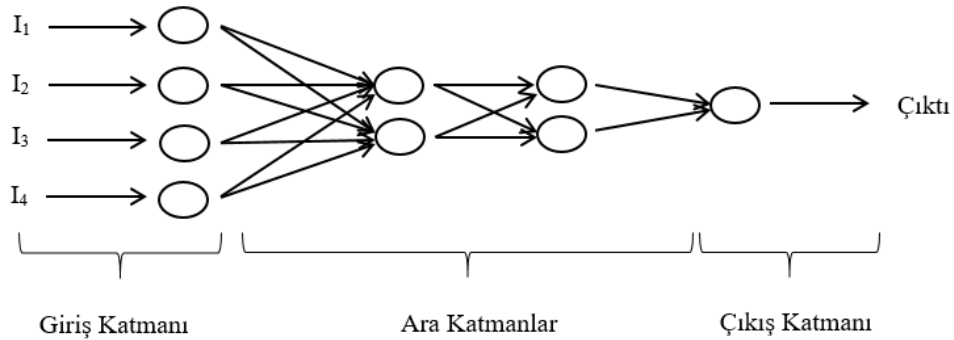
Çok katmanlı YSA

Doğrusal olmayan problemlerin çözümüne olanak sağlaması amacı ile geliştirilen çok katmanlı YSA modeli genel olarak 3 katmandan oluşur. Bunlar bilgi girişinin yapıldığı girdi katmanı, verilerin işlendiği bir ya da daha fazla ara katman ve çıktı katmanıdır. Çok katmanlı YSA modelinde verileri ileri ve geri beslemeli olarak işlenebilir.

5.2.3.2 Yapay Sinir Ağları Modellerine Göre Sınıflandırılması

İleri beslemeli YSA

İleri beslemeli Yapay sinir ağları modelinde veri akışı girdi katmanı, ara katman ve çıktı katmanına doğrudur. Diğer bir deyişle tek yönlü bir bilgi akışı vardır. Şekil 5.4 ileri beslemeli ağ modeline örnek verilebilir. Ara katmanın kaç seviye olacağı ve hücre sayısı probleme göre belirlenir.



Şekil 5.4: İleri Beslemeli YSA modelinin blok diyagramı

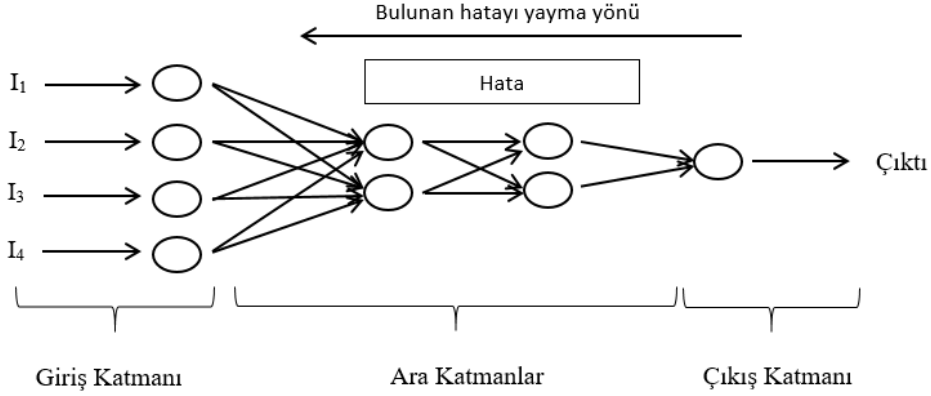
Kaynak: Efendigil ve diğ., (2017)' den değiştirilerek

İleri beslemeli ağlara Çok Katmanlı Algılayıcılar (MLP) ve Öğrenme Vektör Nicelendirmesi (LVQ) ağları örnek olarak verilebilir (Sağiroğlu ve diğ., 2003).

Geri beslemeli YSA

Geri beslemeli YSA'nda ise ara veya çıkış katmanında olan verilerin giriş birimine ya da kendinden önceki birime aktarılabilmesi ağ yapılarıdır. Böylece veriler hem ileri hem de geri yönde aktarılmış olurlar. Bu yapı ile ağ doğrusal olmayan dinamik bir yapı gösterir. Bu çeşit YSA'ların dinamik hafızaları vardır

ve bir andaki çıkış hem o andaki hem de önceki girişleri yansıtır. Geri beslenme sayesinde hem ağın öğrenme kabiliyeti artar hem de ağ daha etkin bir biçimde çalışır (Şekil 5.5). Geri beslemeli YSA mimarisi genellikle denetimsiz öğrenme çeşidinin uygulandığı ağlarda kullanılmaktadır. Geri beslemeli ağlara Hopfield, Elman ve Jordan ağları örnek olarak verilebilir (Alataş, 2006).



Şekil 5.5: Geri Beslemeli YSA modelinin blok diyagramı Geri Beslemeli YSA

Kaynak: Jin ve Kim. (2015)' den değiştirilerek

Modüler yapay sinir ağları

Modüler sinir ağı (MNN) 1991 yılında önerilen bir modeldir (Jacobs,1991). Sistemi birbirinden bağımsız çalışan birden fazla sinir ağı oluşturmaktadır. Her sinir ağı, diğer sinir ağlarıyla karşılaştırıldığında benzersiz olan bir dizi girdi verisi ile işlem yapar. Hesaplama işlemi sırasında bu sinir ağları arasında sinyal alışverişi veya etkileşimi yoktur. Modüler ağlar karmaşık ve büyük hesaplama süreçlerini küçük bileşenlere bölerek problemin hızlı ve kolay çözülmesini sağlar. Sistemin nihai çıktısı problemin çeşitli modüllere bölünmesi ve modüllerin yanıtlarının entegrasyonunun tamamının bir entegratör tarafından oluşturulması ile gerçekleşir. Toplam işlem süresi, kullanılan nöronların katılımına ve bu sürece kaç nöronun dâhil olduğuna da bağlı olarak değişir. Hem denetimli hem de denetimsiz öğrenme algoritması kullanılabilir. (Mitchell ve Pover,2002).

Radyal tabanlı fonksiyon ağ modeli

Radyal tabanlı fonksiyon ağ modeli (RTYSA) 1988 yılında biyolojik sinir hücrelerinde rastlanılan etki tepki davranışlarından esinlenerek geliştirilmiştir

(Broomhead ve Lowe, 1988). Radyal tabanlı fonksiyonlar ilk olarak, sayısal analizde çok değişkenli interpolasyon problemlerinin çözümünde karşımıza çıkmıştır. YSA' nın ilerlemesiyle birlikte bu fonksiyonlardan YSA tasarımında da kullanılmaya başlamıştır (Emas,2003). RTYSA modelleri tahmin, eğri uydurma ve fonksiyon yaklaştırma gibi problemlerin çözümünü içeren uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Kim ve Kim,2004).

RTYSA, denetimli ve denetimsiz öğrenme olmak üzere karma bir öğrenme süreci kullanır. Denetimsiz öğrenme ile gerçekleştirilen ilk aşama, girdi verilerine gizli katmanda radyal tabanlı fonksiyonunun uygulanması ile gerçekleşir. İkinci aşamada ise denetimli öğrenme ile gerçekleşir. Bu aşamada gizli katmandan elde edilen çıktı verileri doğrusal dönüşüm uygulanarak ağ çıktıları ile beklenen çıktılar arasındaki hatayı en aza indirmek için ağırlıkların belirlenmesi sürecidir.

Yinelenen sinir ağları

Tekrarlayan Sinir Ağının (RNN) prensibi, birimler arasındaki bağlantıların yönlendirilmiş bir döngü içerisinde çalışması olgusuna dayanır. Başka bir deyişle bir katmanın çıktısı tekrar girdiye geri beslenmektedir. Bu döngü zamana bağlı bir yapının veya dinamik bir yapının modellenmesine olanak sağlar. İşlem sürecinde, her nöron bir hafıza hücresi görevi görür. Her bir nöron, bir sonraki zaman adımına geçerken bir önceki zamana ait bilgileri tutar. Tahmin, çıkan sonuçla karşılaştırılır ve hata oranının en aza indirgenmesine çalışarak iyileşir. Öğrenme oranı, ağın yanlış tahminden doğru tahmine ne kadar hızlı ulaşabildiğinin oranıdır. Tekrarlayan Sinir Ağlarının pek çok uygulaması vardır ve bunlardan biri metni konuşmaya dönüştürme modelidir. Tekrarlayan sinir ağı, herhangi bir öğretme sinyali gerektirmeden denetimli öğrenme için tasarlanmıştır.

Yapay Sinir Ağları genellikle 2 tip öğrenme algoritması kullanır. Bunlar denetimli ve denetimsiz öğrenmedir.

Denetimli öğrenme: Denetimli öğrenmede ağa hem girdi hem çıktı verileri verilir. Ağın ürettiği çıktı ile olması gereken çıktı arasındaki fark sıfır veya ona yakın bir değer çıkana kadar ağırlıkların değiştirildiği öğrenme çeşididir.

Denetimsiz öğrenme: Ağa sadece girdi verileri verilir. Girdi verilerine uygun çıktı üretilinceye kadar bağlantı ağırlıkları değiştirilir.

Yapay sinir ağlarının genelleme yeteneği ağın topografyasının doğru seçimiyle birebir orantılıdır.

5.2.3.3 Yapay sinir ağlarının tahmin için kullanımı

Bir olayın gelecekte nasıl gerçekleşeceğine dair iddiada bulunmaya tahmin denir. Bu işlem, geçmiş ve günümüz verileri ile gerçekleştirilir. Yapay sinir ağları tahmin çalışmalarında başarılı sonuçlar veren ve literatürde sıkça karşımıza çıkan bir yöntemdir. Yapay sinir ağları geçmişteki ve günümüzdeki verileri kullanarak ağı eğitir, veriler arası gizli bağılıkları bulur ve onları ileriye dönük tahminde bulunmak için kullanabilir.

Literatürde gelecek tahmini ile ilgili olarak şimdiye kadar yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde çok çeşitli yaklaşımlar olduğu anlaşılmaktadır. Kullanılan bazı modellere; Backpropagation, ART (Uyarlanabilir Yankılaşım Teorisi), Simple Recurrent Network (Basit Yinelenen Ağlar) ve Narx Network (Nonlinear Autoregressive Exogenous – Doğrusal Olmayan Otoregresif Eksojen) ağları örnek olarak verilebilir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NARX ağları, nonlinear sistem modelleme ve zaman serilerinde tahmin uygulamalarında başarılı sonuçlar veren bir geribeslemeli yapay sinir ağı modelidir. Geleneksel geribeslemeli ağ yapılarına göre, daha hızlı yakınsamakta ve daha etkili bir öğrenme ortaya koyduğu belirtilmelidir (4–6). Tahmin edilmek istenilen EVI değeri diğer parametrelere bağımlı olmasından dolayı doğrusal olmayan oto-regresif modeller (NARX) ile çalışılmıştır.

NARX yapay sinir ağları

NARX ağlar, istenen çıktının geçmiş zamanlardaki verilere bağlı olduğu tahmin çalışmalarında kullanılmak üzere Lin vd. (1996) tarafından önerilmiş bir yapay sinir ağı modelidir. NARX, birçok katman içeren geri beslemeli ve ileriye doğru hesaplamalı döngülü ve dinamik yapay sinir ağıdır. NARX tabanlı YSA yönteminde, gizli katmanda ve çıkış katmanında sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılmaktadır. Öğrenim algoritması olarak Levenberg-Marquardt (LM) algoritması kullanılmaktadır.

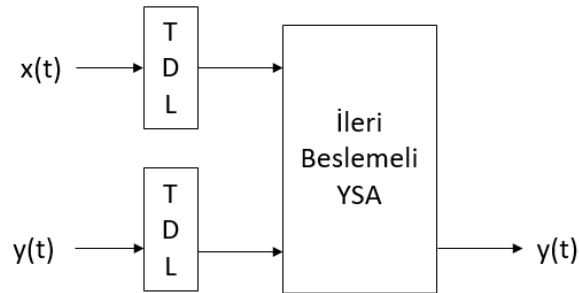
NARX modeli, zaman serisi modellemede yaygın olarak kullanılan doğrusal ARX (Otoregresif Eksojen) modeli örnek alınarak oluşturulmuştur. NARX modelinde, veri kümesi içindeki bağımlı değişken geçmişteki değerinin bir fonksiyonudur. Birçok zaman serisi modeli de bu süreci içermektedir. NARX modeli, aşağıdaki fonksiyonla ifade edilebilir;

$$y(t) = f(y(t-1), y(t-2), \dots, y(t-ny), x(t-1), x(t-2), \dots, x(t-nx)) \quad (5.3)$$

Denklem 5.3’ de verilen $y(t-1), y(t-2), \dots, y(t-ny)$ ağ çıktılarını, $x(t-1), x(t-2), \dots, x(t-nx)$ ise ağ girdilerini temsil eder. ny ve nx sırasıyla geribesleme için kullanılacak geçmiş çıktıların ve geçmiş girdilerin sayısını ifade etmektedir. Çıktı sinyaline bağlı olan $y(t)$ bir önceki çıktı değerinin sinyali ve bir önceki bağımsız girdi sinyalinin dönmesi ile hesaplanmaktadır (Url-17). NARX ağı, paralel ya da seri-paralel mimarileri kullanılarak tasarlanabilir (Jyothi, 2015; Xie ve diğ., 2009).

Seri-Paralel NARX Mimarisi

Seri-Paralel NARX mimarisi Şekil 5.6’de verildiği üzere gerçek çıkış değeri de ağın eğitilmesi sırasında girişe gönderilmektedir. Ağın eğitimi sırasında gerçek çıktı verisi kullanıldığından, tahmini çıktıyı geri beslemek yerine gerçek çıktının kullanıldığı bir seri-paralel mimari oluşturulur. Hata payı azdır ancak sadece bir adım ötesini tahmin edebilir. Bu nedenle kısa dönemli tahminler için daha uygundur (Url-17).

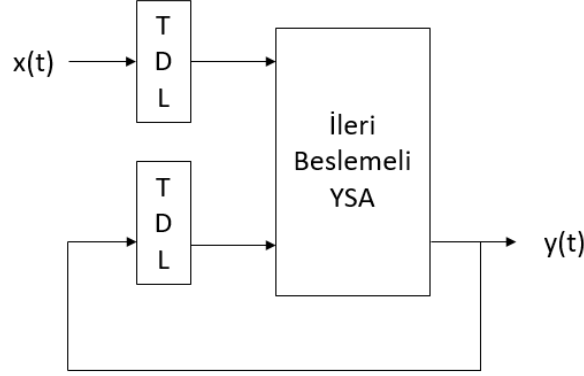


Şekil 5.6: Seri- Paralel NARX Mimarisi

Paralel NARX Mimarisi

Tahmin edilen çıkış değeri Şekil 5.7’ de verildiği gibi tekrar ileri beslemeli ağın girdi parametresi olarak ağa verilir. Elde edilen tahminin değeri, modele yapılan

girişlere ve önceki çıkışlara bağlıdır. TDL (Tapped Delay Line), zamansal gecikmeyi anlatmak için kullanılır ve ağı önceki girdi değerleriyle beslemeye yarar. Bu mimari bir adım ötesinden fazla tahmin yapılabilmesini sağlar (Url-17).



Şekil 5.7: Paralel NARX Mimarisi

Çalışma kapsamında kentleşme sürecini belirlenmesi için, birden fazla iç içe parametrik değişken incelenmektedir. Değişkenlerin kaotik yapısı, olayları belirli bir zaman dilimine bağlı olarak tahmin edilebilme olasılığını azaltır (Lambat ve diğ., 2005). Bu çalışmada NARX yapay sinir ağları EVI tahmini için kullanılmıştır. Ağda ilk olarak eğitim için seri-paralel mimariye sahip NARX ağı kullanılmış ve ağ eğitimi tamamlandıktan sonra geri besleme döngüsü eklenerek paralel mimari kullanılmıştır. Bu aşamadan sonra ağ gerçek üretim değerlerini görmemiş; tahmin yapması istenilen süreye ait ölçülen EVI, LST, yağış ve sıcaklık değerlerini kullanmıştır.

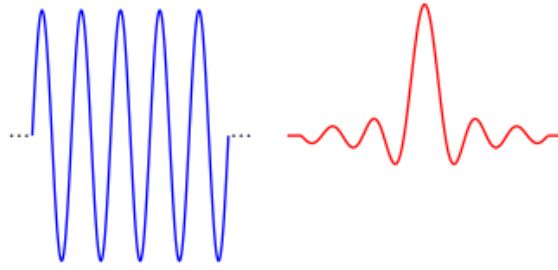
5.2.4 Dalgacık dönüşümü

İklim değişimi ve kentleşme sürecini belirlenmesinde iç içe geçmiş birden fazla parametrik değişkenlerin incelenmesi gerekir. İklim değişimi ve kentleşme sürecinin belirlenmesinde bitki örtüsü, yaprak bitki indeksi, yağış, nüfus yoğunluğu, bina sayısı vb. verilerin yerel ve zamansal değişimleri ülkelerin gelecek stratejilerini belirlemesi açısından hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmada verilerin tahmin başarısını arttırmak için Dalgacık dönüşümü ve YSA ile hibrit bir sistem oluşturulmuştur.

Bu tezde kullanılacak olan Dalgacık (Wavelet) dönüşümü, ilk defa 1909 yılında Alfred Haar tarafından “dalgacık” sözcüğü olarak doktora tezinde

kullanılmıştır. Zaman içinde Daubechies, Coifman ve Wickherhouser gibi önemli pek çok araştırmacı çalışmalarıyla konuya önemli bir ivme kazandırmışlardır.

Dalgacık analizi ile Fourier analizinde kaybedilen zaman bilgisine ulaşılır. Diğer bir deyişle dalgacık analizinde, zaman içerisinde değişen (durağan olmayan) bir sinyalin zaman-ölçek perspektifinden bakmamızı sağlayan bir dönüşüm türüdür. Bu sayede bir olayın eğim, kırılma, ansızın değişimi, başlangıç ve bitiş gibi özelliklerini izleyebiliriz. Şekil 5.8 'de Fourier analizinin temelini oluşturan sinüs dalgası ve bir dalgacık örneği verilmiştir.



Şekil 5.8: Sinüs dalgası ve bir dalgacık örneği

Kaynak: Abbak, R.A. (2018).

Dalgacık dönüşümü ile sinyal ile ilgili olarak, mekânsal ve zamansal ortamda aynı anda ayrıntılı bilgiye sahip olduğumuz için birçok alanda kullanılmaktadır. Günümüzde görüntü işleme (gürültü temizleme, sıkılaştırma), işaret işleme (işaret gösterimi, gürültü süzme vs.), haberleşme, biyokimya, tıp, matematik, istatistik vb. alanlarda kullanılmaktadır. Dalgacık analizinde kullanılan bir dalgacık fonksiyonu ($\psi(x)$) ile gösterilir (Percival ve Walden, 2002). Dalgacık fonksiyonu zaman alanında kaydırılarak ve ölçeklendirilerek analiz işlemi yapılır. Dalgacık dönüşümünün matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir;

$$\Psi_{(a,b)}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (5.4)$$

$\Psi_{(a,b)}$ ifadesi sürekli dalgacık dönüşümünü temsil eder.

$a > 0$, $b \in \mathbb{R}$ olmalıdır. Denklemden a ölçekleme parametresidir ve b dönüşüm parametresidir. ψ , dalgacık fonksiyonunu (ana dalgacığı) temsil eder.

5.2.4.1 Dalgacık özellikleri

Bir dalgacığın aşağıda verilen 2 özelliği sağlaması gerekmektedir.

- 1) ψ 'nin integrali sıfır olmalıdır.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi(x) dx = 0 \quad (5.5)$$

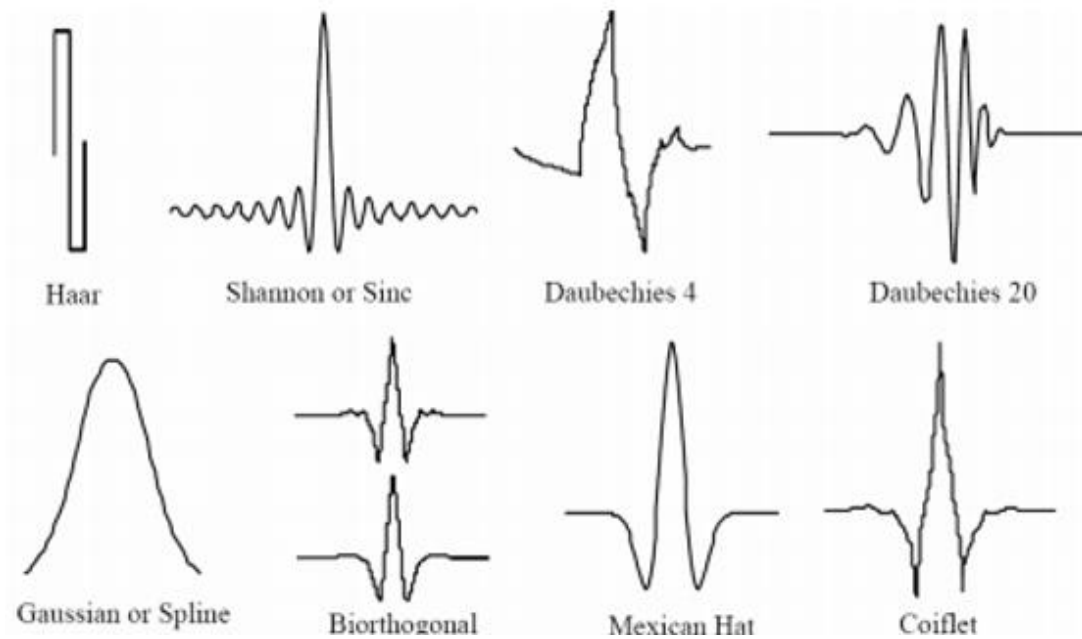
- 2) ψ 'nin karesinin integrali bire eşit olmalıdır.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi^2(x) dx = 1 \quad (5.6)$$

Ters dalgacık denklemi de aşağıdaki gibidir.

$$x(t) = \frac{1}{C_\psi} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{a^2} \cdot W(a, b) \cdot \psi_{a,b}(t)^{da.db} \quad (5.7)$$

Formül 5. 7' de verilen C_ψ dalgacık sabitidir ve dalgacık türüne bağlı olarak değişir. Dalgacık dönüşümünde kullanılan bazı ana dalgacık fonksiyonları Şekil 5.9 'da verilmiştir.



Şekil 5.9: Örnek dalgacık şekilleri

Kaynak: Fugal, D.L. (2016).

6. ANALİZ VE UYGULAMA

6.1 İstatistiksel Analiz ve Modelleme

Bu tez çalışmasında kullanılan EVI, LST, sıcaklık ve yağış verileri üzerinde, SPSS paket programı kullanılarak birtakım istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu analizler sayesinde veriler arasındaki ilişkinin ve veri karakteristiğinin daha iyi anlaşılması hedeflenmektedir

EVI verileri MODIS üzerinde elde edilmiştir. Veriler her ay için 16 günlük periyodlarla iki parça olarak gönderilmektedir. 2008- 2012 ve 2016 yılları hariç Ekim ayında sadece ilk 16 gün EVI verisi elde edilmiştir, ikinci 16 günlük veri kayıptır. Kayıp olan ikinci 16 günlük verileri tamamlamak için, ilk 16 günlük verilerin aynısı kullanılmıştır. Belirtilen yıllarda ise Kasım ayı verilerinin sadece ilk 16 günü MODIS üzerinden temin edilmiştir ve aynı şekilde veriler tamamlanmıştır. EVI kayıp veri analizi Çizelge 6.1' de verilmiştir.

Çizelge 6.1: EVI kayıp veri analizi

	N	Kayıp Veri Sayısı	Oran (%)
Çatalca	209.664	129	0
Şile	204.624	269	0.1
Haymana	194.076	125	0
Seferihisar	210.000	2030	1
Alanya	209.664	2925	1.3
İzmit	201.264	986	0.4
Akçaabat	139.080	1523	1.1
Çermik	141.816	41	0

LST verileri de MODIS üzerinden elde edilmiştir. Veriler 8 günlük periyodlarla 4 parça şeklinde gönderilmektedir. LST verileri 2008- 2012 ve 2016 yılları hariç Ekim ve Nisan ayında üç parça olarak gönderilmektedir yani ilk 24 günün verilerine erişilebilmektedir. Belirtilen yıllarda ise Mayıs ve Kasım ayının verileri 3 parça olarak elde edilmiştir. Kayıp olan dördüncü parça verileri tamamlamak için, üçüncü parça verilerinin aynısı kullanılmıştır. LST kayıp veri analizi Çizelge 6.2' de verilmiştir.

Çizelge 6.2: LST kayıp veri analizi

	N	Kayıp Veri Sayısı	Oran (%)
Çatalca	32.928	2892	8.7
Şile	32.928	2027	6.1
Haymana	32.928	841	2.5
Seferihisar	31.556	1551	4.9
Alanya	32.926	1876	5.6
İznic	32.830	694	2.4
Akçaabat	23.422	1722	7.3
Çermik	23.422	127	0.5

Sıcaklık ve yağış verileri MGM veri arşivinden elde edilmiştir. Eksik verileri tamamlamak için kayıp verinin bir gün öncesi ve bir gün sonrası verilerinin ortalaması alınmıştır. Elde edilen sıcaklık ve yağış verileri için kayıp veri analizi Çizelge 6.3 ve 6.4’ de verilmiştir.

Çizelge 6.3: Sıcaklık kayıp veri analizi

	N	Kayıp Veri Sayısı	Oran (%)
Çatalca	4897	0	0
Şile	5021	0	0
Haymana	4912	0	0
Seferihisar	5088	0	0
Alanya	5117	0	0
İznic	5057	0	0
Akçaabat	3635	0	0
Çermik	3643	0	0

Çizelge 6.4: Yağış kayıp veri analizi

	N	Kayıp Veri Sayısı	Oran (%)
Çatalca	4925	0	0
Şile	4993	0	0
Haymana	4950	0	0
Seferihisar	5050	0	0
Alanya	5096	0	0
İznic	5059	0	0
Akçaabat	3378	0	0
Çermik	3387	0	0

Çizelge 6.5, Çizelge 6.6, Çizelge 6.7, Çizelge 6.8’ de her ilçenin göz önüne alınan inceleme dönemine ait EVI, LST, sıcaklık ve yağış verilerine göre tanımlayıcı istatistiksel bilgiler verilmiştir.

Çizelge 6.5: EVI veri analizi

İlçeler	Min.	Maks.	Ort.	SS.	Medyan	Aralık	Çarpıklık	Basıklık
Çatalca	.15	.75	.45	.17	.46	.60	.10	-1.71
Şile	.11	.45	.28	.05	.28	.34	.23	-1.01
Haymana	.10	.34	.15	.04	.14	.24	1.01	-.34
Seferihisar	.18	.46	.15	.04	.27	.28	.35	-1.21
Alanya	.23	.38	.30	.02	.30	.15	.19	-.35
İznic	.20	.37	.29	.02	.29	.17	.35	-1.21
Akçaabat	.15	.50	.30	.07	.30	.35	-.03	-.92
Çermik	.11	.30	.19	.04	.17	.19	1.51	1.15

Çizelge 6.6: LST veri analizi

İlçeler	Min.	Maks.	Ort.	SS.	Medyan	Aralık	Çarpıklık	Basıklık
Çatalca	-2.2	29.5	17.7	7.2	18.8	31.7	-0.4	-0.8
Şile	-2	32.7	19.3	8.1	18.2	34.7	-.2	-1.3
Haymana	-27	46	22.5	13.2	24.7	77	-.2	-1.0
Seferihisar	7.2	42.8	25.2	10.3	24.2	35.6	0	-1.4
Alanya	12	35.3	23.8	6.8	23.1	23.3	0	-1.3
İznic	0.7	34.5	19.8	9.1	19.3	33.8	0	-1.3
Akçaabat	-32	30.1	13.2	15.6	19.1	62.1	-.4	-.5
Çermik	-20	47.1	22.7	19.7	25.8	67.1	-.7	0

Çizelge 6.7: Sıcaklık veri analizi

İlçeler	Min.	Maks.	Ort.	SS.	Medyan	Aralık	Çarpıklık	Basıklık
Çatalca	-1.5	24.1	12.2	6.8	12	25.6	0	-1.4
Şile	1.9	26.2	14.5	6.6	14	24.3	.1	-1.4
Haymana	-8.3	26.9	10.7	8.5	10.4	35.2	0	-1.1
Seferihisar	4.6	30.7	17.9	6.9	17	26.1	.1	-1.2
Alanya	10	32.8	20.9	6.2	20.2	22.3	.1	-1.3
İznic	2.5	28.5	16	7.09	15.6	26	0	-1.2
Akçaabat	4.1	27.8	15.5	6.3	14.5	23.7	.2	-1.5
Çermik	0	33.3	17	9.8	16.4	33.3	.1	-1.4

Çizelge 6.8: Yağış veri analizi

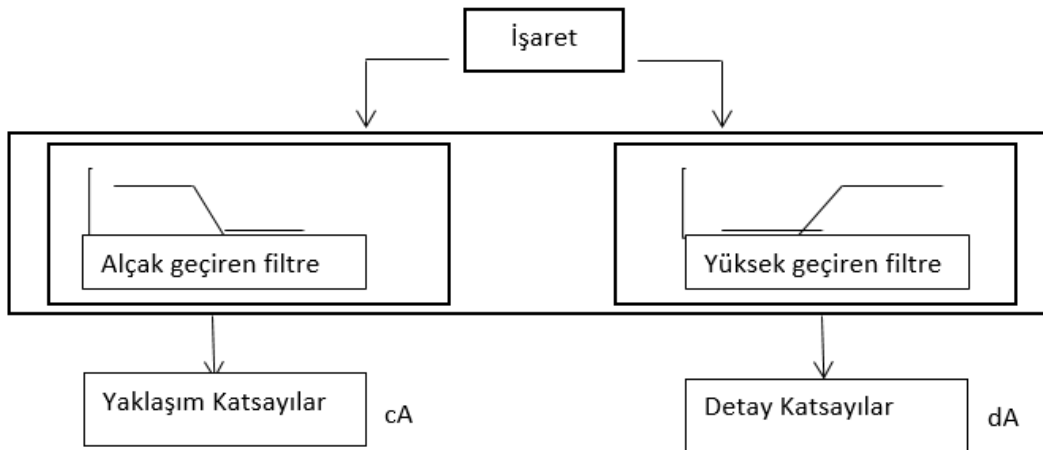
İlçeler	Min.	Maks.	Ort.	SS.	Medyan	Aralık	Çarpıklık	Basıklık
Çatalca	0	409.2	80.9	69	65.1	409.2	1.8	3.9
Şile	0	220.2	57.4	48.6	45.8	220.2	1.1	0.9
Haymana	0	109.6	23.7	22.0	17.8	109.6	1.2	1.2
Seferihisar	0	299.2	52.2	63.8	24.8	299.2	1.5	1.6
Alanya	0	446	74.4	85.4	47.4	446	1.6	2.3
İznic	0	250.6	40.3	33.5	35.8	250.6	1.8	3.9
Akçaabat	0.6	258.3	58.4	43.7	47.2	257.7	3.2	4.2
Çermik	0	347.2	45.8	60.5	27	347.2	4.0	6.8

6.2 Dalgacık (Wavelet) Analizi

Çalışmanın bu bölümde EVI verilerine dalgacık analizi uygulanmıştır. İstanbul-Çatalca ve İstanbul- Şile, Ankara-Haymana ilçeleri için her bir parametre 336 adet veri kaydı vardır. Diyarbakır- Çermik ve Trabzon- Akçaabat ilçeleri için her bir parametre 240 adet veri içermektedir. Veriler 16 günlük periyodlarla kayıt edildiği için ve ilçeler bazında analiz yıllarında değişiklik olduğu için veri sayısı değişmektedir. Günler ve aylar bazında kayıp veri bilgileri istatistiksel analiz bölümünde verilmiştir.

EVI verilerine ayrık dalgacık dönüşümü ve sürekli dalgacık dönüşümü uygulanmıştır. Analiz için MATLAB programının içindeki Wavelet Analyzer aracı kullanıştır. Ayrık dalgacık analizi gerçekleştirmek için Wavelet Analyzer içindeki Wavelet1D aracı, sürekli dalgacık dönüşümü analizi yapabilmek için ise Continuous Wavelet 1D aracı kullanılmıştır.

ADD ile analiz edilen zaman serisi düşük ve yüksek frekans birleşenlerine ayrılır ki düşük frekanslı içerik en önemli kısmını oluşturur, sinyalin ayrıntılarını verir. Dalgacık analizinde orijinal sinyal S harfi ile gösterilir ve iki tamamlayıcı sinyal ortaya çıkarır. Bu sinyaller yaklaşım (approximations) ve detay (details) bileşenleri olarak adlandırılır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1: ADD ile filtreleme

Kaynak: Misiti ve diğ. (1997).

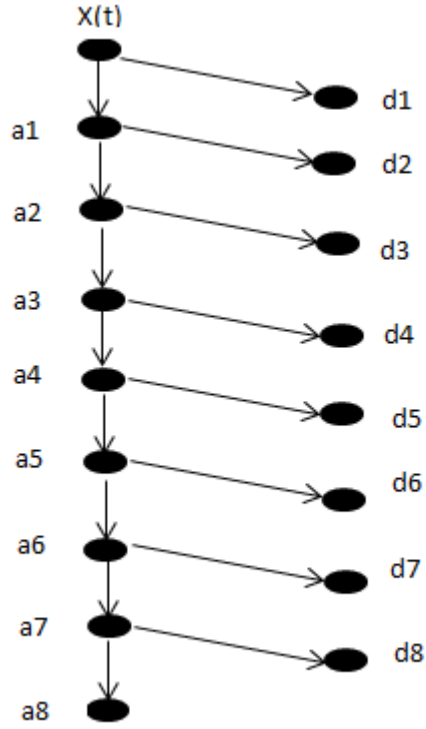
Filtreleme sonucunda ortaya çıkan yaklaşım ve detay bileşenlerinin miktarı orijinal işaretin veri miktarı kadar olacak fakat veri sayısı iki katına çıkacaktır.

Bu sorunu çözmek için aşağı örnekleme (down-sampling) işlemi kullanılır. Bu örneklemede her iki veriden bir tanesi atılır böylece hiçbir veri kaybı olmadan artıklık olarak nitelendirilen veri fazlalığından kurtulma olanağı sağlanır. Bu işlemden sonra ölçek 2 katına çıkarken çözünürlük yarıya düşer. Bu sayede yaklaşım ve detay bileşenlerinin sayısının toplamı orijinal S değerini verir. Ayrık dalgacık dönüşüm (ADD) analizinde $f[n]$ gerçek sinyal olmak üzere;

$$cD1 = \sum_{-\infty}^{+\infty} (f[n].g[2n - k]) \quad (6.1a)$$

$$cA1 = \sum_{-\infty}^{+\infty} (f[n].h[2n - k]) \quad (6.1b)$$

şeklinde ifade edilir. Formüldeki k ayrışma seviyesini temsil eder. $f[n]$ orijinal sinyal olup, n her seviyede detay veya yaklaşıma ait olan katsayıların sayısını ifade eder. Ayrışma sonrasında detay (cD1) ve yaklaşım(cA1) katsayıları elde edilir. Bu gösterimde ayrışma birinci seviyededir. Ayrışma işlemi sürdürülebilir. Böylece sinyal belirli seviyedeki düşük frekans bileşenlerine ayrıştırılabilir. Bu tez çalışması kapsamında kullanılan parametreler sekiz alt bileşene ayrılmıştır. Bu sekiz seviye ayrıştırma işlemi Şekil 6.2' de dalgacık ağacı ile gösterilmiştir.



Şekil 6.2: Dalgacık ağacı ile ayrıştırmanın gösterilmesi

Kaynak: Sayar ve diğ. (2018)' den değiştirilerek.

Şekil 6.2' de ayrışma işlemine a8 verisi orijinal $x(t)$ sinyalinin genel özelliklerini sadeleştirilmiş biçiminde gösterir ve iyi bir yaklaşım sunar. Detay bileşenleri ise $x(t)$ zaman serisi içindeki yüksek frekanslı ani değişimleri yakalamamıza yardımcı olur.

Yaklaşım birleşenleri (Approximation) (A); yüksek ölçekli, düşük frekanslı birleşendir. Çalışmada yaklaşım birleşenleri a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7, a8 olarak belirtilmiştir. Yaklaşım bileşenleri görece (a1) yüksek, (a4) orta ve (a8) düşük ölçekli değişimleri temsil eder. Sıraya göre küçük, orta ve büyük frekanslı olayları temsil ederler.

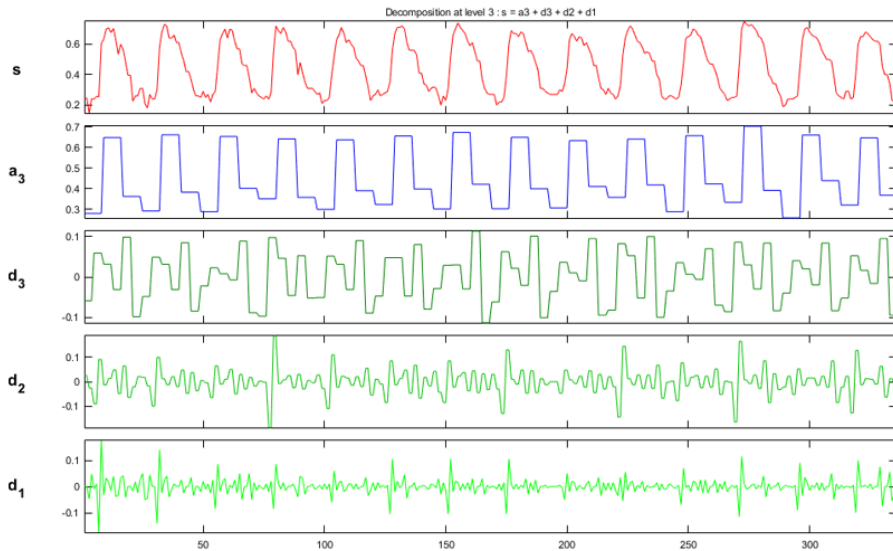
Detay Birleşenler (D); düşük ölçekli, yüksek frekanslı ve kısa periyoda sahip birleşendir. Detay birleşenler d1, d2, d3, d4, d5, d6, d7, d8 olarak belirlenmiştir. Detay birleşenleri görece (d1) yüksek, (d4) orta ve (d8) düşük frekanslı değişimleri temsil eder. Sıraya göre küçük, orta ve büyük ölçekli olayları temsil ederler. Birçok sinyal için düşük frekans içeriği sinyalin en önemli kısmıdır. Sinyalin düşük frekans içeriği sinyalin kimliğini belirler. Yüksek frekanslı birleşenler de sinyal üzerinde kayda değer bilgiler taşır. Örneğin insan sesini

dalgacıklarına ayırarak olursak, yüksek frekans bileşen bilgileri silinirse ses değişir kalınlaşır ama hala anlaşılabilir düzeydedir. Düşük frekanslı bileşen bilgileri silinirse ses tanınmaz hale gelir (Emhan,2017).

Çalışmada SDD ile zamana göre frekansı değişen sinyallerin saptanması amaçlanmaktadır. Analizde kullanılan parametreler, değer- zaman serisi bir sinyal fonksiyonu olarak dönüştürülmektedir. Bu parametrelere etki eden olaylar küçükten büyüğe doğru renk aralığına göre renklendirilmektedir. Oluşturulan bu grafiği yatay ekseni zaman serisini, dikey ekseni ise görülen olayların ölçeğini göstermektedir. Böylece olayların ölçeğini ve frekansını aynı anda görebiliriz. Bu analiz ile EVI değerine etki eden büyük, orta ve küçük ölçekli olayların etkilerinin saptanması hedeflenmektedir.

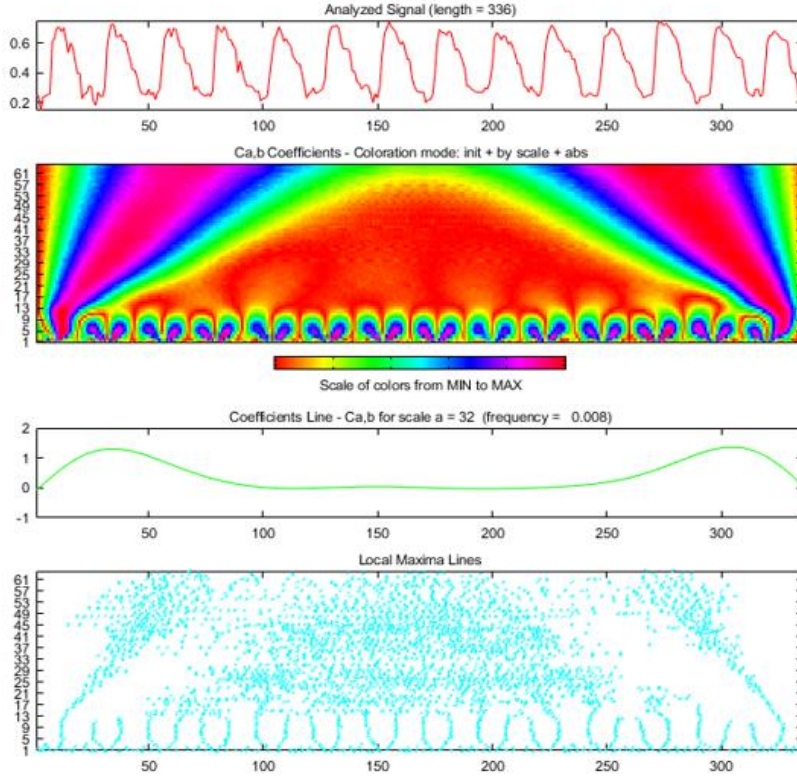
6.2.1 Çatalca dalgacık analizi

Çatalca ilçesine ait 2005-2018 yılı EVI zaman serisine ait 3. seviye ayırık dalgacık analizi sonucunda ortaya çıkan detay ve yaklaşım bileşenleri 6.3’de görülmektedir. Veriler 16 günlük periyod aralığında olup 2005-2018 yılları dönemini kapsamaktadır. EVI değişiminde küçük, orta ve büyük ölçekli olayların birlikte etkin bir rol oynadığı görülmektedir. EVI üzerinde 75 ve 275. günlerde orta ölçekli olaylar etkindir. Buna ek olarak zaman serisinin ortalarında büyük ölçekli olaylarında etkin rolü görülmektedir.



Şekil 6.3: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Çatalca EVI ayırık dalgacık dönüşümü

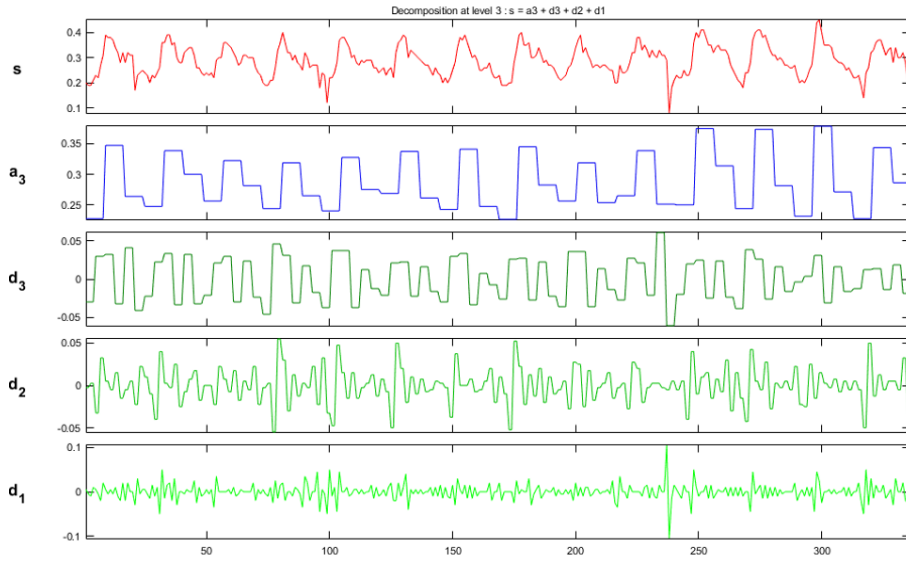
Şekil 6.4 'de 2005-2018 arası Çatalca ilçesi EVI zaman serisine ait sürekli dalgacık analizi görülmektedir. 14 yıl izlenen verilerin, küçük, orta ve büyük ölçekli olaylardan etkilendiği saptanmıştır. İlk ve son dört yıl EVI değişimlerinde büyük ölçekli olayların etkisi görülmektedir. EVI zaman serisinin ortasına gelen dönemlerde ise daha çok küçük ve orta ölçekli olaylardan etkilenmiştir.



Şekil 6.4: Continuous Wavelet 1D, mexh, Çatalca EVI sürekli dalgacık dönüşümü

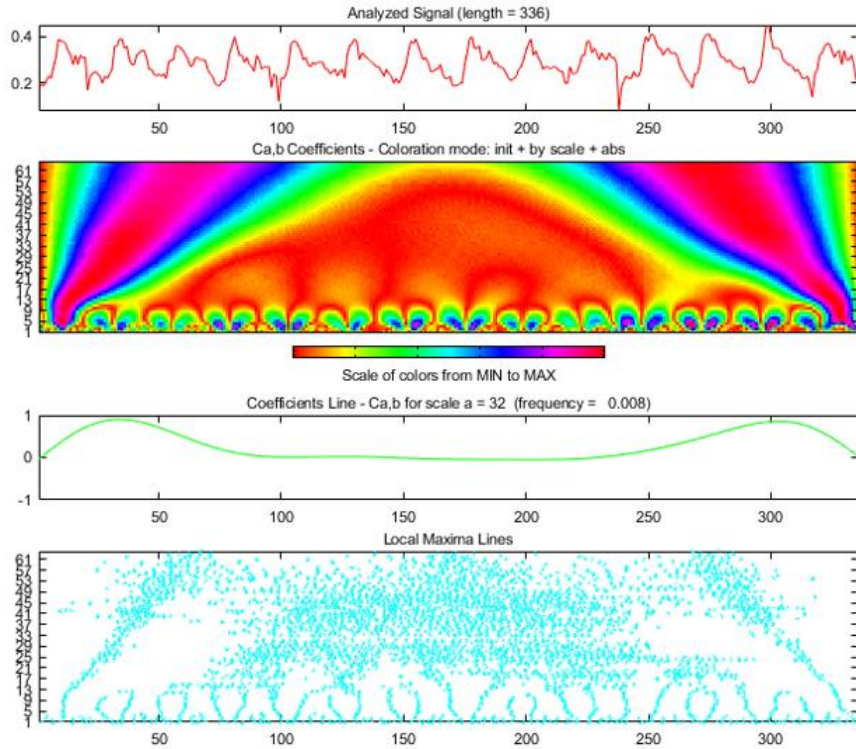
6.2.2 Şile dalgacık analizi

Şile 2005-2018 yılı EVI verisine ait ayrık dalgacık dönüşüm analizi sonucunda ortaya çıkan detay ve yaklaşım bileşenleri Şekil 6.5'de görülmektedir. İncelenen yıllar boyunca EVI değerlerindeki değişimler kaydedilmiştir. Şile EVI değerinin değişiminde orta ve büyük ölçekli olayların daha etkili olduğu görülmektedir. Zaman serisi boyunca sadece 240. günde küçük ölçekli bir olayın EVI verisini etkilendiği görülmektedir.



Şekil 6.5: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Şile EVI ayrık dalgacık dönüşümü

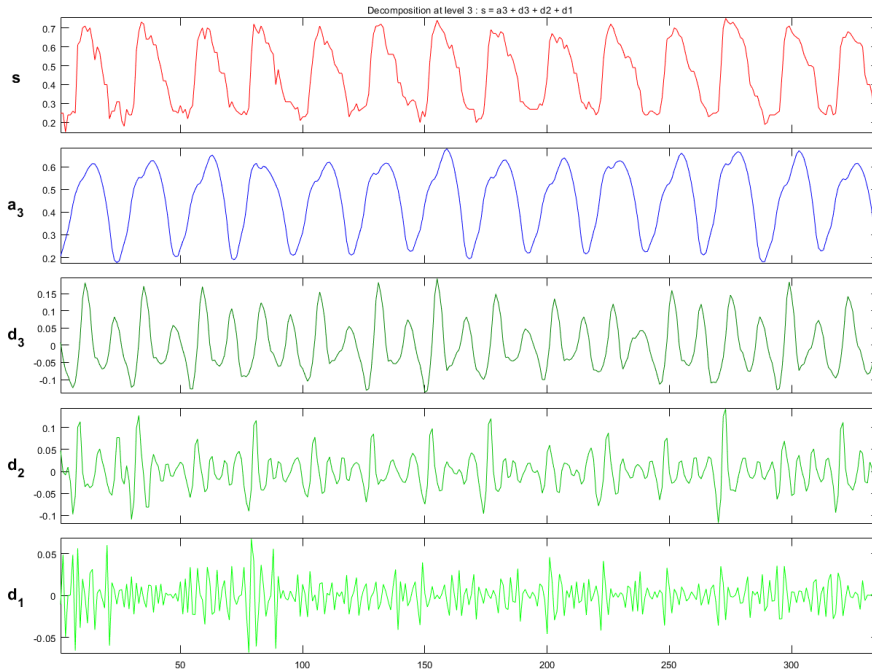
Şekil 6.6 'de 2005-2018 arası Şile ilçesi EVI zaman serisine ait sürekli dalgacık analizi görülmektedir. 14 yıl izlenen verilerin, küçük, orta ve büyük ölçekli olaylardan etkilendiğini görülmektedir. Dağılımın genelinde orta ölçekli olayların EVI değişimi üzerindeki etkisinin baskın olduğu söylenebilir.



Şekil 6.6: Continuous Wavelet 1D, mexh, Şile EVI sürekli dalgacık analizi

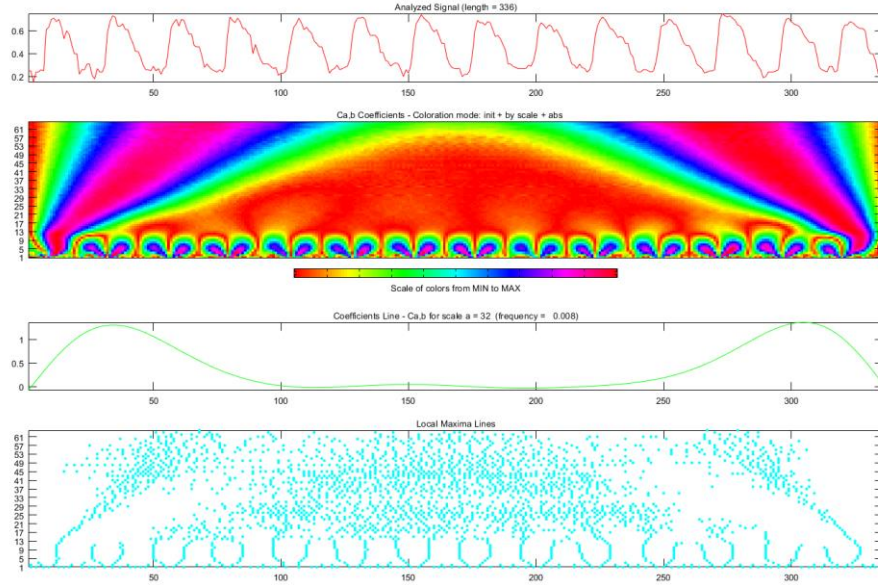
6.2.3 Haymana dalgacık analizi

Haymana 2005-2018 yılı EVI verisine ait ayrık dalgacık dönüşüm analizi sonucunda ortaya çıkan detay ve yaklaşım bileşenleri 6.7’de görülmektedir. İncelenen yıllar boyunca EVI değerlerindeki değişimler kaydedilmiştir. Haymana EVI değerinin değişiminde küçük, orta ve büyük ölçekli olayların etkili olduğu belirlenmiştir. Zaman serisi boyunca küçük ölçekli olaylarda peak değerlerinin 90. günden günümüze kadar düşüş olduğu görülmektedir.



Şekil 6.7: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Haymana EVI ayrık dalgacık dönüşümü

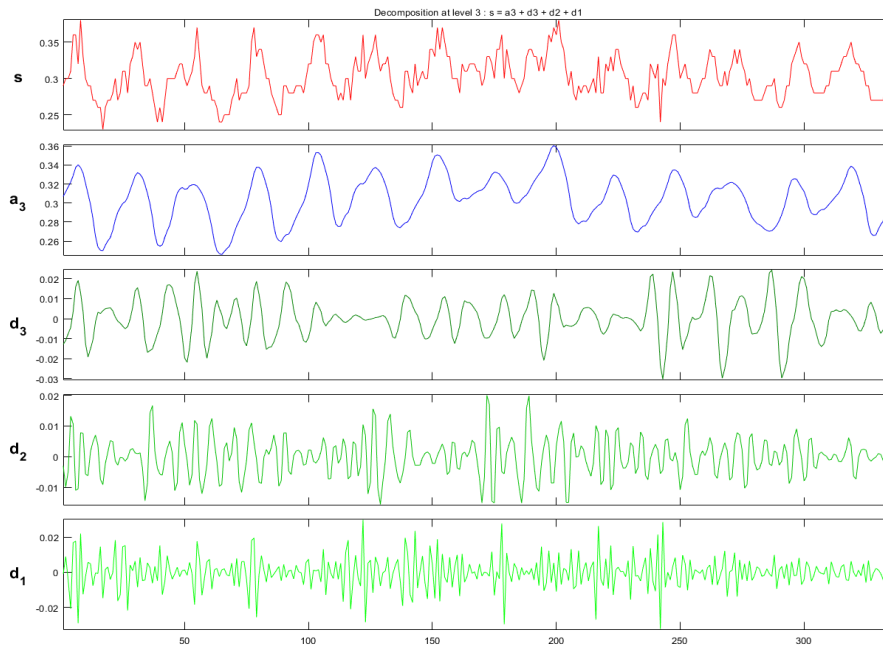
Şekil 6.8 ‘de 2005-2018 arası Haymana ilçesi EVI zaman serisine ait sürekli dalgacık analizi görülmektedir. Dağılımın geneli değerlendirildiğinde ilk dört ve son 4 yıl büyük ölçekli bir olayın EVI üzerinde etkili olduğu görülmektedir.



Şekil 6.8: Continuous Wavelet 1D, mexh, Haymana EVI sürekli dalgacık analizi

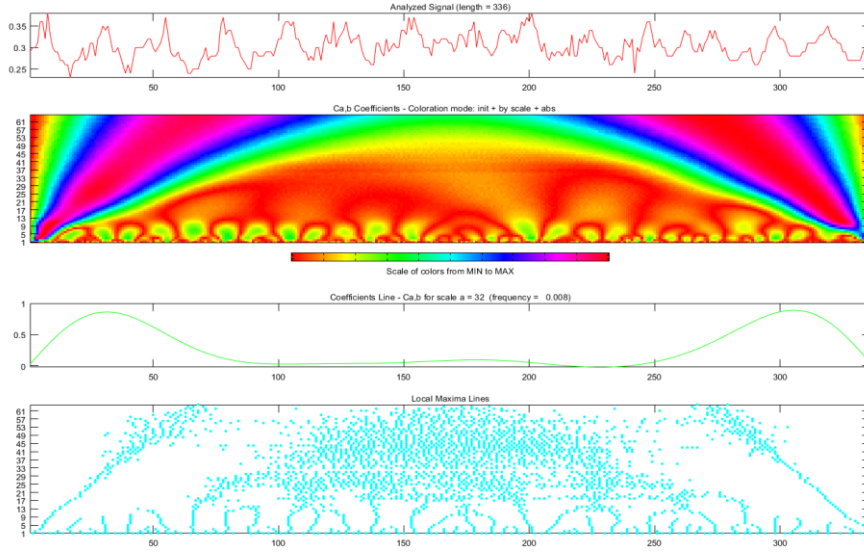
6.2.4 Alanya dalgacık analizi

Alanya 2005-2018 yılı EVI verisine ait ayrık dalgacık dönüşüm analizi 6.9’de görülmektedir. İncelenen yıllar boyunca EVI değerlerindeki değişimler kaydedilmiştir. Alanya EVI değerinin değişiminde küçük, orta ve büyük ölçekli olayların etkili olduğu saptanmıştır. Zaman serisi boyunca küçük ve orta ölçekli olaylar ilk 250 gün daha fazla etkilidir. Büyük ölçekli olaylar ise özellikle 250. günden sonra etkili olmuştur.



Şekil 6.9:Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Alanya EVI ayrık dalgacık dönüşümü

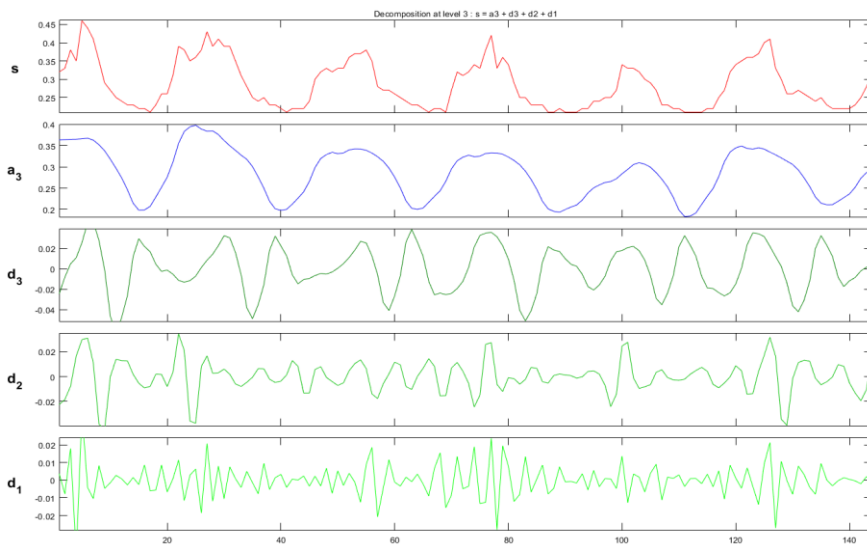
Şekil 6.10 'de 2005-2018 arası Alanya ilçesi EVI zaman serisine ait sürekli dalgacık analizi görülmektedir. Dağılımın geneli değerlendirildiğinde ilk iki ve son üç yıl büyük ölçekli bir olayın EVI üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6.10: Continuous Wavelet 1D, mexh, Alanya EVI sürekli dalgacık analizi

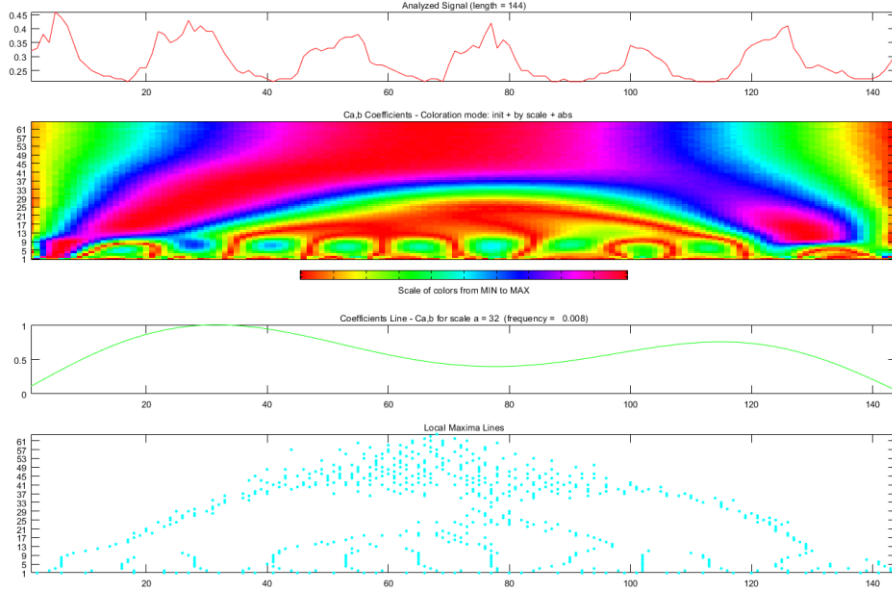
6.2.5 Seferihisar dalgacık analizi

Seferihisar 2005-2018 yılı EVI verisine ait ayrık dalgacık dönüşüm analizi 6.11'de görülmektedir. EVI değerinin değişiminde küçük, orta ve büyük ölçekli olayların etkili olduğu saptanmıştır. Zaman serisi boyunca büyük ölçekli olaylar EVI verisi üzerinde her zaman etkili olmuştur. Küçük ve orta ölçekli olaylar eşzamanlı olarak EVI üzerinde etki göstermiştir.



Şekil 6.11: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Seferihisar EVI ayrık dalgacık dönüşümü

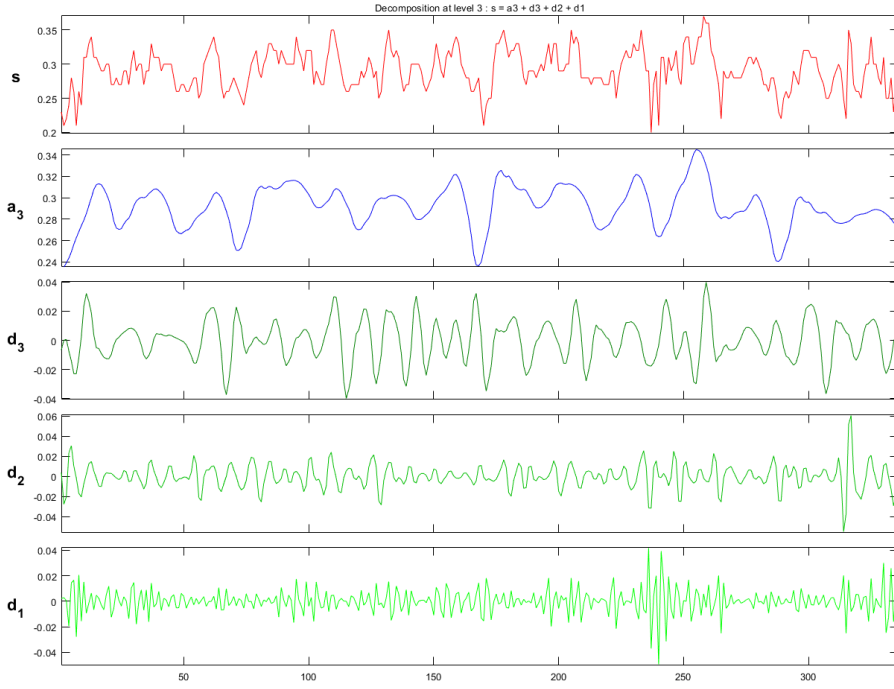
Şekil 6.12 'de Seferihisar EVI zaman serisine ait sürekli dalgacık analizinde büyük ölçekli olayların incelenen zaman aralığında etkili olduğu görülmektedir.



Şekil 6.12:Continuous Wavelet 1D, mexh, Seferihisar EVI sürekli dalgacık analizi

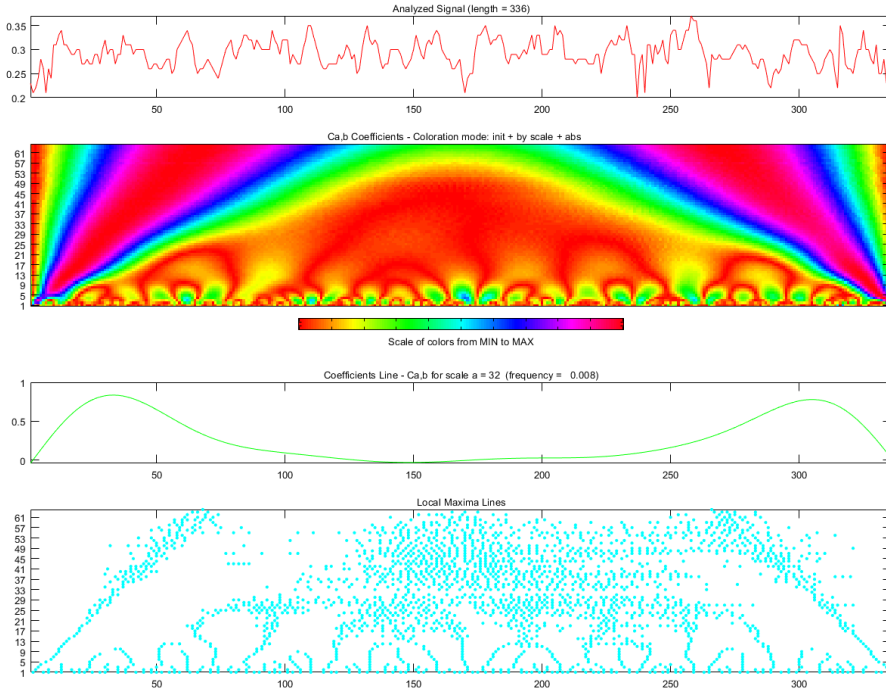
6.2.6 İznik dalgacık analizi

Şekil 6.13' de görüldüğü üzere İznik 2005-2018 yılları arası EVI verilerinin ait ayrık dalgacık dönüşüm analizi sonucunda küçük, orta ve büyük ölçekli olayların EVI üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. İncelenen yıllar arasında özellikle son 4 yılda küçük orta ve büyük ölçekli olaylar EVI değişimi üzerinde daha etkili olmuşlardır.



Şekil 6.13: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, İznik EVI ayrık dalgacık dönüşümü

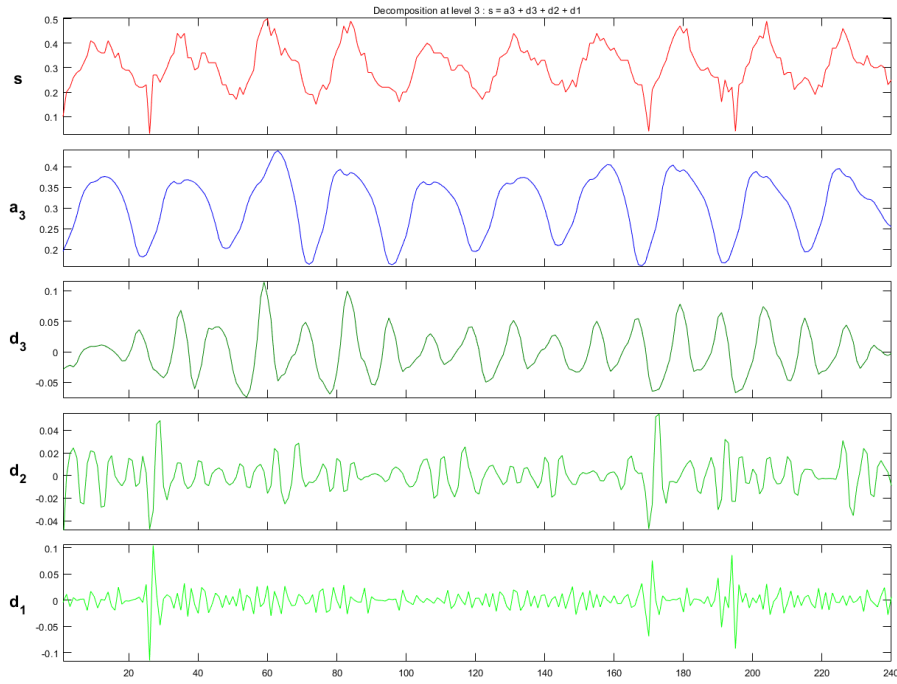
İznik EVI zaman serisine ait sürekli dalgacık analizinde küçük ve orta ölçekli olayların incelenen zaman aralığında etkili olduğu görülmektedir (Şekil 6.14).



Şekil 6.14: Continuous Wavelet 1D, mexh, İznik EVI sürekli dalgacık analizi

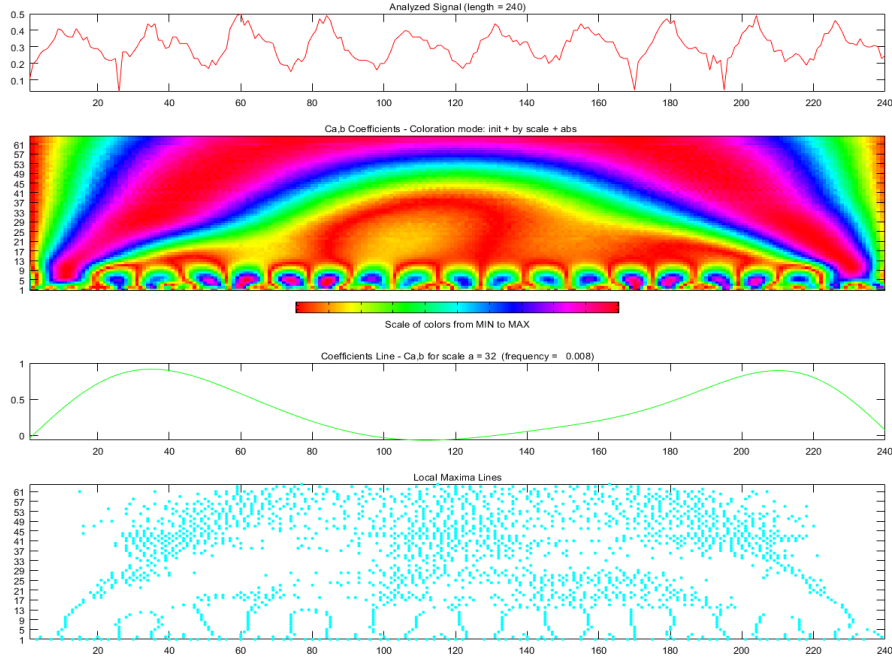
6.2.7 Akçaabat dalgacık analizi

Şekil 6.15’ de gösterildiği gibi Akçaabat 2009-2018 yılları arası EVI verilerine ait ayrık dalgacık dönüşüm analizi sonucunda küçük, orta ve büyük ölçekli olayların EVI üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. İncelenen yıllar arasında özellikle 2010 yılının başlarında küçük ve orta ölçekli bir olayın EVI değişimi üzerinde etkili vurgulanabilir. 2011 yılının başlarında ise büyük ölçekli bir olay EVI verisinde eğişime neden olmuştur. Ayrıca 160. günden sonra da küçük ve orta ölçekli olaylar etkili olmuştur.



Şekil 6.15: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Akçaabat EVI ayrık dalgacık dönüşümü

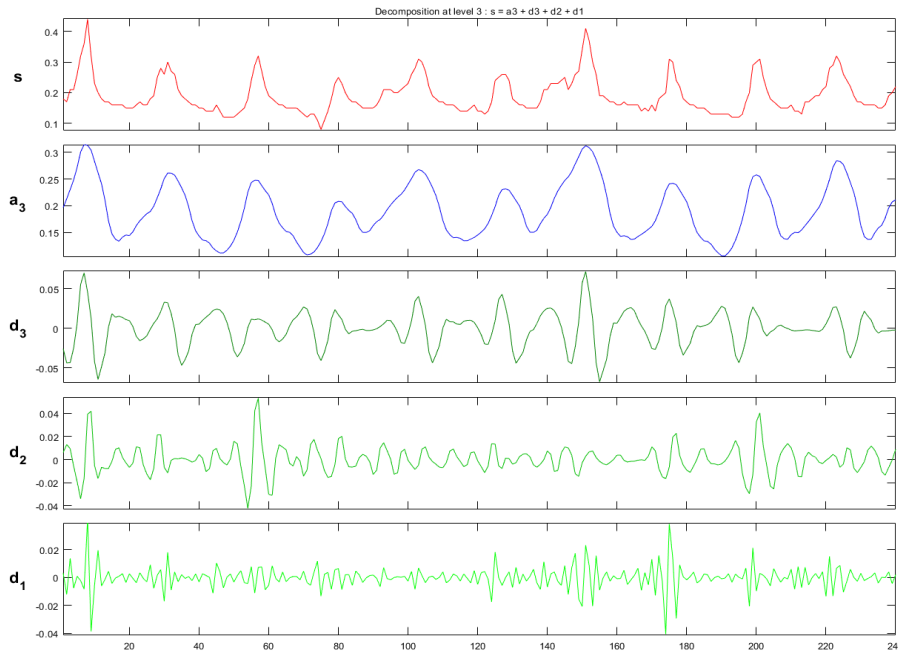
Akçaabat EVI zaman serisine ait sürekli dalgacık analizinde küçük ve orta ölçekli olayların incelenen zaman aralığında etkili olduğu görülmektedir (Şekil 6.16). İlk ve son yıllarda büyük ölçekli olaylarında EVI değişimi üzerinde etkili olduğu görülmektedir.



Şekil 6.16: Continuous Wavelet 1D, mexh, Akçaabat EVI sürekli dalgacık analizi

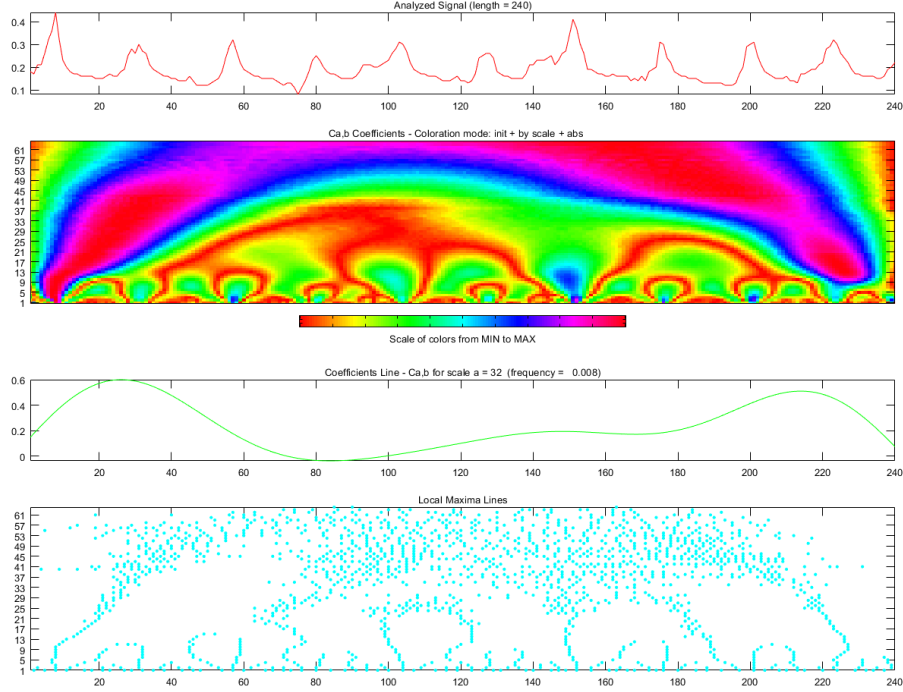
6.2.8 Çermik dalgacık analizi

Şekil 6.17’ de gösterildiği gibi Çermik 2009-2018 yılları arası EVI verilerine ait ayrık dalgacık dönüşüm analizi sonucunda küçük ve orta ölçekli olayların EVI üzerinde etkili olduğu görülmektedir. 2009 yılında küçük, orta ve büyük ölçekli bir olayın EVI değerini artırdığı görülmektedir. Ayrıca 150. günde gerçekleşen büyük ölçekli bir olayın EVI değerinin değişiminde etkili olmuştur.



Şekil 6.17: Wavelet 1D, Db4, 3 seviye, Çermik EVI ayrık dalgacık dönüşümü

Çermik EVI zaman serisine ait sürekli dalgacık analizinde büyük ölçekli olayların incelenen zaman aralığında etkili olduğu görülmektedir (Şekil 6.18). Küçük ve orta ölçekli olaylarında 2008-2018 yılları arasında sıklıkla EVI değerine etki ettiği görülmektedir.



Şekil 6.18: Continuous Wavelet 1D, mexh, Çermik EVI sürekli dalgacık analizi

6.3 Yapay Sinir Ağları ile Bitki Örtüsü Değişimi Modelleme ve Tahmin

Tez çalışmasının analiz bölümünde, LST, sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak EVI değerleri tahmin edilmiştir. Çalışmada bağımlı ve bağımsız değişkenler NASA' a ait web sitesinden ve MGM' den alınmıştır. Bu çalışmada EVI bağımlı değişken olarak kullanılırken, yüzey sıcaklığı (LST), sıcaklık ve yağış bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. EK: Tablo-1' de 2005 yılı verileri örnek olarak verilmiştir.

Uygulamada kullanılan veri aralığı İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa ve Antalya için 2005-2018 yılları arasındadır. Trabzon ve Diyarbakır illeri için veriler, 2009-2018 yılları arasındadır. Detaylı analiz yapabilmek için veriler 16 günlük zaman periyodlara ayrılarak incelenmiştir. İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa ve Antalya için 2030 yılına kadar, Trabzon ve Diyarbakır içinse 2026 yılına kadar tahminde bulunulmuştur.

6.3.1 Normalizasyon

Yapay sinir ağlarının en baskın özelliklerinden biri olan doğrusal olmama özelliğini anlamlı kılan yaklaşım, verilerin normalizasyon işlemidir. Veriler ağda kullanılmadan önce normalizasyon işlemine gerçekleştirilir. Normalizasyon işlemi ile verideki aşırı salınımlar engellenir ve sistem performansı arttırılır. Veriler genellikle [0,1] veya [-1,1] aralıklarından birine ölçeklendirilmesi önerilmektedir. Bu tez çalışmasında veriler [-1,1] arasında ölçeklendirilmiştir. Veri kümesinin [-1,1] arasında bir ölçeklendirmeye tabi tutulabilmesi için o kümenin sigmoid normalizasyon kullanmak gerekir ve aşağıdaki formüle göre ölçeklendirme yapılır.

$$x^l = \frac{e^{x_i} - e^{-x_i}}{e^{x_i} + e^{-x_i}} \quad (6.2)$$

Kaynak: Yavuz ve Deveci. (2012)

Eşitlikte x^l normalize edilmiş veriyi, x_i girdi değerini ve e doğal logaritma değerini ifade etmektedir.

6.3.2 Performans fonksiyonunun seçilmesi

YSA öğrenme performansını ölçmede kullanılan birçok performans fonksiyonu vardır. İleri beslemeli ağlarda yaygın olarak hata kareler ortalaması (Mean Square Error-MSE) performans fonksiyonu olarak kullanılır. MSE değeri ağın öğrenme sonucunda ürettiği değer ile gerçek değer arasındaki farkın kareleri ortalaması olup 0 değerine yaklaştıkça performans artmaktadır. Aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (u)^2}{n} \quad (6.3)$$

Ağ performansının ölçüldüğü diğer bir performans fonksiyonu ise Ortalama Hata Kareleri Toplamı Kökü (Root Mean Square Error- RMSE)' dür. RMSE ağın tahmin ettiği değer ile gerçek değeri arasındaki uzaklığın bulunması için kullanılan kuadrik bir metriktir. Başka bir deyişle tahmin hatalarının standart sapmasıdır. RMSE değeri 0'dan ∞ 'a kadar değer aralığına sahiptir. RMSE sıfıra

eşit olması durumunda iyi bir performans gösterildiği belirtilir (Çınaroğlu, 2017). Aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (u)^2}{n}} \quad (6.4)$$

Çalışma kapsamında analiz sonuçlarının performans değerlendirmesi için kullanılan başka bir fonksiyon ise Ortalama Mutlak Değer Hatası (Mean absolute percentage error-MAPE)' dir. Regresyon ve zaman serisi model tahminlerinde doğruluğu ölçmek için sıklıkla kullanılır. MAPE tahmin hatalarını yüzde olarak ifade etmektedir. Lewis'in Talep Tahminleri kitabında, MAPE değeri %10'un altında olan modellerin "çok iyi", %10 ile %20 arasında olan modellerin "iyi", %20 ile %50 arasında olan modelleri "kabul edilebilir" olarak sınıflandırıldığı belirtilmiştir (Gustriansyah ve diğ, 2017).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|u_t|}{Y_t}}{n} * 100 \quad (6.5)$$

Çalışmada kapsamında oluşturduğumuz modellerin performansını değerlendirmek amacıyla Alıcı İşletim Karakteristiği (Receiver Operating Characteristic-ROC) analizi kullanılmıştır. Temelinde sınıflandırma problemlerini çözmek için kurulan modellerin performansını değerlendirmek için yararlandığımız bir metriktir.

6.3.3 Kurulan YSA model mimarisi

Tahmin çalışmalarında çeşitli yapay sinir ağı modelleri kullanılmaktadır. Örneğin; Geriye Yayılım (backpropagation), ART ağları (Adaptive Resonance Theory), Basit Tekrarlayan Ağ (Simple Recurrent Network) ve NARX ağları (Nonlinear Autoregressive). Model seçiminde tahmin edilecek veri seti içinde doğrusal ya da doğrusal olmayan veriler göz önüne alınarak modelin belirlenmesi tahmin performansını arttıracaktır. Eğer iki veri grubu beraber analiz edilecekse geliştirilen hibrit modellemeler, bireysel uygulanan modellere göre daha başarılı sonuçlar verdiği bilinmektedir (Alves ve Lopes, 2017). Çalışma kapsamında kentleşme sürecini belirlenmesi için, birden fazla iç içe parametrik değişken incelenmektedir. Değişkenlerin kaotik yapısı nedeniyle,

olayları belirli bir zaman dilimine bağlı olarak tahmin edilebilme olasılığını azaltır (Hernandez ve diğ., 2017). Bu çalışmada NARX yapay sinir ağları EVI tahmini için kullanılmıştır. NARX bir dinamik yapay sinir ağ modelidir ve genelde doğrusal olmayan sistemlerde giriş çıkışların modellemesinde başarılı bir yöntemdir (Jensen ve Binford, 2004). Kurulan modelde, bir tane girdi katmanı, bir tane gizli katman ve bir tane çıktı katmanı bulunmaktadır. LST, sıcaklık ve yağış parametreleri için girdi katmanında üç adet işlem elemanı (nöron) kullanılmıştır. Bir adet gizli katman bulunmaktadır. Gizli katmandaki nöron sayısı ağın öğrenme başarısına göre belirlenir. Gizli katmandaki nöron sayısı olması gerekenden az olursa öğrenme olması gereken ölçüde başarıya ulaşamaz. Gizli katmandaki nöron sayısı olması gerekenden fazla olursa da modellerin verileri ezberlemesine sebep olacağı için ağın performansını düşürebilir.(Çakır, 2018). Nöron sayısını saptamak için kademeli olarak en iyi sonuç bulunana kadar nöron sayısı artırılır. Çalışmada, gizli nöron sayısının saptanması için birçok deneme yapılmıştır. En iyi sonuç için nöron sayısı her ilçe için farklı belirlenmiştir. Çıktı katmanında EVI değeri için bir adet çıktı nöronu kullanılmıştır. Kurulan YSA modelinin özellikleri aşağıdaki gibidir:

Çizelge 6.9: Kurulan YSA modelinin özellikleri

Ağ Tipi	İleri Geri Beslemeli Ağ Modeli
Eğitim Algoritması	Levenberg Marquand (trainlm)
Öğrenme Fonksiyonu	Learngdm (Gradient descent with momentum)
Performans Ölçütü	MSE, RMSE, MAPE, ROC
Gizli Katman Nöron Sayısı	3 ile 12 arasında
Çıktı katmanı transfer fonksiyonu	Tansig, logsig
Maksimum İterasyon	1000

EVI bağımlı değişkeninin tahmin edilebilmesi amacıyla oluşturulan YSA modelinin matematiksel yapısı Çizelge 6.10' da verilmiştir:

$$Y_{EVI+T} = f(X_{LST}, X_{sıcaklık}, X_{yağış}) \quad (6.6)$$

Çizelge 6.10: Oluşturulan Ağın Matematiksel Formülü

Y_{EVI+T}	EVI çıktı bilgisi (T=10 veya 12 yıl)
$X_{LST(t)}$	LST girdi bilgisi (t)
$X_{Sıcaklık(t)}$	Sıcaklık girdi bilgisi (t)
$X_{Yağış(t)}$	Yağış girdisi (t)

6.3.4 YSA modellerini uygulama

6.3.4.1 YSA Çatalca uygulaması

Literatürde; eğitim, doğrulama ve test kümelerinin belirlenmesine yönelik bazı öneriler vardır. Birçok araştırmacı [% 70, % 15, % 15] ya da [% 60, % 20, % 20] kuralını temel alan bir yöntem izlemiştir (Hamzaçebi, 2011).

Bu tez çalışmasında eğitim, doğrulama ve test veri oranları belirlenirken literatürde en sık kullanılan veri bölümlene yöntemleri değerlendirilmiştir. Çizelge 6.11' de gösterildiği gibi, %60 eğitim, %20 doğrulama ve %20 test sonuçları ile %70 Eğitim ,%15 doğrulama ve %15 test sonuçları karşılaştırılmıştır.

Çizelge 6.11: Çatalca YSA Eğitim-Test sonuçları

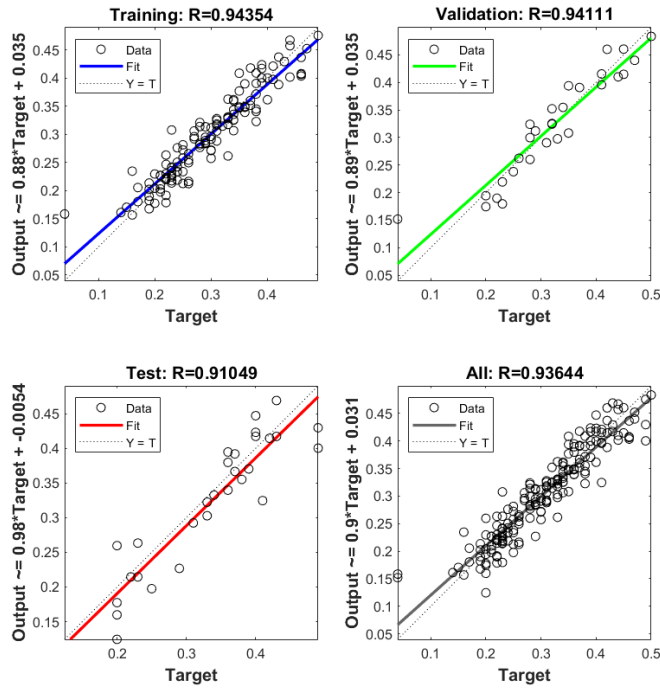
Eğitim-Test	Nöron S.	Eğitim	Doğrulama	Test	Sonuç
%60-%20-%20	3	0.93	0.93	0.88	0.93
%70-%15-%15		0.87	0.86	0.83	0.86
%60-%20-%20	6	0.92	0.91	0.91	0.92
%70-%15-%15		0.90	0.88	0.86	0.88
%60-%20-%20	9	0.94	0.94	0.91	0.93
%70-%15-%15		0.90	0.88	0.89	0.89
%60-%20-%20	12	0.92	0.93	0.89	0.92
%70-%15-%15		0.89	0.88	0.88	0.88

Oluşturulan model de veriler %60 öğrenme ve %20 doğrulama ve %20 test olarak ayrıldığında daha başarılı sonuçlar verdiği için bu tez çalışmasında bu yöntem izlenmiştir. Bir ağın doğruluğunun test edilebilmesi için eğitim verilerinin %10'u ila %30' u arasında olması önerilmektedir (Akkurt,2005). Bu çalışmada, 2005-2015 verileri (264 veri) eğitim ve doğrulama, 2016-2018 verileri (72 veri) test için kullanılmıştır. Çalışmadaki gizli nöronların sayısını belirlemek için ağ üzerinde aşamalı eğitimler yapılmıştır(Çizelge 6.12).

Çizelge 6.12: Çatalca YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
	3		6		9		12	
Nöron S.	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	0.03	0.93	0.04	0.92	0.02	0.94	0.04	0.92
Validasyon	0.03	0.93	0.04	0.91	0.02	0.94	0.03	0.93
Test	0.06	0.88	0.04	0.91	0.03	0.91	0.05	0.89
Çıktı	0.03		0.04		0.03		0.03	

YSA(3,9,1)_{EVI} olarak adlandırılan modele t zaman aralığındaki veriler girilmiş ve 12 yıl sonraki Y_{EVI+T} verisi öngörülmüştür. Çizelge 6.12’ de verildiği üzere en iyi sonucu gizli katman nöronu 9 olarak seçildiğinde saptanmıştır. Yapay sinir ağlarını kullanarak ağıımızı eğittiğimizde 1000 iterasyon sonucunda işlemin tamamlandığını ve bu işlemin 17 saniye sürmüştür. Şekil 6.19 ‘ da eğitim başarısı ile ilgili değerler görülmektedir. Analiz sonucu toplam R değeri 0.93 olarak saptanmıştır.

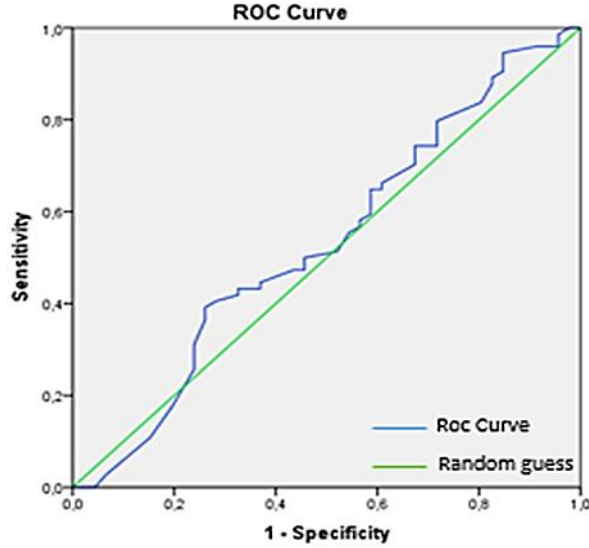


Şekil 6.19: Çatalca, YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Regresyon grafiği ağı performansını gösteren bir grafik çeşitidir. Grafikte ağı eğitim, test ve geçirililik sonuçlarını görüyoruz. Sonuçlarımız ne kadar regresyon doğrusuna yakın olursa ki (istenilen doğru $x=y$ doğrusudur), ağı performansının o kadar başarılı olduğunu anlarız. Grafiklerin üzerinde gördüğümüz R sayılarının 100 ile çarpımı da bize o işlemin başarı oranını verecektir. Bu oranlar ne kadar yüksek olursa öngörü çıktılarımızda o oranda başarılı olacaktır. Çizelge 6.13’ de ağı performans değerlendirilmesi verilmiştir. Ayrıca diğer bir performans ölçütü olan ROC analizi YSA ile kurulan model üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 6.20). ROC analizi oluşturulurken gerçek veriden tahmin verisi çıkarılmış aradaki fark 0.01 ‘den büyükse eksi, eşitse artı olarak iki sınıf oluşturulmuştur.

Çizelge 6.13: Çatalca YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel				
		R	R ²	R	R ²	R	R ²	MAPE	RMSE	MSE
Çatalca	YSA	0.94	0.88	0.91	0.82	0.93	0.86	9.8	0.038	0.001

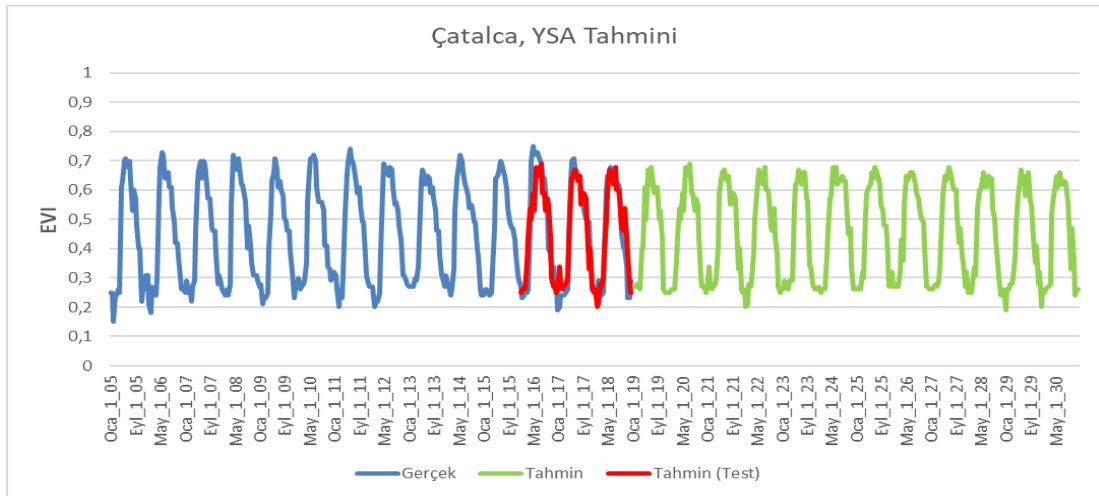


AUC=0.57, p=0.044

En iyi kesim noktası 0.619 için Duyarlılık=%61.1, Seçicilik=%51.5

Şekil 6.20: Çatalca YSA ROC analizi sonuçları

Eğitim aşaması bittikten sonra bulunan en iyi ağırlık değerleri kullanılarak, öngöründe bulunulması beklenen zaman aralığı için veriler ağa tekrar iletilir (Erilli, A, N. ve ark, 2010). Şekil 6.21 'de 2005- 2018 arası mevcut EVI verileri ve 2019-2030 arası YSA tahmin sonuçları verilmiştir.



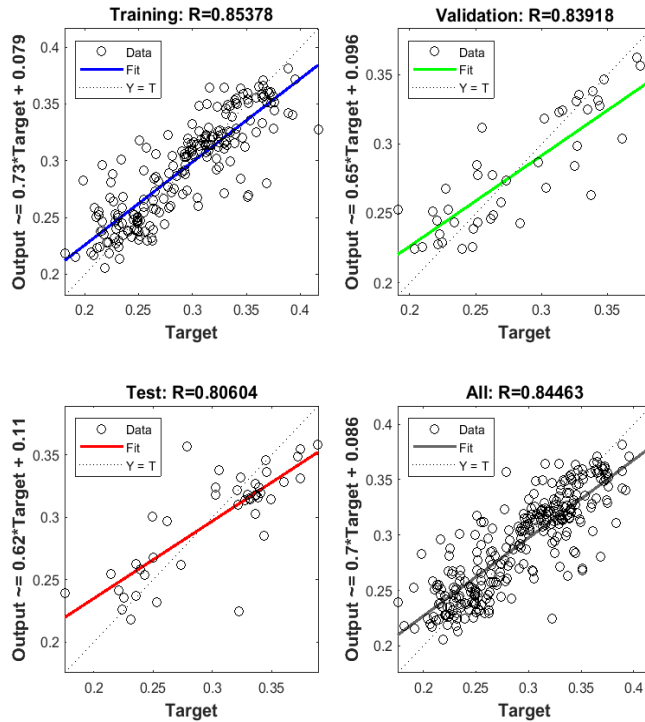
Şekil 6.21: Çatalca, 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.4.2 YSA Şile uygulaması

Şile ilçesi için, 2005-2015 verileri eğitim ve doğrulama, 2016-2018 verileri test için kullanılmıştır. En iyi sonucu gizli katman nöronu 6 olarak seçildiğinde saptanmıştır (Çizelge 6.14). Yapay sinir ağlarını kullanarak ağımları eğittiğimizde 1000 iterasyon sonucunda işlemin tamamlandığını ve bu işlemin 23 saniye sürmüştür. Analiz sonucu toplam R değeri 0.84 olarak saptanmıştır (Şekil 6.22).

Çizelge 6.14: Şile YSA, nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
Nöron S.	3		6		9		12	
	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	8.6e-4	0.83	7.2e-4	0.85	6.7e-4	0.82	7.2e-4	0.85
Validasyon	8.0e-4	0.82	7.8e-4	0.83	7.8e-4	0.83	7.8e-4	0.83
Test	8.2e-4	0.81	7.9e-4	0.80	6.1e-4	0.79	6.5e-4	0.77
Çıktı	8.3e-4		7.6e-4		6.8e-4		7.1e-4	

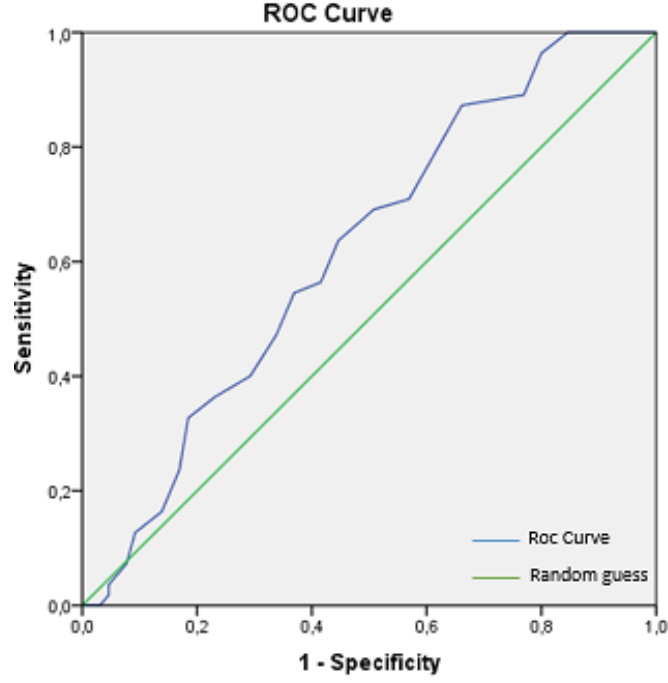


Şekil 6.22: Şile YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Şile YSA modelinin sonucunda performans metrik değerlendirmeleri Çizelge 6.15'de ve Şekil 6.23'de verilmiştir.

Çizelge 6.15: Şile YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel				
		R	R ²	R	R ²	R	R ²	MAPE	RMSE	MSE
Şile	YSA	0.85	0.72	0.80	0.64	0.84	0.70	11.9	0.060	0.004

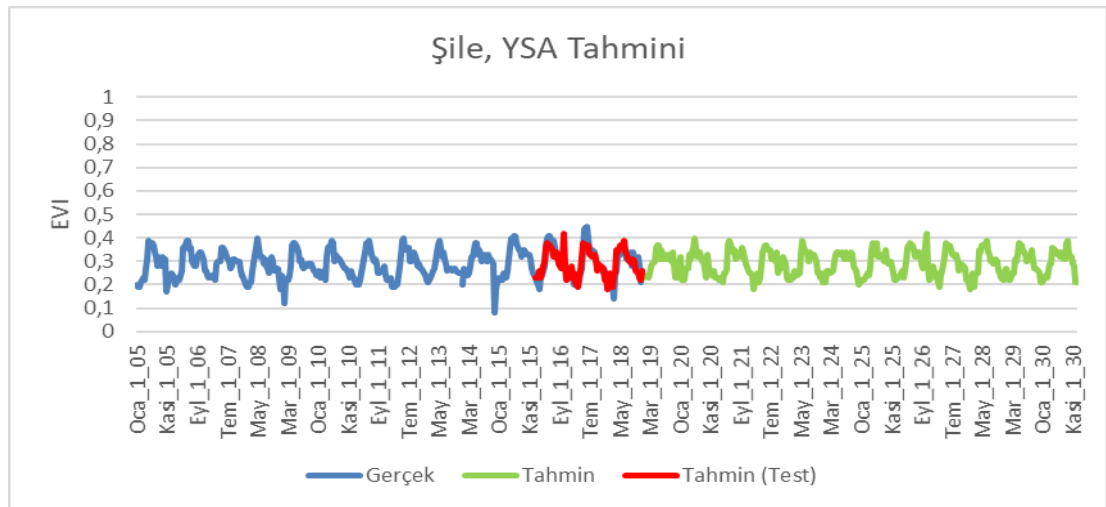


AUC=6.19, p=0.025

En iyi kesim noktası 0.33 için Duyarlılık=%81, Seçicilik=%63.1

Şekil 6.23: Şile YSA ROC analizi sonuçları

Eğitim aşamasından sonra bulunan tahmin sonuçları ve mevcut gözlem verileri ile değerlendirilmesi Şekil 6.24' de verilmiştir.



Şekil 6.24: Şile, 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları

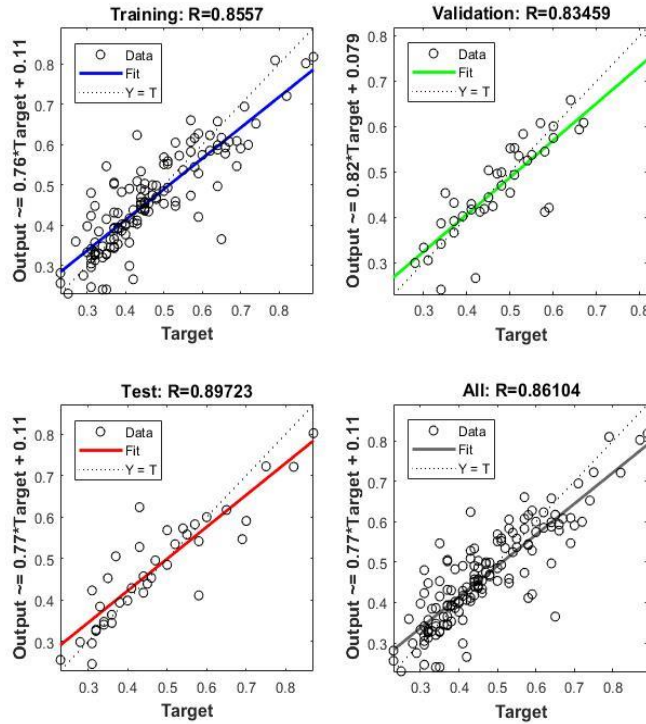
6.3.4.3 YSA Haymana uygulaması

Haymana için, 2005-2015 verileri eğitim ve doğrulama, 2016-2018 verileri test için kullanılmıştır. Analiz için oluşturulan ağ modeli ve ayarları Çizelge 6.16 'da verilmiştir. Çizelge 6.16 'da verildiği üzere en başarılı toplam R eğitim sonucu, gizli tabakadaki nöron sayısı 9 olarak seçildiğinde elde edilmiştir.

Çizelge 6.16: Haymana YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
Nöron S.	3		6		9		12	
	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	0.05	0.85	0.05	0.82	0.06	0.62	0.05	0.52
Validasyon	0.06	0.83	0.07	0.71	0.06	0.67	0.06	0.63
Test	0.05	0.89	0.06	0.61	0.05	0.72	0.06	0.69
Çıktı	0.03		0.04		0.07		0.03	

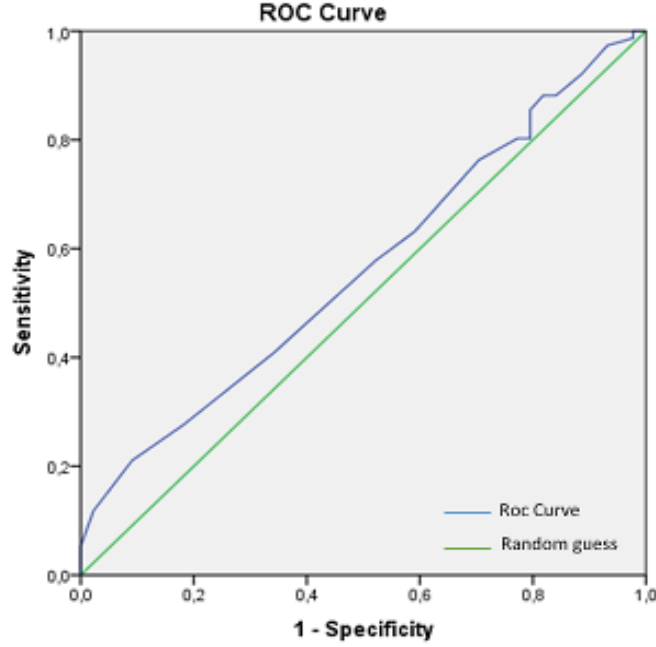
YSA (3, 9, 1) modeline göre Haymana da tüm R değerleri 0,86 bulunmuştur. Yapay sinir ağlarını kullanarak ağıımızı eğittiğimizde 1000 iterasyon sonucunda işlemin tamamlandığını ve bu işlemin 20 saniye sürmüştür. Şekil 6.25, Çizelge 6.17 ve Şekil 6.26' de eğitim başarısı ile ilgili değerler görülmektedir.



Şekil 6.25: Haymana YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Çizelge 6.17: Haymana YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel		MAPE	RMSE	MSE
		R	R ²	R	R ²	R	R ²			
Haymana	YSA	0.85	0.72	0.89	0.79	0.86	0.73	25.5	0.054	0.004

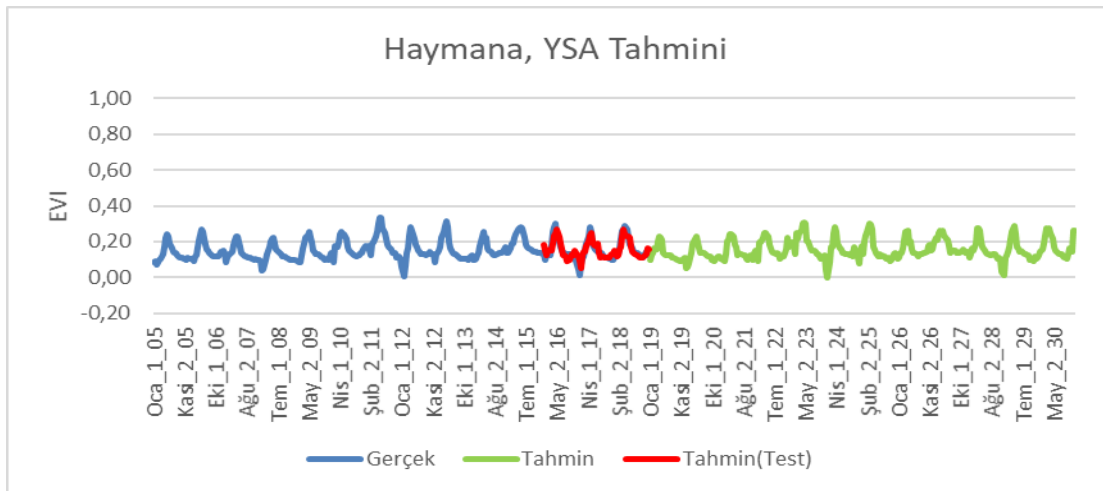


AUC=0.56, p=0.254

En iyi kesim noktası 0.21 için Duyarlılık=%80.3, Seçicilik=%76.5

Şekil 6.26: Haymana YSA ROC analizi sonuçları

Eğitim aşamasından sonra bulunan tahmin sonuçları ve mevcut verilerle değerlendirilmesi Şekil 6.27' de verilmiştir.



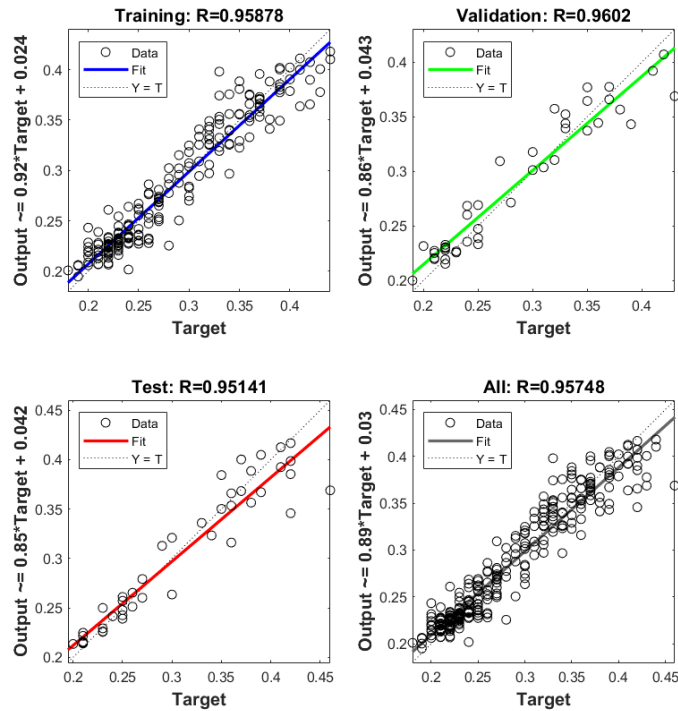
Şekil 6.27: Haymana, 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.4.4 YSA Seferihisar uygulaması

Seferihisar, 2005-2015 verileri eğitim ve doğrulama, 2016-2018 verileri test için kullanılmıştır. En iyi sonucu gizli katman nöronu 3 olarak seçildiğinde saptanmıştır (Çizelge 6.18).Yapay sinir ağlarını kullanarak ağıımızı eğittiğimizde 1000 iterasyon sonucunda işlemin tamamlandığını ve bu işlemin 23 saniye sürmüştür. Şekil 6.28 ‘ de eğitim başarısı ile ilgili değerler görülmektedir. Analiz sonucu toplam R değeri 0.95 olarak saptanmıştır.

Çizelge 6.18: Seferihisar YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
Nöron S.	3		6		9		12	
	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	4.3e-4	0.95	3.5e-4	0.95	5.3e-4	0.94	3.8e-4	0.95
Validasyon	3.7e-4	0.93	3.9e-4	0.96	3.4e-4	0.94	5.8e-4	0.95
Test	6.1e-4	0.92	5.9e-4	0.95	6.2e-4	0.95	5.9e-4	0.93
Çıktı	3.1e-4		2.4e-4		3.5e-4		3.3e-4	

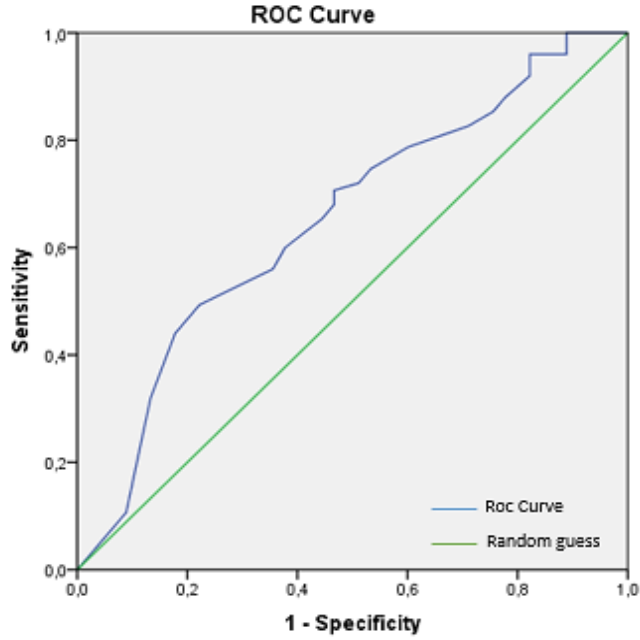


Şekil 6.28: Seferihisar YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Analiz sonucunda elde edilen ağ performans değerleri Çizelge 6.19 ‘ da verilmiştir. Ayrıca ROC analizi uygulandığında AUC 0.65 değeri bulunmuştur (Şekil 6.29).

Çizelge 6.19: Seferihisar YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel				
		R	R ²	R	R ²	R	R ²	MAPE	RMSE	MSE
Seferihisar	YSA	0.95	0.90	0.95	0.90	0.95	0.90	4.7	0.02	0.001

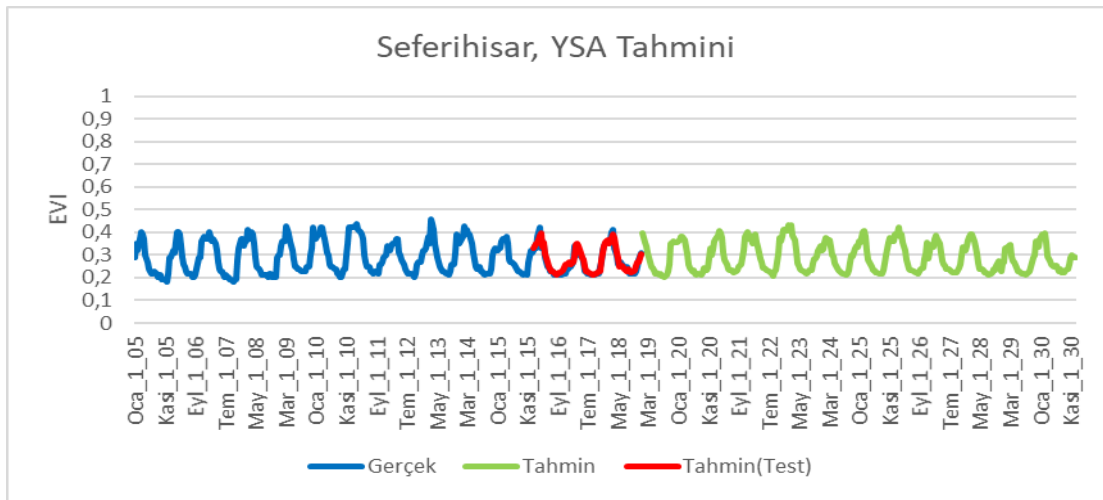


AUC=0.65, p=0.005

En iyi kesim noktası 0.294 için Duyarlılık=%70.7 Seçicilik=%46.7

Şekil 6.29: Seferihisar YSA ROC analizi sonuçları

Eğitim aşamasından sonra bulunan tahmin sonuçları ve mevcut verilerle değerlendirilmesi Şekil 6.30' de verilmiştir.



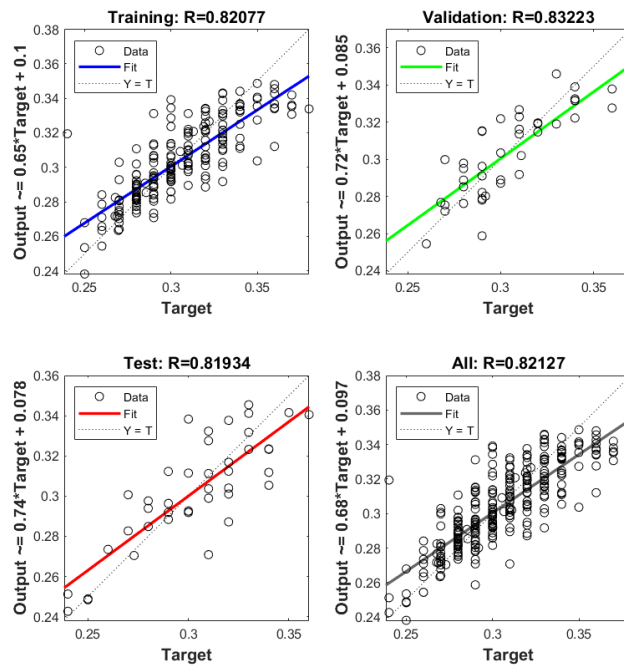
Şekil 6.30: Seferihisar, 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.4.5 YSA Alanya uygulaması

Alanya, 2005-2015 verileri eğitim ve doğrulama, 2016-2018 verileri test için kullanılmıştır. Analiz için oluşturulan ağ modeli ve ayarları Çizelge 6.20 'de verilmiştir. En iyi sonucu gizli katman nöronu 6 olarak seçildiğinde saptanmıştır. Yapay sinir ağlarını kullanarak ağımızı eğittiğimizde 1000 iterasyon sonucunda işlemin tamamlandığını ve bu işlemin 18 saniye sürmüştür. Şekil 6.31 'de eğitim başarısı ile ilgili değerler görülmektedir. Analiz sonucu toplam R değeri 0,82 olarak saptanmıştır.

Çizelge6.20: Alanya YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
Nöron S.	3		6		9		12	
	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	2.5e-4	0.82	2.7e-4	0.84	2.4e-4	0.82	2.5e-4	0.83
Validasyon	3.2e-4	0.82	2.5e-4	0.83	1.9e-4	0.83	2.7e-4	0.83
Test	2.7e-4	0.75	3.2e-4	0.79	2.0e-4	0.81	3.2e-4	0.72
Çıktı	4.3e-4		4.1e-4		3.8e-4		4.6e-4	

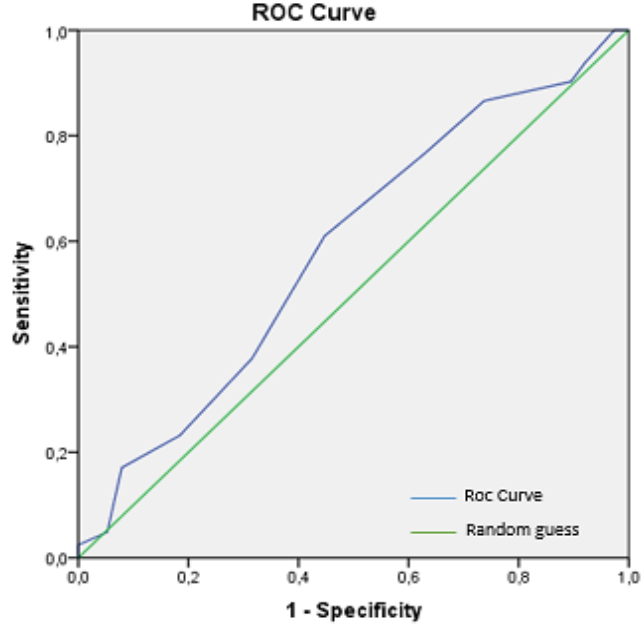


Şekil 6.31: Alanya YSA eğitim aşaması regresyon analiz

YSA ile kurulan model eğitimini tamamladıktan sonra elde edilen ağ performans sonuçları Çizelge 6.21 ve Şekil 6.32'da verilmiştir.

Çizelge 6.21: Alanya YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel				
		R	R ²	R	R ²	R	R ²	MAPE	RMSE	MSE
Alanya	YSA	0.82	0.67	0.81	0.68	0.82	0.67	5.1	0.02	0.001

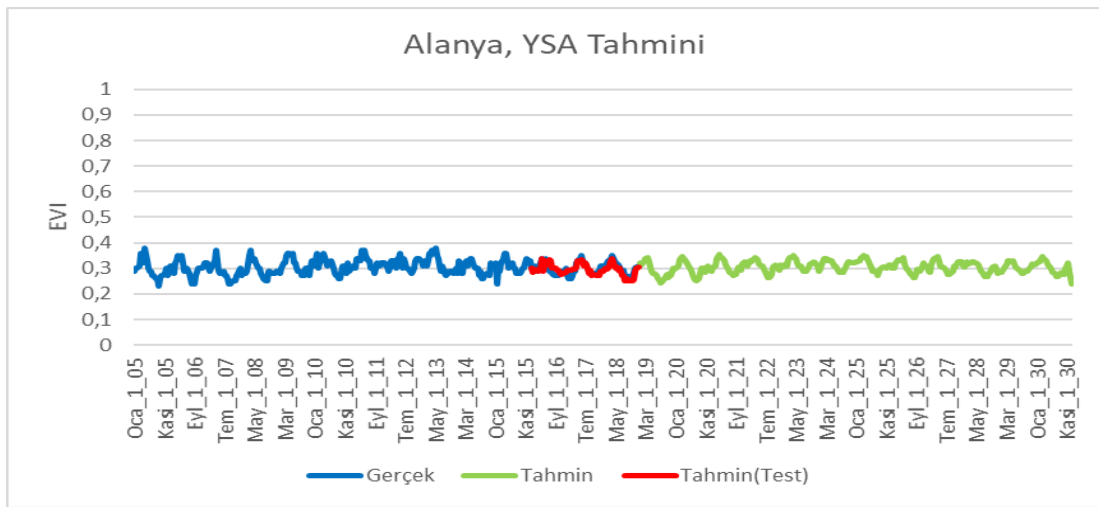


AUC=0.58, p=0.134

En iyi kesim noktası 0.295 için Duyarlılık=%61 Seçicilik=%44.7

Şekil 6.32: Alanya YSA ROC analizi sonuçları

Eğitim aşamasından sonra bulunan tahmin sonuçları ve mevcut verilerle değerlendirilmesi Şekil 6.33' de verilmiştir.



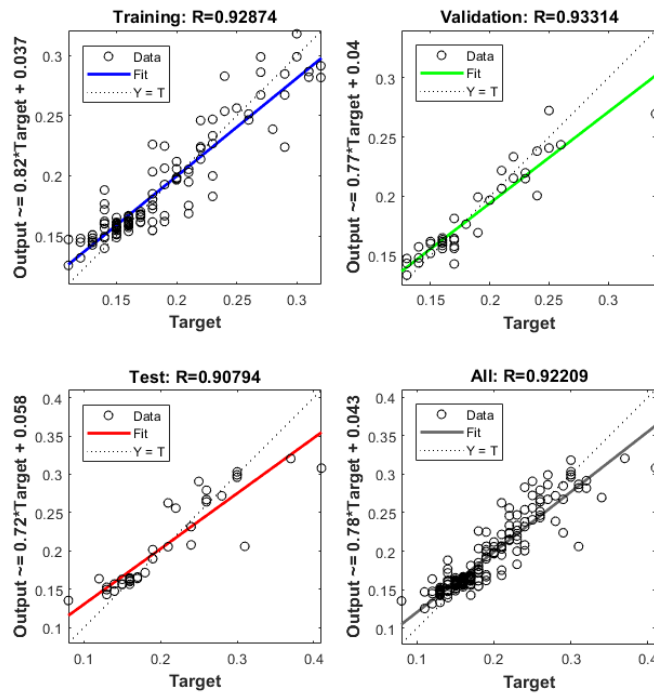
Şekil 6.33: Alanya, 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.4.6 YSA Çermik uygulaması

Çermik diğer analizlerden farklı olarak 2009-2018 yılları 240 adet veri kullanılmıştır. 10 yıllık veri miktarının 8 yılı (192 veri) eğitim ve doğrulama, 2 yılı ise (48 veri) test için kullanılmıştır. En iyi sonucu gizli katman nöronu 3 olarak seçildiğinde saptanmıştır (Çizelge 6.22).Yapay sinir ağlarını kullanarak ağımızı eğittiğimizde 1000 iterasyon sonucunda işlemin tamamlandığını ve bu işlemin 24 saniye sürmüştür. Şekil 6.34 ' de eğitim başarısı ile ilgili değerler görülmektedir. Analiz sonucu toplam R değeri 0.92 olarak saptanmıştır.

Çizelge 6.22: Çermik YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
Nöron S.	3		6		9		12	
	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	3.6e-4	0,92	1.6e-4	0.97	8,6e-4	0.90	7.9e-4	0,78
Validasyon	2.1e-4	0,93	5.8e-4	0.90	9.4e-4	0.85	2.1e-4	0,96
Test	0,001	0,90	0,002	0.68	0,001	0.81	5.3e-4	0,90
Çıktı	0,003		0,05		0,005		0,04	

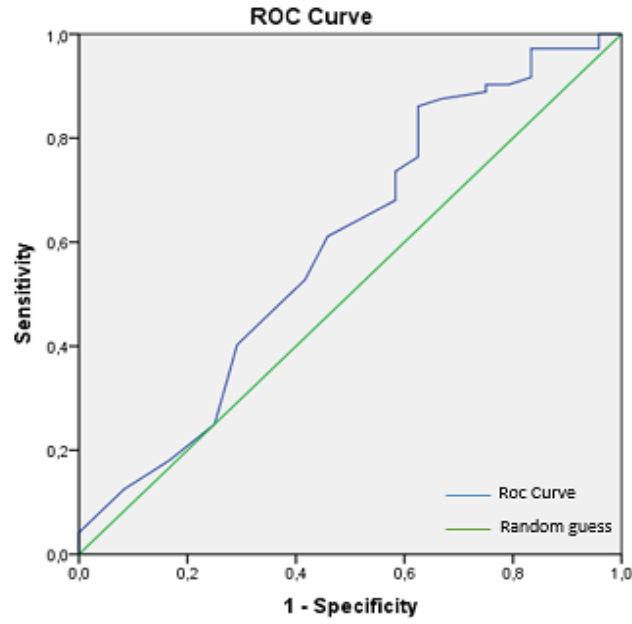


Şekil 6.34: Çermik YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Analiz sonucunda elde ettiğimiz ağ performansı değerlerine göre ağın genel R değeri 0.92 olarak ölçümlenmiştir (Çizelge 6.23). AUC değeri ise bulunmuştur (Şekil 6.35).

Çizelge 6.23: Çermik YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel		MAPE	RMSE	MSE
		R	R ²	R	R ²	R	R ²			
Çermik	YSA	0.92	0.84	0.90	0.81	0.92	0.84	30	0.04	0.002

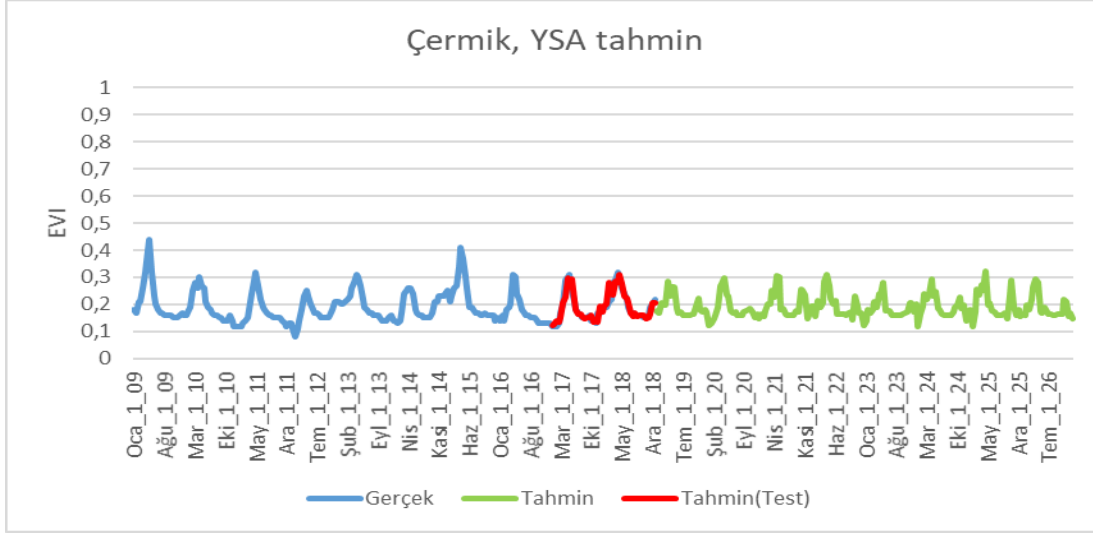


AUC=0.59, p=0.172

En iyi kesim noktası 0.245 için Duyarlılık=%86.6 Seçicilik=%65.5

Şekil 6.35: Çermik YSA ROC analizi sonuçları

Eğitim aşamasından sonra bulunan tahmin sonuçları ve mevcut verilerle değerlendirilmesi Şekil 6.36' de verilmiştir.



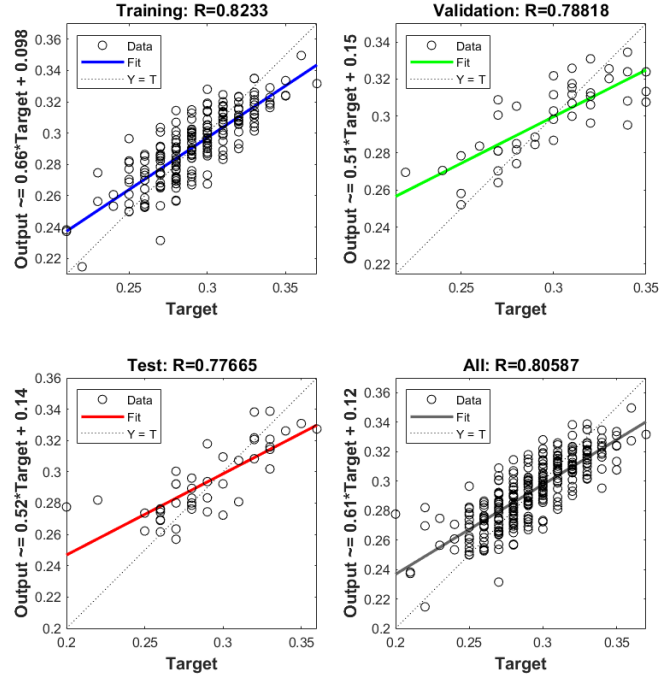
Şekil 6.36: Çermik 2009-2026 YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.4.7 YSA İznik uygulaması

İznik, 2005-2015 verileri (264 veri) eğitim ve doğrulama, 2016-2018 verileri (72 veri) test için kullanılmıştır. Analiz için oluşturulan ağ modeli ve ayarları Çizelge 6.24 ' de verilmiştir. En iyi sonucu gizli katman nöronu 6 olarak seçildiğinde saptanmıştır.Yapay sinir ağlarını kullanarak ağıımızı eğittiğimizde 1000 iterasyon sonucunda işlemin tamamlandığını ve bu işlemin 17 saniye sürmüştür. Şekil 6.37 ' de eğitim başarısı ile ilgili değerler görülmektedir. Analiz sonucu toplam R değeri 0,80 olarak saptanmıştır.

Çizelge 6.24: İznik YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
Nöron S.	3		6		9		12	
	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	3.8e-4	0.74	2.4e-4	0.82	3.5e-4	0.75	3.2e-4	0.75
Validasyon	2.5e-4	0.84	4.1e-4	0.78	3.3e-4	0.8	3.3e-4	0.79
Test	2.1e-4	0.74	4.7e-4	0.77	4.7e-4	0.72	3.6e-4	0.76
Çıktı	3.2e-4		3.7e-4		3.8e-4		3.3e-4	

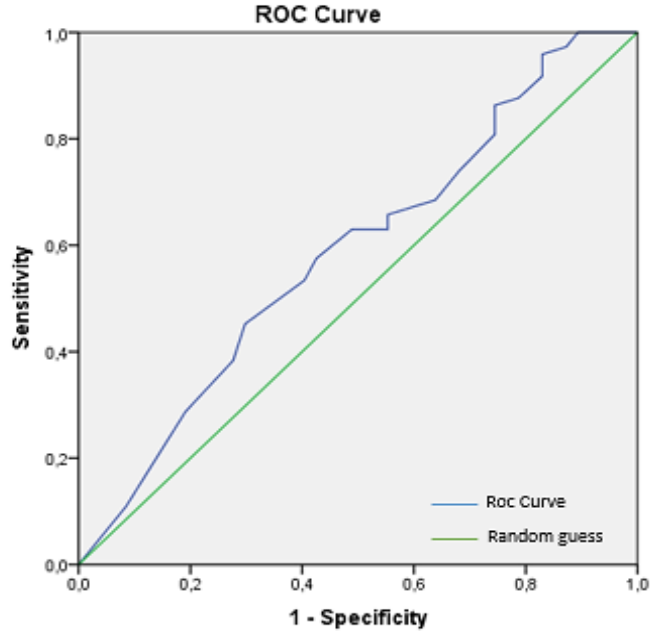


Şekil 6.37: İznik YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Analiz sonucunda elde ettiğimiz ağ performansı değerlerine göre ağın genel R değeri 0,80 olarak ölçümlenmiştir (Çizelge 6.25). AUC değeri ise bulunmuştur (Şekil 6.38).

Çizelge 6.25: İznik YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel				
		R	R ²	R	R ²	R	R ²	MAPE	RMSE	MSE
İznik	YSA	0.82	0.67	0.77	0.59	0.80	0.64	15.9	0.29	0.002

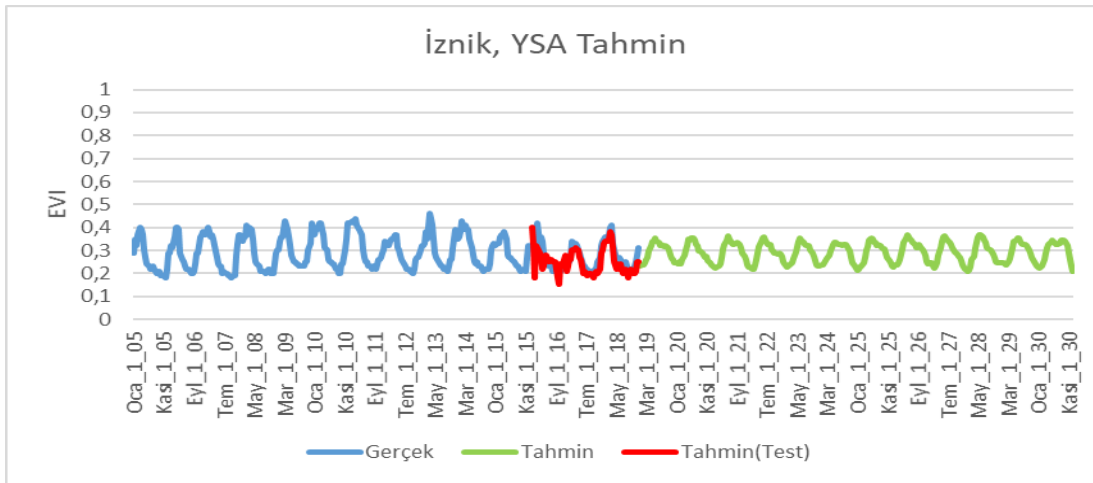


AUC=0.58, p=0.01

En iyi kesim noktası 0.285 için Duyarlılık=%54.5 Seçicilik=%23.8

Şekil 6.38: İznik YSA ROC analizi sonuçları

Eğitim aşamasından sonra bulunan tahmin sonuçları ve mevcut verilerle değerlendirilmesi Şekil 6.39' de verilmiştir.



Şekil 6.39: İznik 2005-2030 YSA eğitim ve tahmin sonuçları

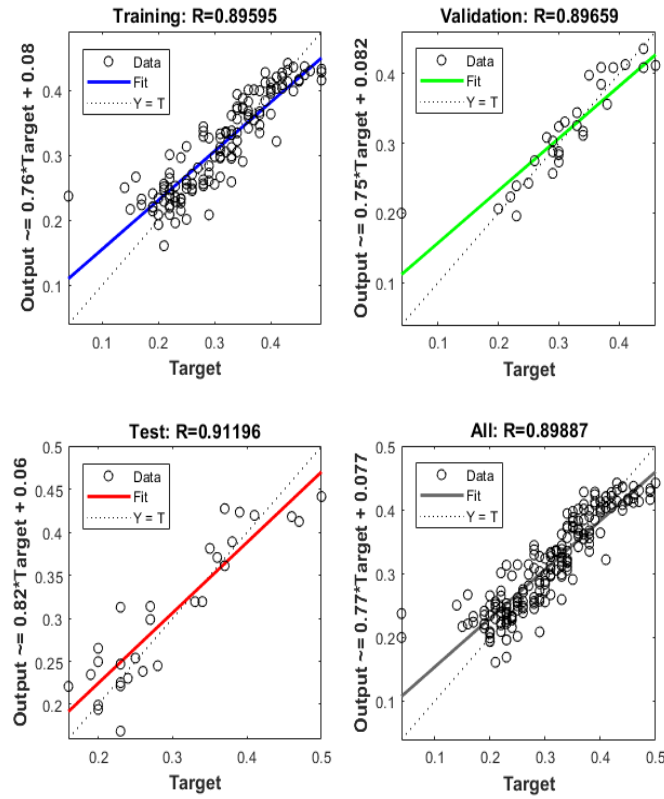
6.3.4.8 YSA Akçaabat uygulaması

Akçaabat analizinde 2009-2018 yılları 240 adet veri kullanılmıştır. 10 yıllık veri miktarının 8 yılı (192 veri) eğitim ve doğrulama, 2 yılı ise (48) test için kullanılmıştır. Analiz için oluşturulan ağ modeli ve ayarları Çizelge 6.26 ' de

verilmiştir. En iyi sonucu gizli katman nöronu 3 olarak seçildiğinde saptanmıştır.

Çizelge 6.26: Akçaabat YSA, nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
Nöron S.	3		6		9		12	
	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	0.001	0.89	0.001	0.90	0.001	0.90	0.001	0.88
Validasyon	0.001	0.91	0.002	0.81	0.004	0.71	0.001	0.85
Test	0.001	0.89	0.005	0.82	0.002	0.86	0.001	0.87
Çıktı	0.001		0.02		0.02		0.6	

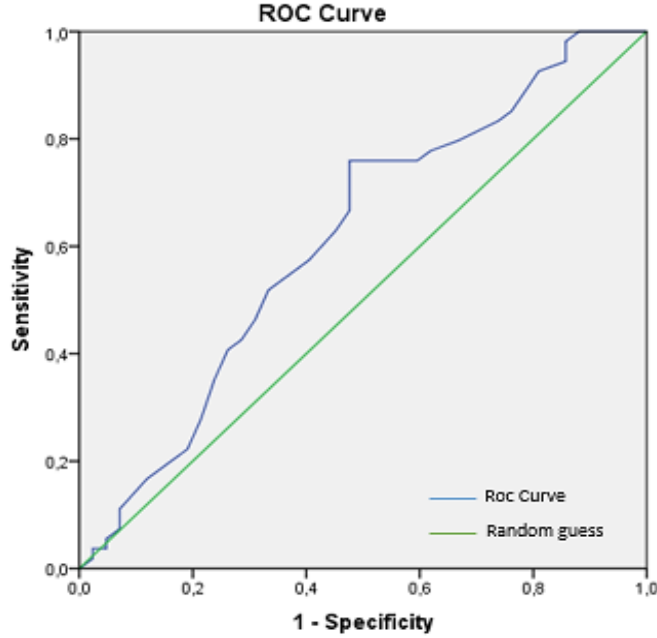


Şekil 6.40: Akçaabat YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Yapay sinir ağlarını kullanarak ağıımızı eğittiğimizde 1000 iterasyon sonucunda işlemin tamamlandığını ve bu işlemin 24 saniye sürmüştür. Şekil 6.40 ' de eğitim başarısı ile ilgili değerler görülmektedir. Analiz sonucu toplam R değeri 0.89 olarak saptanmıştır. Oluşturulan ağın performans değerlendirmesi Çizelge 6.27 ve Şekil 6.41' de verilmiştir.

Çizelge Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı..1: Akçaabat YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel				
		R	R ²	R	R ²	R	R ²	MAPE	RMSE	MSE
Akçaabat	YSA	0.89	0.79	0.91	0.82	0.89	0.79	30.1	0.025	0.004

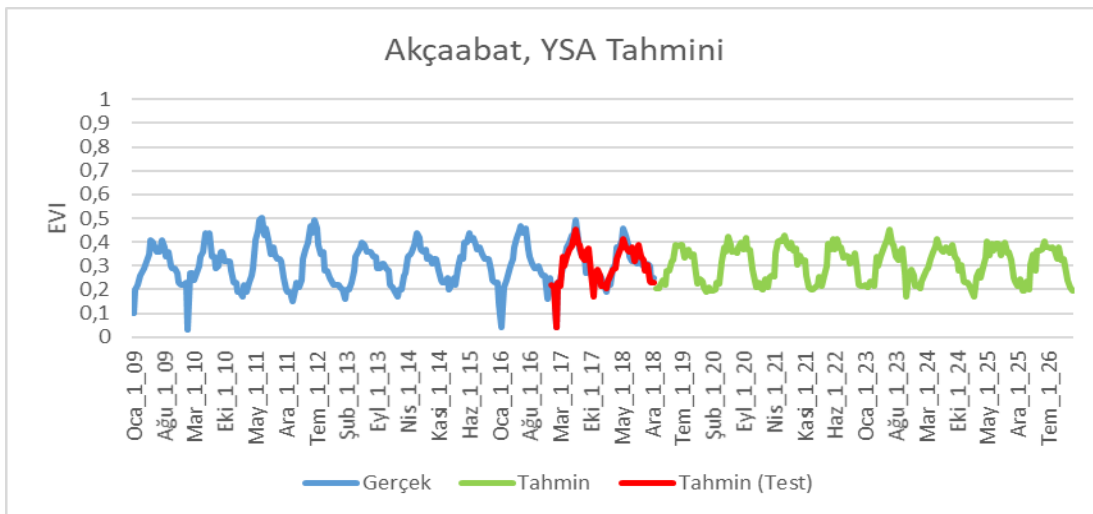


AUC=0.61, p=0.5

En iyi kesim noktası 0.345 için Duyarlılık=%79.5 Seçicilik=%59.5

Şekil 6.41: Akçaabat YSA ROC analizi sonuçları

Eğitim aşamasından sonra bulunan tahmin sonuçları ve mevcut verilerle değerlendirilmesi Şekil 6.42' de verilmiştir.



Şekil 6.42: Akçaabat 2009-2026 YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.5 Dalgacık YSA (DYSA) ile Bitki Örtüsü Değişimi Modelleme ve Tahmin

Literatür incelendiğinde tahmin çalışmalarında kullanılan YSA ile yapılan analizlerde, verilerin ön işleminden geçirilerek oluşturulan hibrid modellerin, tahmin etme başarısının arttığı bilinmektedir (Wang, Zou, Su, Li, and Chaudhry, 2013; Rout, Majhi, Majhi, and Panda 2014). Bu veriler ışığında tahmin başarısını artıracakları öngörülen bir hibrid model geliştirilmiştir. Bu tez çalışmasında veriler Ayrık Dalgacık dönüşümü (ADD) ile alt birleşenlerine ayrılmıştır, elde verilere uygulanan istatistiksel işlemler ile verilerin özneliliklerine ulaşılmıştır. Yeni veriler YSA giriş parametreleri olarak tekrar analiz edilecektir. Bu hibrit model tahmin çalışmasının performansını arttıracakları düşünülmektedir.

Verilerin karakteristik özelliklerine göre uygun ana dalgacık seçimi ve uygun ayrıştırma seviyesinin belirlenmesi analiz performansı açısından önemli rol oynamaktadır (Emhan. Ö, 2013). Çalışmada kullanılan EVI, LST, sıcaklık ve yağış verileri Daubechies ana dalgacık ailesinden 'd1' dalgacığı kullanılmıştır. Bu tez kapsamında veriler üzerinde farklı dalgacıklar kullanılarak analiz edilmiştir ve en iyi performans 'd4' dalgacığı kullanılarak elde edilmiştir.

Ayrışmanın seviyesinin belirlenmesi hakkında literatürde farklı çalışmalar bulunmaktadır. Wang & Ding (2003) N zaman serisi uzunluğu olmak şartıyla $\log(N)$ olarak belirlemişlerdir. Partal ve diğ. (2007) yağış tahmini için herhangi bir formüle bağlı kalmadan 10 seviye olarak belirlemişlerdir. Kim ve Valdes (2003) kuraklık tahmini için 5 adet detay birleşen kullanmışlardır. Bu çalışmada, EVI, LST, sıcaklık ve yağış verileri ayrık dalgacık dönüşümü analizi ile 8 adet alt zaman detay (details) (2- 4- 8-16-32 – 64 –128 – 256 günlük periyodik) bileşenler ve 8 adet yaklaşık (approximation) (2- 4- 8-16-32 – 64 – 128 – 256 günlük periyodik) bileşenlerine ayrılmıştır.

Detay bileşenler içinde, D1 en yüksek frekanslı, en düşük ölçekli bileşendir. D8 en düşük frekanslı bileşendir ve 256 günlük ölçeğe sahiptir. Bu ayrışma sayesinde analizde kullanılan parametrelerin karakteristiği anlaşılmaya çalışılmıştır. Detay birleşenleri sayesinde zaman serisi veya analiz edilen sinyaldeki kırılma noktalarını ve süreksizliğini tespit edilebilir.

Yaklaşık bileşenler içinde, A1 en yüksek ölçekli bileşendir ve en düşük frekansa sahiptir. A8 ise en düşük ölçekli fakat en yüksek frekanslı bileşendir. Yaklaşım birleşenleri sayesinde zaman serisi veya sinyalin uzun zaman alan değişimlerinin belirlenmesi açısından önemlidir.

Çıkan sonuç YSA analizine girdi olarak kullanılmıştır. Daubechies1(Db1) dalgacığı kullanılarak elde edilen, LST, sıcaklık ve yağış verilerine ait alt seri yaklaşım değeri ile orijinal veri değeri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

ADD uygulanan verilerin hangi alt birleşenlerinin seçilip YSA girdi olacak verilmesi gerektiği konusunda da literatürde farklı uygulamalar görülmektedir. Partal ve Kişi (2007) yaptığı çalışmada korelasyon değeri 0.2' den, Partal ve Cıgızoğlu (2008) ise yaklaşık olarak 0.3'den büyük olan alt bileşenleri seçmiştir. Bu çalışmada, alt bileşenleri tanımlamak için korelasyon katsayısı değerleri 0.1' den büyük olan bileşenlerin toplamı D-YSA giriş parametresi olarak kullanılmıştır.

6.3.5.1 D-YSA Çatalca uygulaması

Çizelge 6. 28' de İstanbul Çatalca ilçesi 2005-2018 yılları arası EVI, LST, sıcaklık ve yağış verilerinin dalgacık dönüşümü sonucu elde edilen alt zaman bileşenleri ile orijinal EVI verisi ile arasındaki korelasyon değerleri verilmiştir. ADD sonucu elde edilen 8 adet detay bileşen değeri çizelgede gösterilmiştir. Yüksek korelasyona sahip bileşenlerin toplamı YSA girdi parametresi olarak kullanılmıştır.

Çizelge 6.28: Çatalca D-YSA EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu

Çatalca				
	EVI	LST(°C)	Sıcaklık(°C)	Yağış(kg/m ²)
d1	0.09	0.01	0.05	0.00
d2	0.32	0.03	-0.19	-0.04
d3	0.40	-0.18	-0.27	0.01
d4	0.63	-0.58	-0.74	0.46
d5	0.26	-0.24	-0.29	0.12
d6	0.08	0.03	0.18	0.01
d7	0.07	-0.06	0.06	-0.00
d8	0.05	0.07	0.08	-0.08

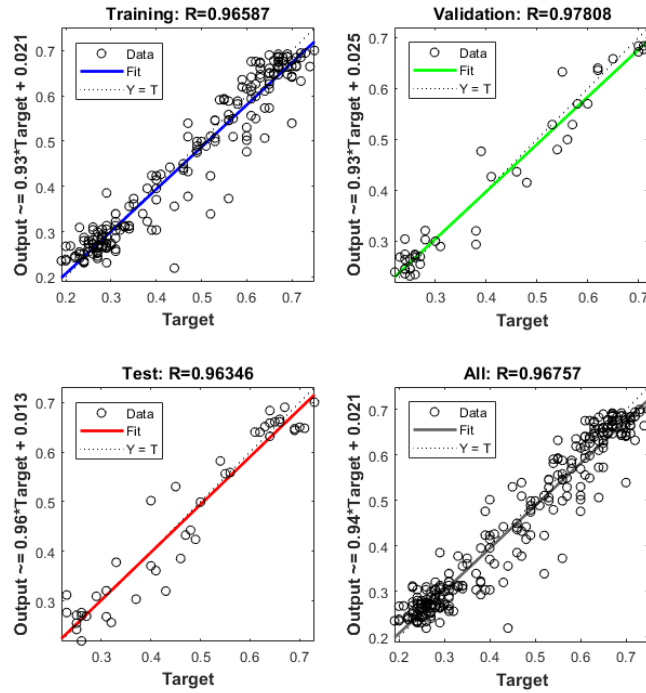
Not: * **KOYU** değerleri her değerlendirme metriği için en iyi korelasyon sonuçlarını gösterir

Çatalca EVI, LST, sıcaklık ve yağış verileri Daubechies4(Db4) dalgacığı kullanılarak alt bileşenlerine ayrıştırılmıştır. ADD sonucunda elde edilen yeni girdi değerleri analiz edilmiştir. Hibrit model sonuçlarına göre en başarılı toplam R değeri 0,96 ile 9 gizli nöron sayısı belirlendiğinde bulunmuştur (Çizelge 6.29).

Çizelge 6.29: Çatalca D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
Nöron S.	3		6		9		12	
	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	0.001	0.97	0.001	0.97	0.001	0.96	0.001	0.97
Validasyon	0.001	0.97	0.003	0.91	0.001	0.97	0.002	0.96
Test	0.003	0.93	0.002	0.95	0.002	0.96	0.003	0.94
Çıktı	0.8		0.2		0.5		0.2	

ADD analizi yapılmadan önce YSA R değeri 0.93 olarak saptanmıştır (Şekil 6.43). ADD analizinin ağırlık öğrenme başarısını % 4.7 artış sağladığı belirlenmiştir.

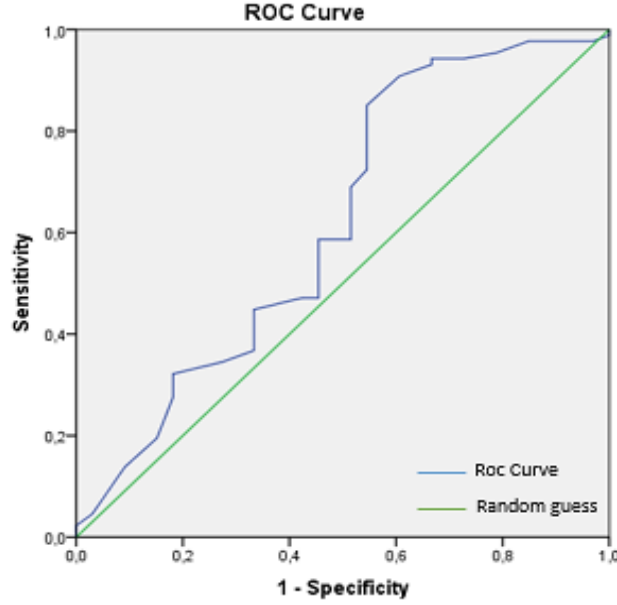


Şekil 6.43: Çatalca D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz

D-YSA ile oluşturduğumuz hibrit modele ait performans değerlendirmesi Çizelge 6.30'da ve Şekil 6.44'de verilmiştir.

Çizelge 6.30: Çatalca D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel		MAPE	RMSE	MSE
		R	R ²	R	R ²	R	R ²			
Çatalca	D-YSA	0.96	0.93	0.96	0.92	0.96	0.93	8.4	0.049	0.002

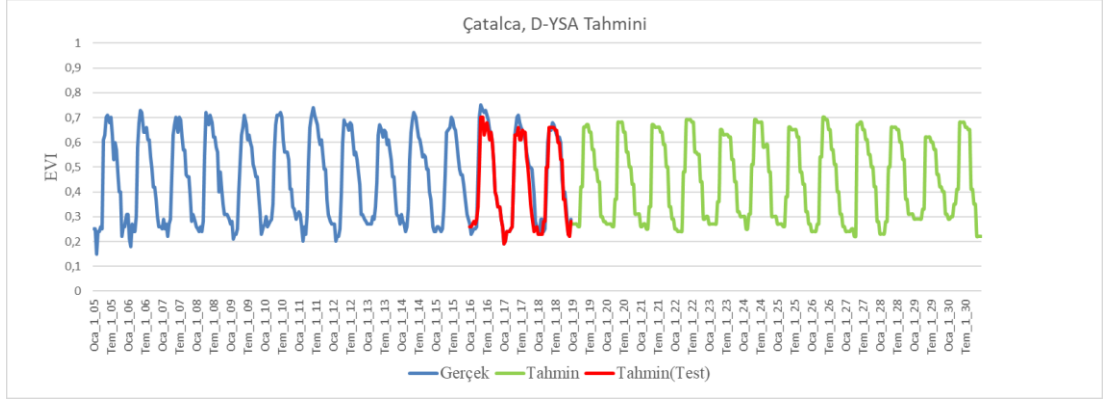


AUC=0.61, p=0.46

En iyi kesim noktası 0.535 için Duyarlılık=%68 Seçicilik=%65

Şekil 6.44: Çatalca D-YSA ROC analizi sonuçları

2018 yılında Çatalca ilçesinin yıllık ortalama EVI değeri 0.43 bulunmuştur. D-YSA analizi sonucunda, 2030 için ortalama EVI değeri 0.41 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, 2018 yılına kıyasla EVI değerlerinin 2030 yılına kadar %4.6 oranda azalması beklenmektedir. ADD tahmin sonucu Şekil 6.45'de verilmiştir.



Şekil 6.45: Çatalca 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.5.2 D-YSA Şile uygulaması

Çizelge 6. 31' de verildiği üzere Şile ilçesi 2005-2018 yılları arası EVI, LST, sıcaklık ve yağış verileri Db4 dalgacığı kullanılarak 8 alt zaman bileşenlerine ayrılmıştır. Alt bileşen verileri ile orijinal EVI arasındaki korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Orijinal EVI değeri ile yüksek ilişkili olan alt birleşenlerin toplamı D-YSA girdi parametreleri olarak kullanılmıştır.

Çizelge 6.31: Şile D-YSA EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu

Şile				
Bileşen	EVI(t)	LST	Sıcaklık	Yağış
d1	0.22	0.03	-0.00	-0.02
d2	0.01	-0.02	-0.03	-0.03
d3	0.02	0.06	-0.31	0.06
d4	0.01	-0.35	-0.57	-0.35
d5	0.05	-0.13	-0.19	-0.09
d6	0.01	-0.01	0.06	-0.03
d7	-0.06	-0.02	0.08	-0.06
d8	0.10	-0.08	0.07	-0.07

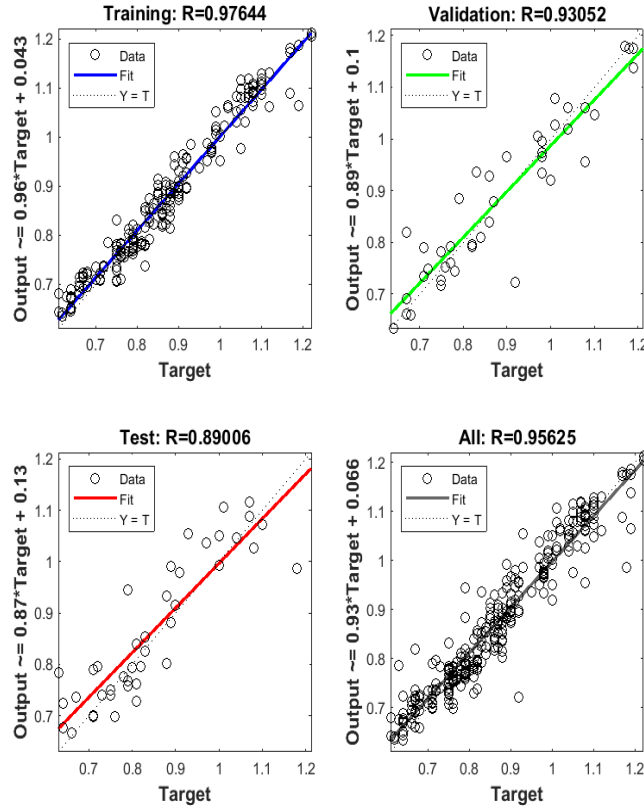
Not: * **KOYU** değerleri her değerlendirme metriği için en iyi korelasyon sonuçlarını gösterir.

Hibrit model sonuçlarına göre en başarılı toplam R değeri 0.95 ile 9 gizli nöron sayısı belirlendiğinde bulunmuştur (Çizelge 6.32).

Çizelge 6.32: Şile D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
Nöron S.	3		6		9		12	
	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	5.0e-4	0.88	0.004	0.88	0.001	0.97	3.2e-4	0.75
Validasyon	2.7e-4	0.93	0.003	0.97	0.003	0.93	3.3e-4	0.79
Test	7.1e-4	0.77	0.007	0.78	0.004	0.89	3.6e-4	0.76
Çıktı	0.3		0.2		0.5		0.2	

ADD analizi yapılmadan önce YSA R değeri 0.80 olarak saptanmıştır (Şekil 6.46). ADD analizinin ağırlık öğrenme başarısını % 18,7 artış sağladığı belirlenmiştir.

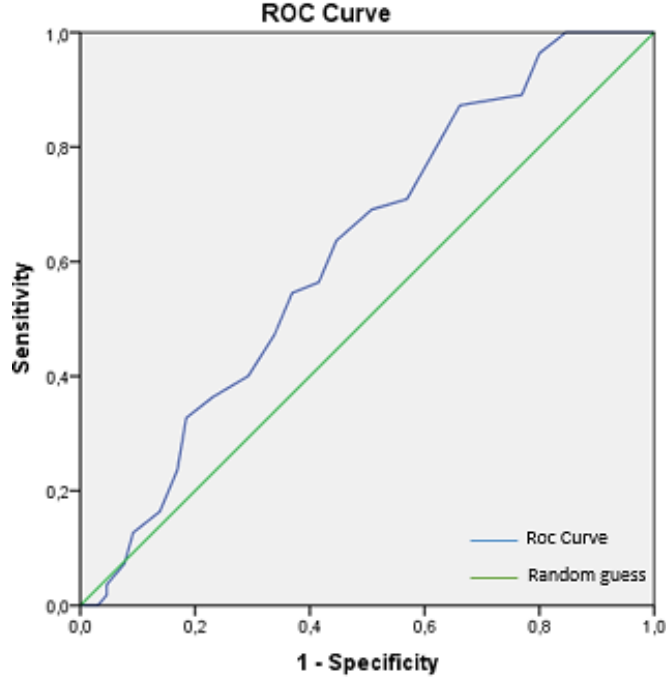


Şekil 6.46: Şile D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Şile ilçesi analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.29 bulunmuştur. D-YSA, sonuçlarına göre EVI 2030 yılı ortalaması 0.27 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında % 6.8 azalacağı belirlenmiştir. Performans değerlendirmeleri Çizelge 6.33'de ve Şekil 6.47'de verilmiştir.

Çizelge 6.33: Şile D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel				
		R	R ²	R	R ²	R	R ²	MAPE	RMSE	MSE
Şile	D-YSA	0.97	0.94	0.89	0.79	0.95	0.90	9.8	0.038	0.001

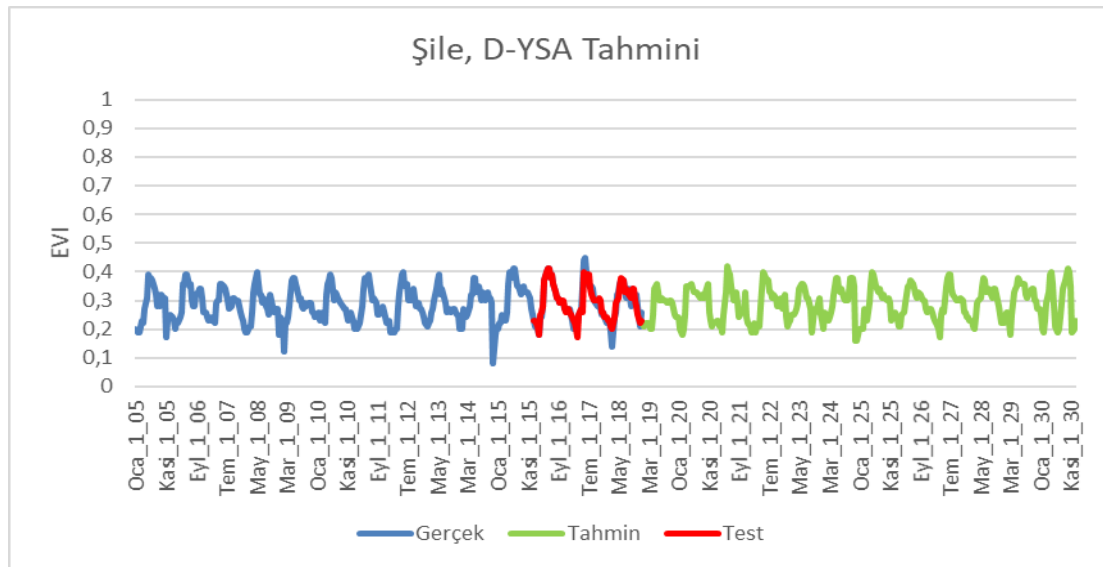


AUC=0.61, p=0.025

En iyi kesim noktası 0.335 için Duyarlılık=%81 Seçicilik=%63,1

Şekil 6.47: Şile D-YSA ROC analizi sonuçları

ADD analizinden sonra Şile EVI değerini tahmini için yapılan 2019-2030 arası D-YSA analiz sonuçları Şekil 6.48’ de verilmiştir.



Şekil 6.48: Şile 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.5.3 D-YSA Haymana uygulaması

Çizelge 6.34'de Ankara Haymana ilçesi 2005-2018 yılları arası EVI, LST, sıcaklık ve yağış verilerinin Db4 dalgacıği kullanılarak 8 alt zaman bileşenleri ayrılmıştır. Alt bileşen verileri ile orijinal EVI arasındaki korelasyon değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 6.34: Haymana EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu

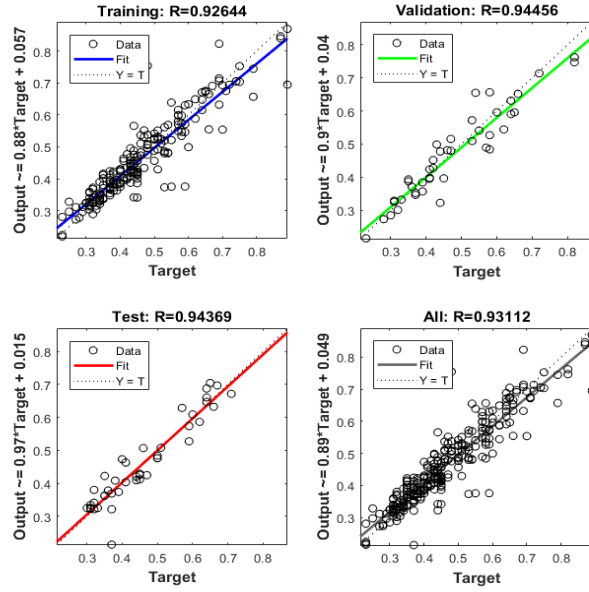
Haymana				
Bileşen	EVI(t)	LST	Sıcaklık	Yağış
d1	0.02	0.01	0.01	-0.00
d2	0.22	0.06	0.05	-0.06
d3	0.50	0.24	0.11	0.27
d4	0.43	0.15	0.18	0.00
d5	0.16	0.05	0.03	0.17
d6	0.06	-0.04	0.18	0.20
d7	0.03	0.02	0.01	0
d8	0.02	0.01	0.02	0

Not: * **KOYU** değerleri her değerlendirme metriği için en iyi korelasyon sonuçlarını gösterir.

En iyi performans gizli katman sayısı 6 olarak seçildiğinde saptanmıştır (Çizelge 6.35). ADD analiz sonucunda orijinal zaman serisini en iyi temsil eden alt bileşenlerle yapılan analiz sonucu D-YSA R değeri 0, 93 olarak bulunmuştur (Şekil 6.49). ADD analizi yapılmadan önce YSA R değeri 0.86 olarak saptanmıştır. ADD analizinin ağıın öğrenme başarısını % 8,1 artış sağladığı belirlenmiştir.

Çizelge 6.35: Haymana D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
	3		6		9		12	
Nöron S.	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	0.03	0.88	0.03	0.92	0.04	0.92	0.03	0.91
Validasyon	0.02	0.92	0.03	0.94	0.03	0.87	0.03	0.93
Test	0.01	0.95	0.02	0.94	0.03	0.88	0.02	0.95
Çıktı	0.1		0.01		0.07		0.03	

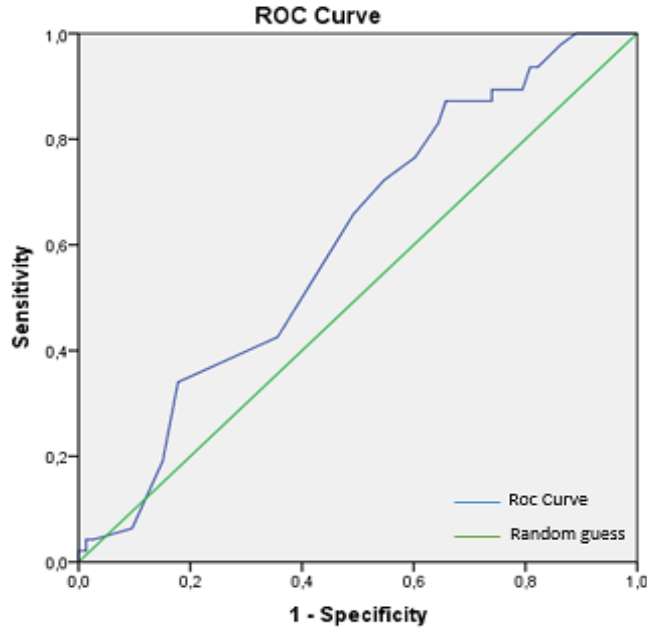


Şekil 6.49: Haymana D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz

ADD analizinden sonra Haymana EVI değerini tahmini için yapılan ağ performans değerleri Çizelge 6.36 ve Şekil 6.50’ de verilmiştir. Haymana ilçesi analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.17 bulunmuştur. D-YSA, YSA modelinden daha iyi performans göstermiştir. D-YSA sonuçlarına göre 2030 yılı EVI ortalaması 0.16 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında %5.8 oranında azalış gösterecektir.

Çizelge 6.36: Haymana D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel		MAPE	RMSE	MSE
		R	R ²	R	R ²	R	R ²			
Haymana	D-YSA	0.92	0.84	0.94	0.88	0.93	0.86	15	0.052	0.002

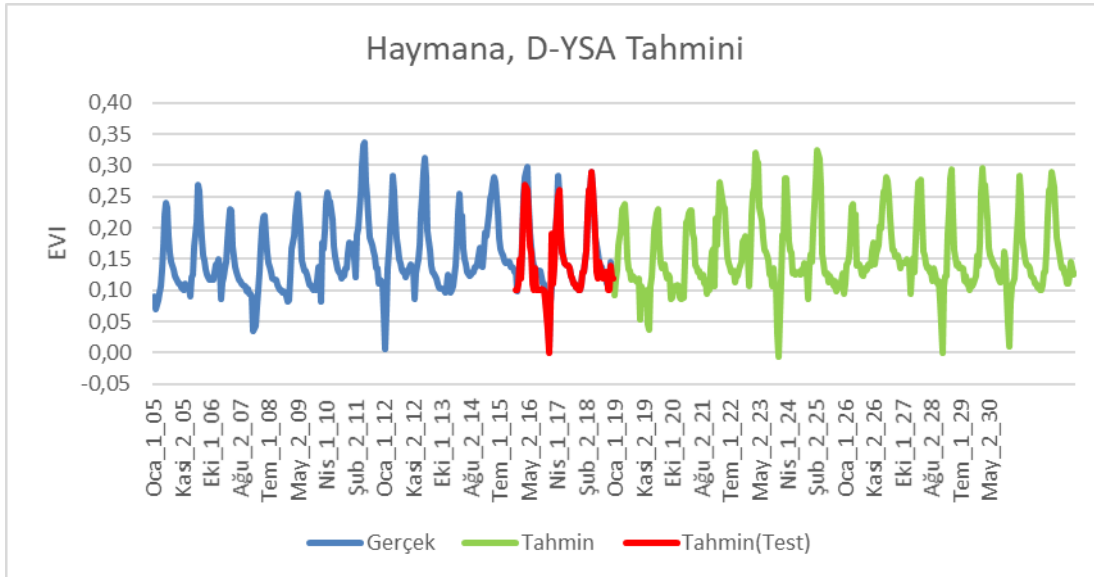


AUC=0.60, p=0.049

En iyi kesim noktası 0.215 için Duyarlılık=%88.6 Seçicilik=%79.5

Şekil 6.50: Haymana D-YSA ROC analizi sonuçları

ADD analizinden sonra Haymana EVI değerini tahmini için yapılan 2019-2030 arası D-YSA analiz sonuçları Şekil 6. 51' de verilmiştir.



Şekil 6.51: Haymana 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.5.4 D-YSA Seferihisar uygulaması

Çizelge 6.37' de İzmir Seferihisar ilçesi 2005-2018 yılları arası EVI, LST, sıcaklık ve yağış verilerinin Db4 dalgacıği kullanılarak 8 alt zaman bileşenleri

ayrılmıştır. Alt bileşen verileri ile orijinal EVI arasındaki korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Orijinal EVI değeri ile yüksek ilişkili olan alt birleşenlerin toplamı D-YSA girdi parametreleri olarak kullanılmıştır.

Çizelge 6.37: Seferihisar EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu

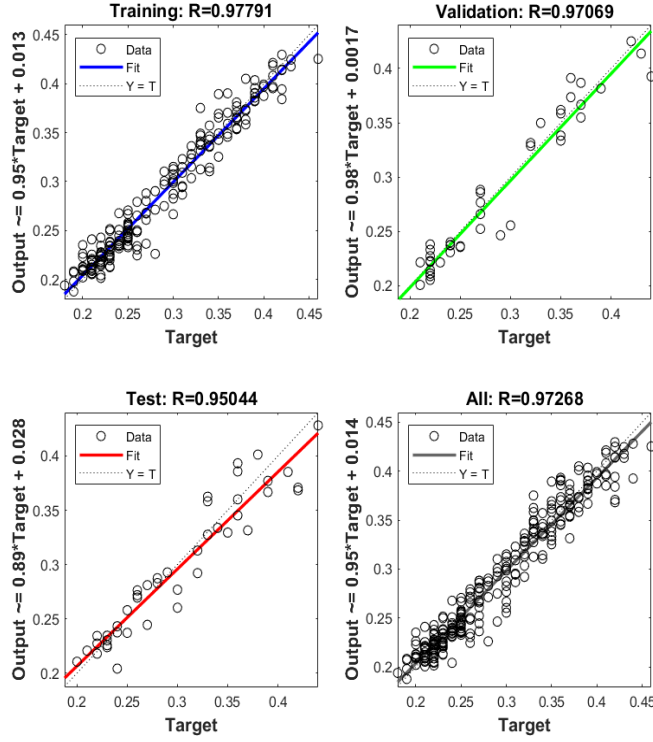
Seferihisar				
Bileşen	EVI(t)	LST	Sıcaklık	Yağış
d1	0.02	-0.01	0.04	-0.00
d2	0.22	-0.04	0.02	0.10
d3	0.50	-0.18	-0.19	0.08
d4	0.43	-0.45	-0.67	0.48
d5	0.16	-0.29	-0.24	0.15
d6	0.06	-0.01	-0.01	0.20
d7	0.03	-0.07	-0.08	0.09
d8	0.02	-0.04	-0.01	0.11

Not: * **KOYU** değerleri her değerlendirme metriği için en iyi korelasyon sonuçlarını gösterir.

En iyi performans gizli katman sayısı 9 olarak seçildiğinde saptanmıştır (Çizelge 6.38). ADD analiz sonucunda orijinal zaman serisini en iyi temsil eden alt bileşenlerle yapılan analiz sonucu D-YSA R değeri 0.97 olarak bulunmuştur (Şekil 6.52). ADD analizi yapılmadan önce YSA R değeri 0.95 olarak saptanmıştır. ADD analizinin ağırlık öğrenme başarısını %2.1 artış sağladığı belirlenmiştir.

Çizelge 6.38: Seferihisar D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
	3		6		9		12	
Nöron S.	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	3.6e-4	0.96	4.2e-4	0.95	2.08e-4	0.97	2.3e-4	0.97
Validasyon	2.7e-4	0.97	2.7e-4	0.96	2.8e-4	0.97	2.5e-4	0.95
Test	5.5e-4	0.94	1.8e-4	0.98	4.4e-4	0.95	4.4e-4	0.93
Çıktı	2.9e-4		2.2e-4		3.3e-4		3.1e-4	

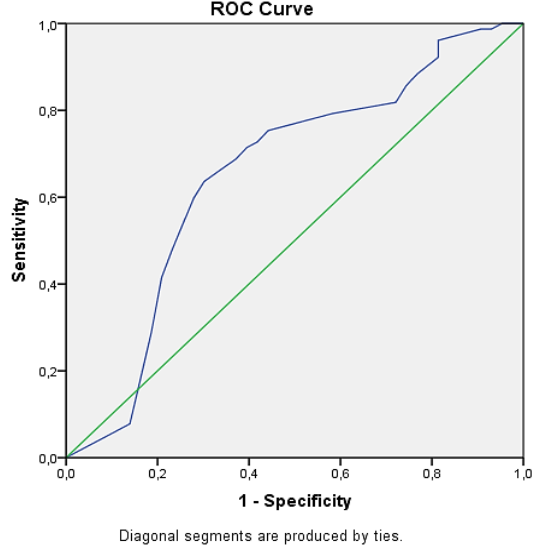


Şekil 6.52: Seferihisar D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Ağın performans değerleri Çizelge 6.39 ve Şekil 6.53’ de verilmiştir. ADD analizinden sonra Seferihisar EVI değerini tahmini için yapılan 2019-2030 arası D-YSA analiz sonuçları Şekil 6.54’ de verilmiştir.

Çizelge 6.39: Seferihisar D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel				
		R	R ²	R	R ²	R	R ²	MAPE	RMSE	MSE
Seferihisar	D-YSA	0.97	0.94	0.95	0.90	0.97	0.94	4.6	0.02	0

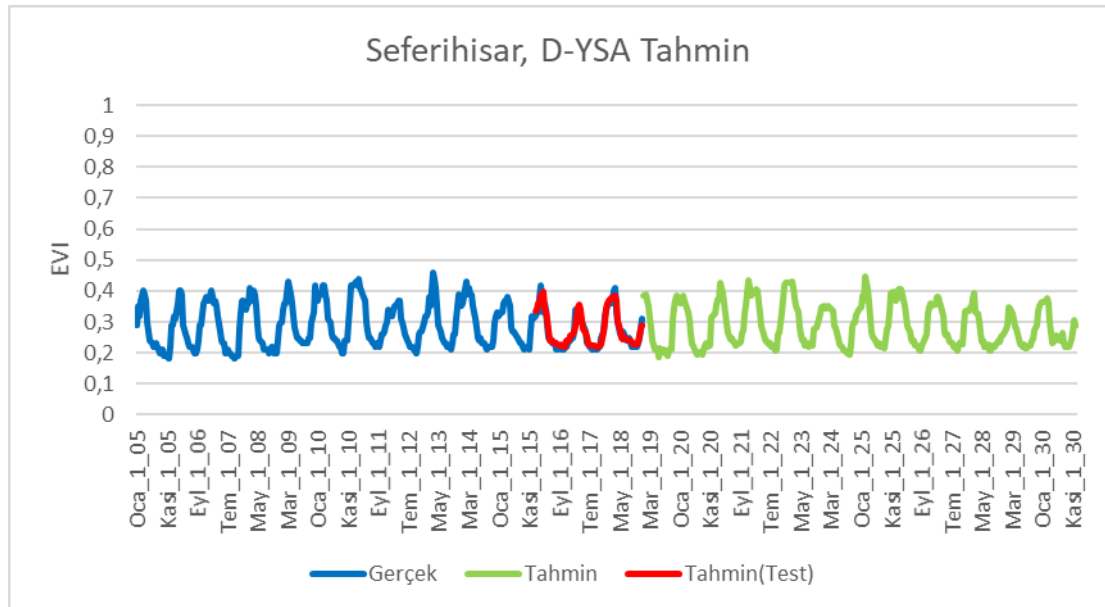


AUC=0.63, p=0.005

En iyi kesim noktası 0.305 için Duyarlılık=%72 Seçicilik=%51.1

Şekil 6.53: Seferihisar D-YSA ROC analizi sonuçları

Seferihisar ilçesi analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.29 bulunmuştur. D-YSA, YSA modelinden daha iyi performans gösterdiği için D-YSA sonuçlarına göre 2030 yılı EVI ortalaması 0.26 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında %10.3 oranında azalış gösterecektir.



Şekil 6.54: Seferihisar 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.5.5 D-YSA Alanya uygulaması

Alanya ilçesi 2005-2018 yılları arası EVI, LST, sıcaklık ve yağış verilerinin Db4 dalgacığı kullanılarak 8 alt zaman bileşenleri ayrılmıştır. Alt bileşen verileri ile orijinal EVI arasındaki korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Orijinal EVI değeri ile yüksek ilişkili olan alt birleşenlerin toplamı D-YSA girdi parametreleri olarak kullanılmıştır (Çizelge 6.40).

Çizelge 6.40: Alanya EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu

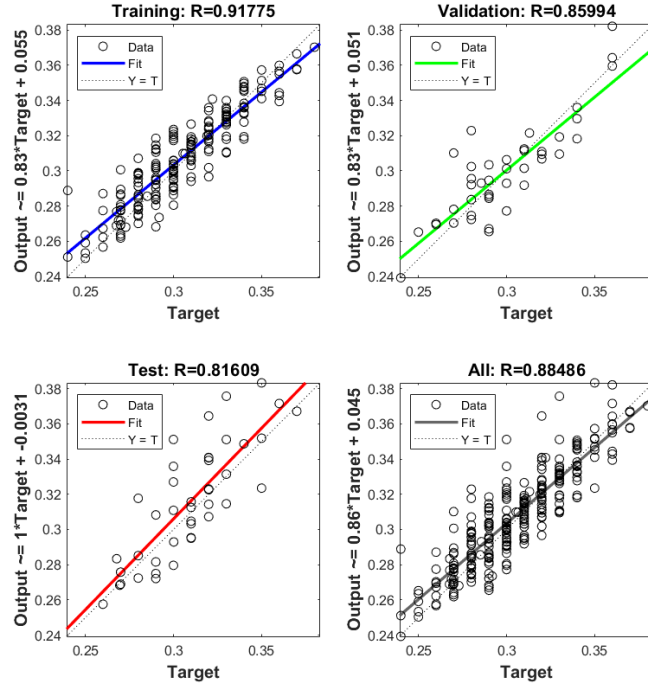
Alanya				
Bileşen	EVI(t)	LST	Sıcaklık	Yağış
d1	0.08	0.01	-0.08	0.01
d2	0.22	0.06	0.02	0.08
d3	0.50	-0.05	-0.04	0.02
d4	0.43	-0.12	-0.35	-0.02
d5	0.16	-0.05	-0.11	0.21
d6	0.06	-0.13	-0.09	0.12
d7	0.03	-0.04	-0.08	0.09
d8	0.02	-0.05	0.14	0.01

Not: * **KOYU** değerleri her değerlendirme metriği için en iyi korelasyon sonuçlarını gösterir.

En iyi performans gizli katman sayısı 9 olarak seçildiğinde saptanmıştır (Çizelge 6.41). ADD analiz sonucunda orijinal zaman serisini en iyi temsil eden alt bileşenlerle yapılan analiz sonucu D-YSA toplam R değeri 0, 88 olarak bulunmuştur (Şekil 6.55). ADD analizi yapılmadan önce YSA R değeri 0,80 olarak saptanmıştır. ADD analizinin ağıın öğrenme başarısını %10 artış sağladığı belirlenmiştir. Ağıın performans değerleri Çizelge 6.42 ve Şekil 6.56' da verilmiştir.

Çizelge 6.41: Alanya D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
	3		6		9		12	
Nöron S.	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	2.6e-4	0.81	2.7e-4	0.81	1.9e-4	0.91	2.2e-4	0.85
Validasyon	3.3e-4	0.84	2.1e-4	0.86	2.3e-4	0.85	2.3e-4	0.86
Test	2.6e-4	0.85	2.4e-4	0.83	3.5e-4	0.81	2.6e-4	0.82
Çıktı	2.8e-4		2.5e-4		2.4e-4		2.6e-4	

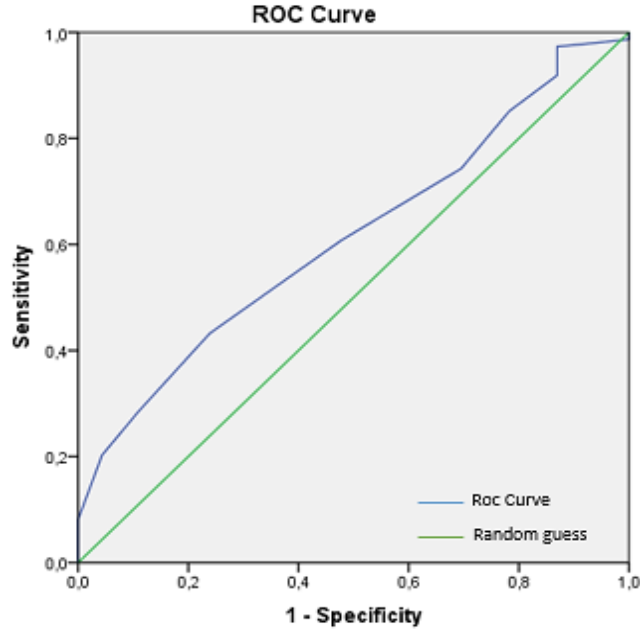


Şekil 6.55: Alanya D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Çizelge 6.42: Alanya D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel				
		R	R ²	R	R ²	R	R ²	MAPE	RMSE	MSE
Alanya	D-YSA	0.91	0.80	0.85	0.72	0.88	0.77	2	0.02	0

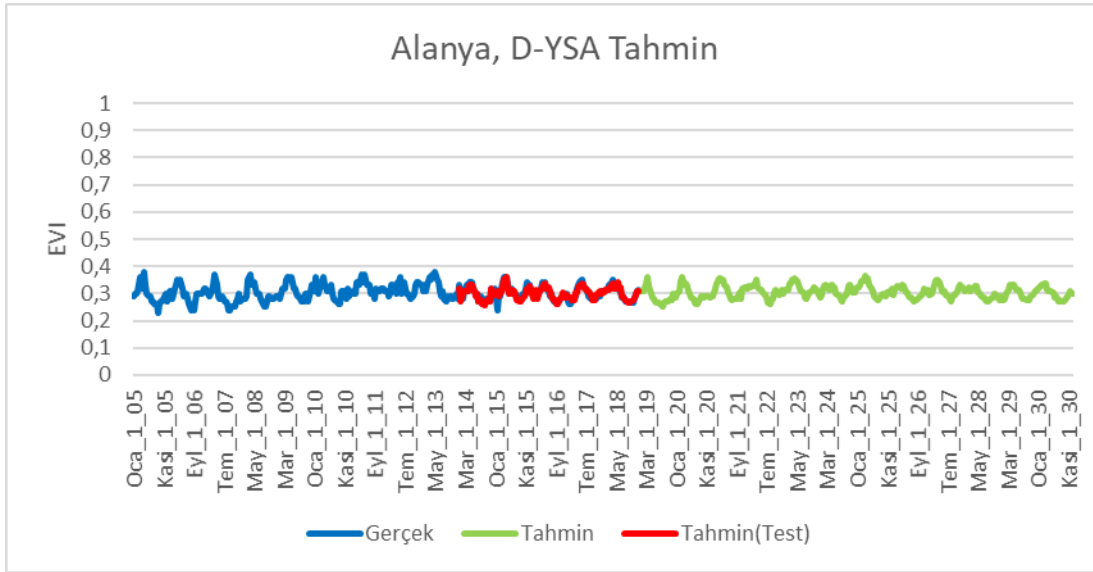
ADD analizinden sonra Alanya EVI değerini tahmini için yapılan 2005-2030 arası YSA analiz sonuçları Şekil 6.57’ de verilmiştir. Alanya ilçesi analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.30 bulunmuştur. D-YSA, YSA modelinden daha iyi performans gösterdiği için D-YSA sonuçlarına göre 2030 yılı EVI ortalaması 0.28 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında %6,6 oranında azalış gösterecektir.



AUC=0.61, p=0.036

En iyi kesim noktası 0.295 için Duyarlılık=%60,8 Seçicilik=%47.8

Şekil 6.56: Alanya D-YSA ROC analizi sonuçları



Şekil 6.57: Alanya 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.5.6 D-YSA Çermik uygulaması

Çizelge 6.43 'de gösterildiği gibi Çermik ilçesi 2009-2018 yılları arası EVI, LST, sıcaklık ve yağış verilerinin Db4 dalgacığı kullanılarak 7 alt zaman bileşenleri ayrılmıştır. Alt bileşen verileri ile orijinal EVI arasındaki korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Orijinal EVI değeri ile yüksek ilişkili olan alt birleşenlerin toplamı D-YSA girdi parametreleri olarak kullanılmıştır.

Çizelge 6.43: Çermik EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu

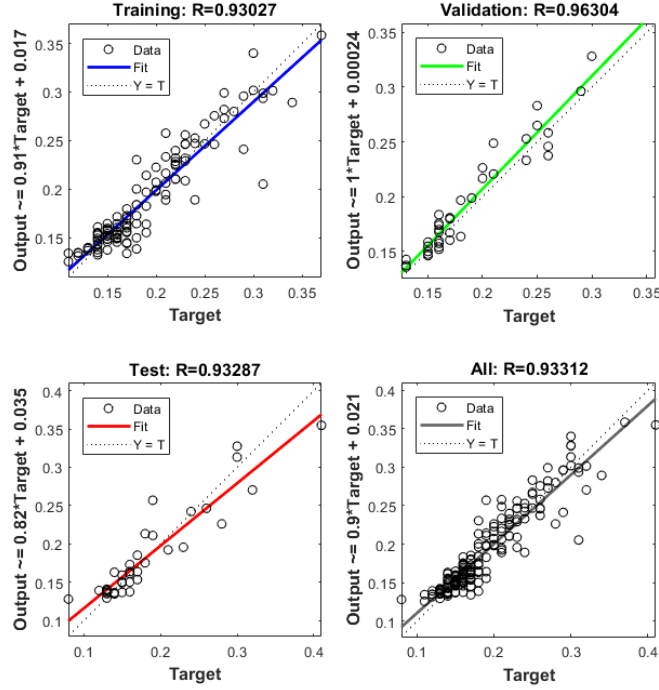
Çermik				
Bileşen	EVI(t)	LST	Sıcaklık	Yağış
d1	0.02	0	.02	0
d2	0.01	-.08	-0.3	-.03
d3	0.21	0	-.18	.02
d4	0.34	-.03	-.15	.05
d5	0.01	-.13	.01	-.03
d6	0.01	.03	.09	.12
d7	-0.04	-.05	-.18	.13

Not: * **KOYU** değerleri her değerlendirme metriği için en iyi korelasyon sonuçlarını gösterir.

En iyi performans gizli katman sayısı 3 olarak seçildiğinde saptanmıştır (Çizelge 6.44). ADD analiz sonucunda orijinal zaman serisini en iyi temsil eden alt bileşenlerle yapılan analiz sonucu D-YSA toplam R değeri 0, 93 olarak bulunmuştur (Şekil 6.58). Çermik YSA ile EVI analizinde ağın öğrenme başarısı R değeri 0.92 olarak saptanmıştır. D-YSA analizinin ağın öğrenme başarısının %1 artmasını sağlamıştır.

Çizelge 6.44: Çermik D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
	3		6		9		12	
Nöron S.	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	2.2e-4	0.93	3.5e-4	0.93	2.9e-4	0.94	4.8e-4	0.89
Validasyon	2.1e-4	0.96	3.6e-4	0.93	3.3e-4	0.94	6.6e-4	0.91
Test	5.9e-4	0.93	8.8e-4	0.88	9.2e-4	0.88	0.001	0.86
Çıktı	0.08		0.005		0.02		0.01	

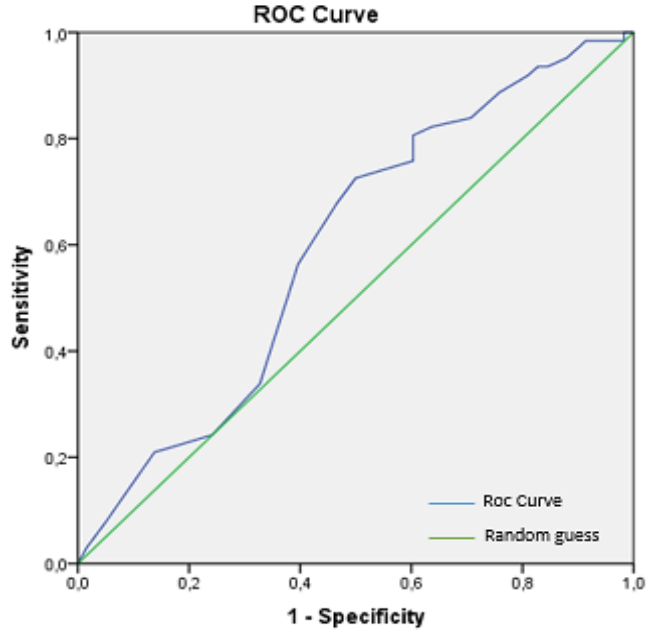


Şekil 6.58: Çermik D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Alanya ilçesi analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.30 bulunmuştur. D-YSA, YSA modelinden daha iyi performans gösterdiği için D-YSA sonuçlarına göre 2026 yılı EVI ortalaması 0.28 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında %6,6 oranında azalış gösterecektir. Geliştirilen hibrit model sonucunda Çermik için ağ performans sonuçları Çizelge 6.45 ve Şekil 6.59’ da verilmiştir.

Çizelge 6.45: Çermik D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel		MAPE	RMSE	MSE
		R	R ²	R	R ²	R	R ²			
Çermik	D-YSA	0.93	0.86	0.93	0.86	0.93	0.86	8	0.06	0.002

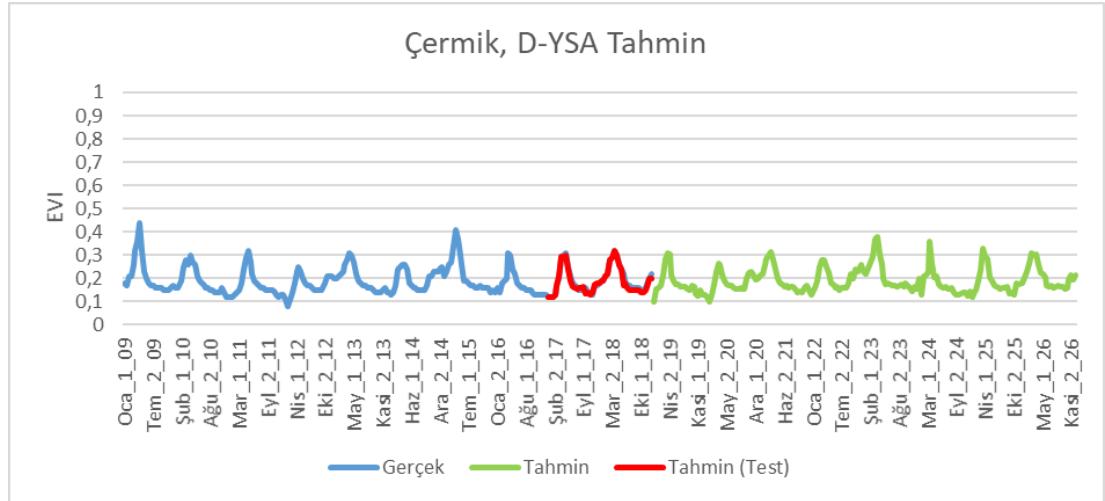


AUC=0.59, p=0.065

En iyi kesim noktası 0.215 için Duyarlılık=%82.3 Seçicilik=%63.8

Şekil 6.59: Çermik D-YSA ROC analizi sonuçları

ADD analizinden sonra Çermik EVI değeri tahmini için yapılan 2009-2026 arası D-YSA analiz sonuçları Şekil 6.60' de verilmiştir.



Şekil 6.60: Çermik 2009-2026 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.5.7 D-YSA İznik uygulaması

Çizelge 6.46' da İznik ilçesi 2005-2018 yılları arası EVI, LST, sıcaklık ve yağış verilerinin Db4 dalgacığı kullanılarak 8 alt zaman bileşenleri ayrılmıştır. Alt bileşen verileri ile orijinal EVI arasındaki korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Orijinal EVI değeri ile yüksek ilişkili olan alt birleşenlerin toplamı D-YSA girdi

parametreleri olarak kullanılmıştır. Gizli nöron sayısı belirlenmek için yapılan çalışmada en iyi performans gizli katman nöron sayısı 6 olarak seçildiğinde saptanmıştır (Çizelge 6.47).

Çizelge 6.46: İznik D-YSA EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu

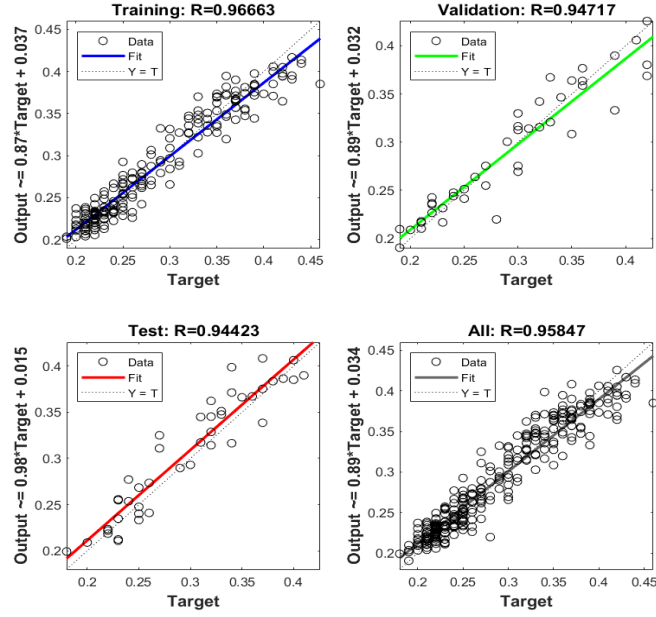
İznik				
Bileşen	EVI(t)	LST	Sıcaklık	Yağış
d1	0.03	0.04	0.02	0.07
d2	0.01	0.02	0.01	0.12
d3	0.21	-0.24	-0.25	-0.05
d4	0.44	-0.42	-0.49	0.31
d5	0.01	0.09	0.11	0.04
d6	0.02	-0.06	-0.06	-0.09
d7	-0.03	0.03	0.04	0.07
d8	-0.01	0.06	0.12	0.02

Not: * **KOYU** değerleri her değerlendirme metriği için en iyi korelasyon sonuçlarını gösterir.

ADD analiz sonucunda orijinal zaman serisini en iyi temsil eden alt bileşenlerle yapılan analiz sonucu D-YSA R değeri 0.95 olarak bulunmuştur (Şekil 6.61). Ağ performans sonuçları Çizelge 6.48 ve Şekil 6.62’ de verilmiştir. Oluşturulan hibrit model ile ağın öğrenme başarısında %18.7 artış sağladığı belirlenmiştir.

Çizelge 6.47: İznik D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

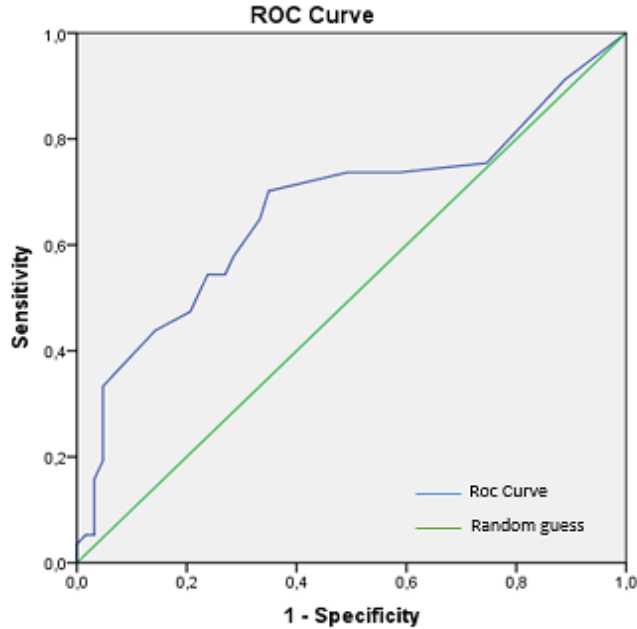
Metot	NARX							
	3		6		9		12	
Nöron S.	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	3.7e-4	0.77	4.2e-4	0.96	2.08e-4	0.95	2.3e-4	0.92
Validasyon	2.1e-4	0.82	2.7e-4	0.94	2.8e-4	0.91	2.3e-4	0.93
Test	2.7e-4	0.76	1.8e-4	0.94	4.4e-4	0.94	2.4e-4	0.91
Çıktı	2.8e-4		2.9e-4		3.06e-4		2.3e-4	



Şekil 6.61: İznik D-YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Çizelge6.48: İznik D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel				
		R	R ²	R	R ²	R	R ²	MAPE	RMSE	MSE
İznik	D-YSA	0.96	0.92	0.94	0.88	0.95	0.90	5.4	0.02	0.001

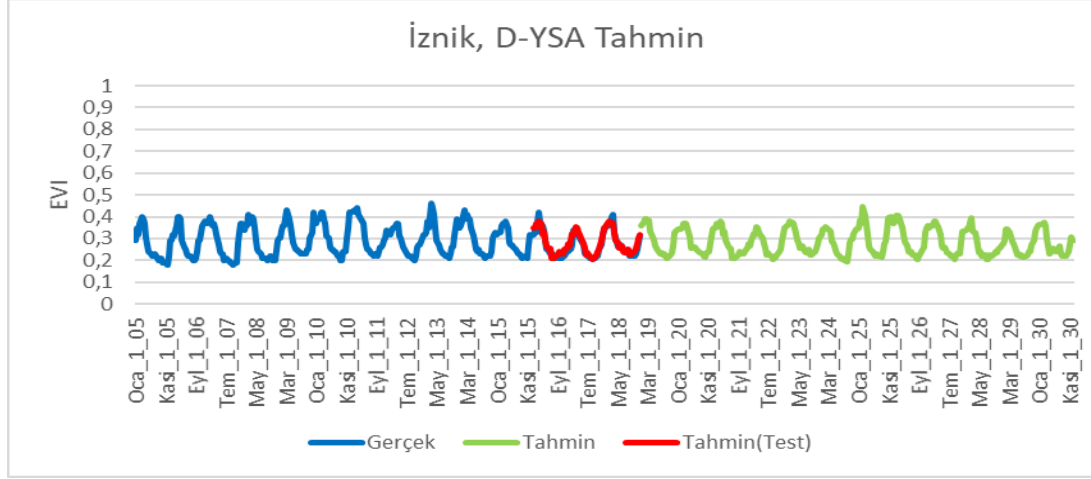


AUC=0.66, p=0.01

En iyi kesim noktası 0.295 için Duyarlılık=%63 Seçicilik=%55.3

Şekil 6.62: İznik D-YSA ROC analizi sonuçları

İzник analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.28 bulunmuştur. D-YSA sonuçlarına göre 2030 yılı EVI ortalaması 0.22 olarak bulunmuştur. Sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında %21.4 oranında azalış gösterecektir (Şekil 6.63).



Şekil 6.63: İzник 2005-2030 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları

6.3.5.8 D-YSA Akçaabat uygulaması

Çizelge 6.49’ da Akçaabat ilçesi 2009-2018 yılları arası EVI, LST, sıcaklık ve yağış verilerinin Db4 dalgacığı kullanılarak 7 alt zaman bileşenleri ayrılmıştır. Alt bileşen verileri ile orijinal EVI arasındaki korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Orijinal EVI değeri ile yüksek ilişkili olan alt birleşenlerin toplamı D-YSA girdi parametreleri olarak kullanılmıştır.

Çizelge 6.49: Akçaabat D-YSA EVI ile diğer parametrelerin alt zaman detay bileşenleri arasındaki korelasyonu

Akçaabat				
Bileşen	EVI(t)	LST	Sıcaklık	Yağış
d1	0.03	-0.02	0.35	0.12
d2	0.01	-0.01	-0.1	0.62
d3	0.21	0.10	0.10	0.53
d4	0.44	0.40	0.42	0.32
d5	0.01	0.07	0.07	0.09
d6	0.02	-0.10	-0.06	0.42
d7	-0.03	0.29	0.27	0.28

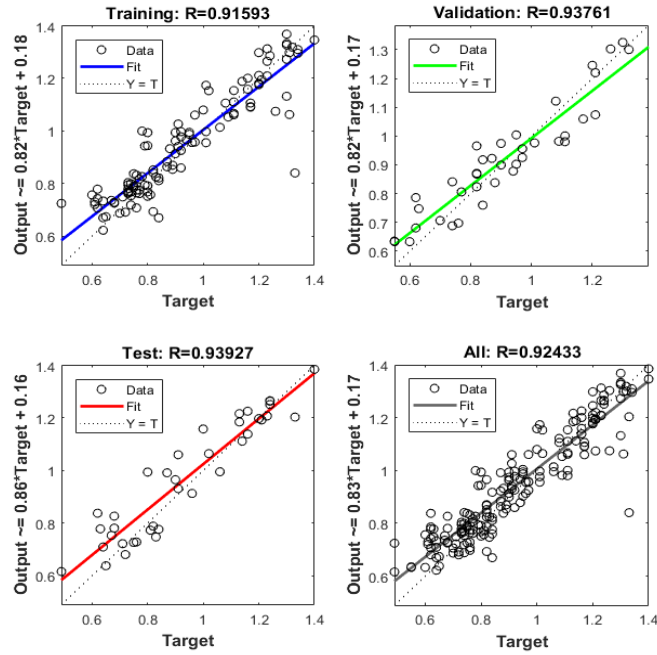
Not: * **KOYU** değerleri her değerlendirme metriği için en iyi korelasyon sonuçlarını gösterir.

Gizli nöron sayısı belirlenmek için yapılan çalışmada en iyi performans gizli katman nöron sayısı 6 olarak seçildiğinde saptanmıştır (Çizelge 6.50).

Çizelge 6.50: Akçaabat D-YSA nöron sayılarına ait ortalama karesel hata değerlerinin kıyaslanması

Metot	NARX							
	3		6		9		12	
Nöron S.	OKH	R	OKH	R	OKH	R	OKH	R
Eğitim	0.006	0.92	0.008	0.91	0.01	0.89	0.006	0.92
Validasyon	0.01	0.83	0.007	0.93	0.01	0.89	0.01	0.91
Test	0.006	0.94	0.005	0.93	0.004	0.93	0.007	0.91
Çıktı	0.3		0.7		0.4		0.3	

ADD analiz sonucunda orijinal zaman serisini en iyi temsil eden alt bileşenlerle yapılan analiz sonucu D-YSA R değeri 0.92 olarak bulunmuştur (Şekil 6.64).

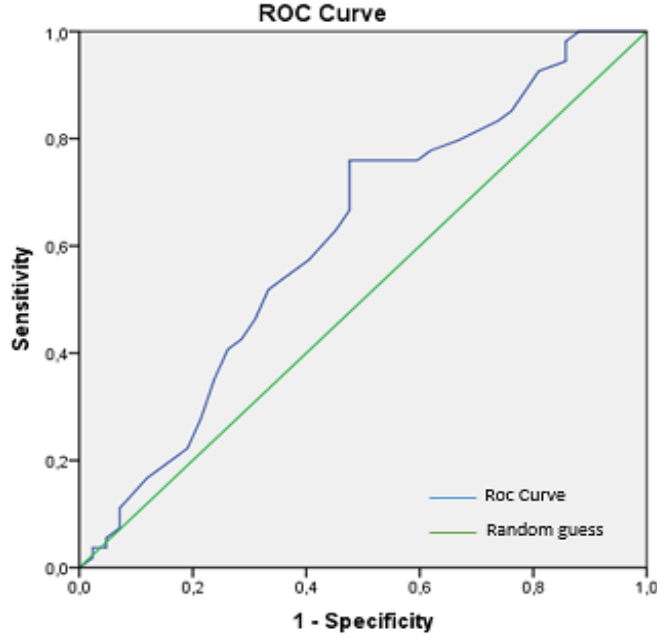


Şekil 6.64: Akçaabat D- YSA eğitim aşaması regresyon analiz

Ağ performans sonuçları Çizelge 6.51 ve Şekil 6.65’de verilmiştir. Oluşturulan hibrit model ile ağı öğrenme başarısında %3.3 artış sağladığı belirlenmiştir.

Çizelge Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı..2: Akçaabat D-YSA kullanılarak elde edilen tahmin sonuçları performansı

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel		MAPE	RMSE	MSE
		R	R ²	R	R ²	R	R ²			
Akçaabat	D-YSA	0.91	0.82	0.93	0.86	0.92	0.84	10.5	0.04	0.002

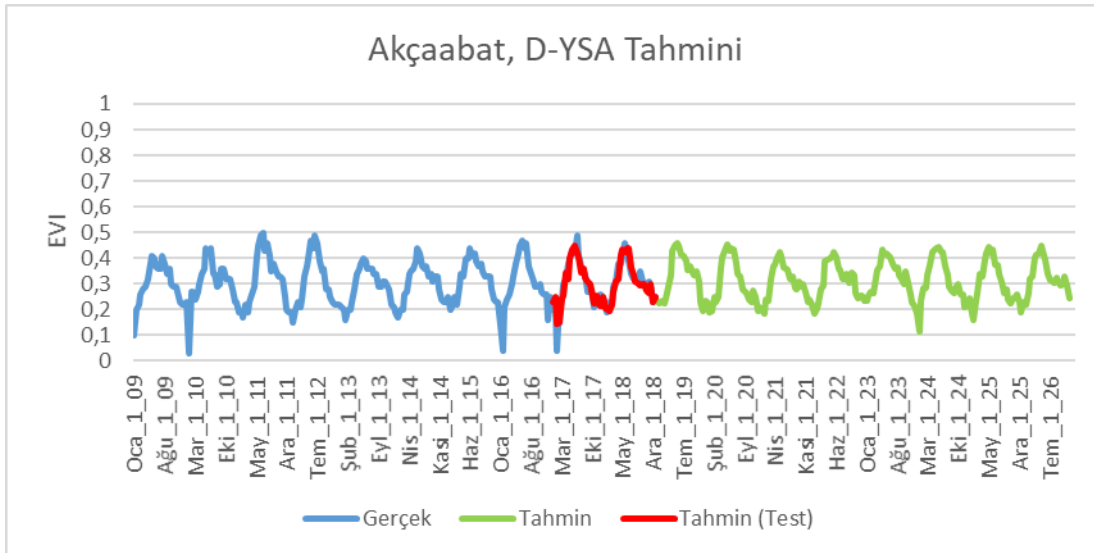


AUC=0.61, p=0.5

En iyi kesim noktası 0,345 için Duyarlılık=%79.5 Seçicilik=%59.5

Şekil 6.65: Akçaabat D-YSA ROC analizi sonuçları

Akçaabat, EVI ortalaması 2018 yılında 0.31 olarak belirlenmiştir. D-YSA analizi sonucu, ortalama EVI 2026 yılında 0,29 bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, EVI değerinin 2030 yılında %6,4 azalış göstereceği belirlenmiştir. 2009- 2026 yılına kadar olan EVI değişimi ve tahmini Şekil 6.66' da verilmiştir.



Şekil 6.66: Akçaabat 2009-2026 D-YSA eğitim ve tahmin sonuçları

7. BULGULAR ve TARTIŞMALAR

Bitki örtüsünün yıllar içindeki değişiminin analiz edilmesi sadece yerel ya da ulusal değil küresel anlamda da büyük önem taşımaktadır. Küresel iklim değişikliği, artan nüfus ve sanayileşme gibi olumsuz etmenler nedeni ile bitki örtüsü yoğunluğu ve çeşitliliği sürekli baskı altında kalmaktadır. Ayrıca nüfus yoğunluğu arttıkça doğan yerleşim yeri ihtiyacı da yeşil alanların giderek daralmasına yol açmaktadır. Bitki örtüsü değişiminin tespit edilmesinde kullanılan en yaygın uydu verilerinde biri olan EVI değişiminin tahmin edilmesi AKAÖ planlamaları için oldukça önemlidir. Literatürde bitki örtüsü ile ilişkisi olduğu bilinen en yaygın kullanılan veriler; yağış ve sıcaklık verilerinin beraber yorumlanması bitki örtüsü geleceğinin kestirimi için önemlidir. Bu tez çalışması kapsamında kullanılan LST ve NDBI uydu verileri yine literatürde sıkça rastladığımız kentleşme sürecinin izlenmesinde kullanılan parametrelerdir. Bu çalışma, EVI, LST, NDBI, yağış ve sıcaklık verileri ile ülkenin çeşitli bölgelerinin bitki örtüsü değişiminin kestirimine dayanmaktadır. Veriler MODIS, Google Earth Engine ve meteorolojik istasyonlardan temin edilmiştir. Analiz Çatalca, Şile, Haymana, Alanya, Seferihisar ve İznik ilçeleri için 2005-2018, Çermik ve Akçaabat için ise 2009-2018 yılları arası veriler kullanılarak mevcut durumun analizi ve sırasıyla 2030, 2026 yılları EVI değişiminin tahmini üzere yapılmıştır. Analiz, tahmin çalışmalarında sıkça kullanılan ve literatürde sıkça başarılı sonuçlar alındığı belirtilen bir yöntem olan YSA ile gerçekleştirilmiştir. İlaveten, bitki örtüsü yoğunluğundaki değişimin tespit edilebilmesi için hibrit bir yöntem geliştirilmiştir. Bu model kapsamında ADD ve YSA modelleri bütünleşik olarak ele alınarak, gerçek veri ve tahmin edilmek istenilen veri arasındaki hata oranı en aza indirilmeye çalışılmıştır. YSA modeline göre geliştirilen D-YSA modelinin tüm inceleme bölgelerinde tahmin performansını artırdığı gözlemlenmiştir (Çizelge 7.1).

Çatalca YSA ile EVI analizinde ağın öğrenme başarısı R değeri 0.93 olarak saptanmıştır. D-YSA analizinin ağın öğrenme başarısını %3,2 artırmıştır ve 0.96

bulunmuştur. Çatalca ilçesi analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.45 bulunmuştur. D-YSA, YSA dan daha iyi performans gösterdiği için D-YSA sonuçlarına göre EVI 2030 yılı ortalaması 0,43 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında %8.4 hata olasılığıyla %4.4 düşüş göstereceği tahmin edilmektedir.

Şile YSA ile EVI analizinde ağın öğrenme başarısı R değeri 0.84 olarak saptanmıştır. D-YSA analizinin ağın öğrenme başarısını %13 arttırdığı 0.95 belirlenmiştir. Şile ilçesi analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.29 bulunmuştur. D-YSA, sonuçlarına göre EVI 2030 yılı ortalaması %9.8 hata olasılığıyla 0.27 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında % 6.8 azalacağı belirlenmiştir.

Seferihisar YSA ile EVI analizinde ağın öğrenme başarısı R değeri 0.95 olarak saptanmıştır. D-YSA analizinin ağın öğrenme başarısını %2.1 artırmıştır ve 0.97 bulunmuştur. Seferihisar ilçesi analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.29 bulunmuştur. D-YSA, YSA modelinden daha iyi performans gösterdiği için D-YSA sonuçlarına göre 2030 yılı EVI ortalaması %4.6 hata olasılığıyla 0.26 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında %10.3 oranında azalış gösterecektir.

Haymana YSA ile EVI analizinde ağın öğrenme başarısı R değeri 0.86 olarak saptanmıştır. D-YSA analizinin ağın öğrenme başarısını %8.1 artırmıştır ve 0.93 bulunmuştur Haymana ilçesi analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.17 bulunmuştur. D-YSA sonuçlarına göre 2030 yılı EVI ortalaması %15 hata olasılığıyla 0.16 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında %5.8 oranında azalış gösterecektir.

Akçaabat YSA ile EVI analizinde ağın öğrenme başarısı R değeri 0.89 olarak saptanmıştır. D-YSA analizinin ağın öğrenme başarısını %3,3 artırmıştır ve 0.92 bulunmuştur. Akçaabat, EVI ortalaması 2018 yılında 0.31 olarak belirlenmiştir. D-YSA analizi sonucu, ortalama EVI 2026 yılında %10.5 hata olasılığıyla 0,29 bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, EVI değerinin 2026 yılında %6.4 azalış göstereceği belirlenmiştir.

Çermik YSA ile EVI analizinde ağın öğrenme başarısı R değeri 0.92 olarak saptanmıştır. D-YSA analizinin ağın öğrenme başarısını % 1 artırmıştır ve 0.93

bulunmuştur. Çermik, EVI ortalaması 2018 yılında 0,21 olarak belirlenmiştir. D-YSA analizi sonucu, ortalama EVI 2026 yılında %8 hata olasılığıyla 0.20 bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, EVI değerinin 2026 yılında %4.7 azalacağı belirlenmiştir.

İznik YSA ile EVI analiz edildiğinde ağın öğrenme başarısı R değeri 0.80 olarak saptanmıştır. D-YSA analizinin ağın öğrenme başarısını %18 artırmıştır ve 0.95 bulunmuştur. İznik ilçesi analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.28 bulunmuştur. D-YSA, YSA modelinden daha iyi performans gösterdiği için D-YSA sonuçlarına göre 2030 yılı EVI ortalaması %5.4 hata olasılığıyla 0.22 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında %21.4 oranında azalış gösterecektir.

Alanya YSA ile EVI analiz edildiğinde ağın öğrenme başarısı R değeri 0.82 olarak saptanmıştır. D-YSA analizinin ağın öğrenme başarısını %7.3 artırmıştır ve 0.88 bulunmuştur. Alanya ilçesi analiz sonuçlarında EVI 2018 yılı ortalaması 0.30 bulunmuştur. D-YSA sonuçlarına göre 2030 yılı EVI ortalaması %2 hata olasılığıyla 0.28 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre EVI değeri 2018 yılına oranla 2030 yılında %6.6 oranında azalış gösterecektir. Alanya YSA ve D-YSA model sonuçları diğer inceleme bölgeleri ile karşılaştırıldığında en düşük performansa sahiptir. Bu sonucun kayıp veri oranının diğer inceleme bölgelerine göre yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hibrit çalışma sayesinde ağ performansında YSA modeline göre en az %1 en fazla %18 iyileşme sağlanmıştır.

Çalışmada temel olarak LST hava sıcaklığı, yağış ve NDBI ile EVI arasındaki ilişki uzaktan algılama verilerini kullanarak araştırılmıştır. İstatistiksel araştırma sonucunda bütün inceleme bölgelerinde EVI ve LST arasında negatif yönde ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu duruma göre bitki örtüsünün az olduğu alanlarda yüzey sıcaklıklarının yüksek olduğunu ve bitki örtüsü değeri azaldıkça yüzey sıcaklıklarının artacağı öngörülebilir. EVI ve hava sıcaklığı arasında negatif yönde ilişki olduğu tespit edilmiştir. EVI ve NDBI arasında negatif yönde ilişki olduğu tespit edilmiştir. EVI ve yağış arasında pozitif yönde ilişki olduğu tespit edilmiştir. (Şekil B.12-Şekil B.19 ve Şekil B.20- Şekil B.27). LST ile bitki örtüsü yoğunluğu arasındaki negatif ilişkinin zayıflaması, geçirimsiz

yüzeylerin/yapı yoğunluğunun sürekli genişlemesinin artan yer yüzey sıcaklığına olan etkisini göstermektedir (Tonyaloğlu, 2019). Bu araştırmanın sonuçları literatürdeki çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Birçok araştırma, hava sıcaklıklarının yeşil alanlarda yapısal alanlara oranla daha düşük olduğunu göstermektedir. Bitki yoğunluğundaki azalma sebebiyle inceleme bölgesinde hava sıcaklığının artacağı öngörülmektedir. Alberti (2008), kentleşme ve bitki örtüsü arasında ters bir ilişki olduğunu ifade etmiştir. İnsan faaliyetlerinin ve iklim faktörlerinin etkileri, birçok çalışmadan bilindiği gibi otlak verimliliği üzerinde olumsuz etkiye sahiptir (Yin ve diğ.,2014).

Hibrit model 2026 ve 2030 yılı bitki örtüsü ortalama değerinin azalacağını öngörmüştür ve buna bağlı olarak tüm ilçelerde kentleşme sürecinin hızla devam edeceği sonucuna varılmıştır. Kentleşme sürecinde uygulanacak politikaların belirlenmesi gelecek kuşakların esenliği ve sağlığı geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle EVI ve NDBI korelasyonu diğer ilçelere göre daha yüksek olan Alanya ve CORINE verilerine göre 2006- 2018 yılları arası kentleşme oranı en yüksek olan Akçaabat ilçeleri için Avrupa Yeşil Sözleşmesi gereğince belirtilen dönüşüm sürecinin öncelikle uygulanması gerekmektedir (Şekil B.23). Bu sözleşme doğrultusunda daha temiz enerji kaynaklarının kullanılması, toplu taşıma araç kullanımının teşvik edilmesi, bölge içinde elektrikli araçların kullanılmasının yaygınlaştırılması ana hedefler olmalıdır. Ayrıca toprak, hava ve su gibi doğal kaynakların daha temiz hale getirilmesi için çalışılmalıdır (Tuğaç, 2020).

Toprak yüzeyini örten bitki formasyonlarının bir bölgedeki suyun kalitesi ve miktarı üzerinde büyük etkisi vardır. Toprağı bir kalkan gibi koruyan bitki tepe yapısı, toprağı yerinde tutan kök sistemi ie bitki örtüsünün erozyon kontrollünde vazgeçilmez bir rolü vardır. Bitki örtüsünün ve çeşitliliğindeki azalma muhtemel kuraklığa yol açacağı açıktır. Bu nedenle mevcut bitki örtüsünün iyi korunması, planlı işletilmesi ve gelişebilmesi için uygun ortam sağlanması önem arz etmektedir (Fidan ve diğ.,2008). Analiz sonuçlarına göre 2030 yılına kadar bitki örtüsü yoğunluğunda en fazla düşüş olacak ilçeler sırasıyla İznik, Seferihisar, Şile ve Alanya olarak tahmin edilmiştir. Özellikle bu ilçeler için bitki örtüsü yoğunluğunun korunması su miktarının ve kalitesinin korunabilmesi için önemlidir.

Araştırma sonuçlarına göre orijinal EVI verisi ile LST, sıcaklık ve yağış verisi ayırık dalgacık analizi ile korelasyon değeri yükseldikçe, hibrit modelin öngörücü kabiliyetinin arttığı belirlenmiştir. Son olarak, analiz sonuçları D-YSA modelinin öngörücü başarısının YSA modelinden daha yüksek olduğunu göstermiştir. D-YSA modelinin bu yüksek performansı başarılı EVI tahminleriyle sonuçlanmıştır. Bu noktada çalışmanın bilimsel olarak en önemli katkılarından biri, zaman içinde insan sağlığını etkileyen parametrelerin değişiminin belirlenmesidir. Bu tez çalışmasının, bölgesel karar vericilere, arazi örtüsü/ kullanım çalışmaları ve ilgili kuruluşlara etkin bir sistem oluşturmak için faydalı olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 7.1: YSA ve D-YSA performans karşılaştırılması

İlçe	Model	Eğitim		Test		Genel				
		R	R ²	R	R ²	R	R ²	MAPE (%)	RMSE	MSE
Çatalca	YSA (3,3,1)	0.94	0.88	0.91	0.82	0.93	0.86	9.8	0.03	0.001
	D-YSA (3,9,1)	0.96	0.93	0.96	0.92	0.96	0.93	8.4	0.04	0.002
Şile	YSA (3,6,1)	0.85	0.72	0.80	0.64	0.84	0.70	11.9	0.06	0.004
	D-YSA (3,9,1)	0.97	0.94	0.89	0.79	0.95	0.90	9.8	0.03	0.001
Haymana	YSA (3,3,1)	0.85	0.72	0.83	0.68	0.89	0.79	25.5	0.05	0.004
	D-YSA (3,6,1)	0.92	0.84	0.94	0.88	0.93	0.86	15	0.05	0.002
Seferihisar	YSA (3,6,1)	0.95	0.90	0.95	0.90	0.95	0.90	4.7	0.02	0.001
	D-YSA (3,9,1)	0.97	0.94	0.95	0.90	0.97	0.94	4.6	0.02	0
Alanya	YSA (3,6,1)	0.82	0.67	0.81	0.68	0.82	0.67	5.1	0.02	0.001
	D-YSA (3,9,1)	0.91	0.80	0.81	0.68	0.88	0.77	2	0.02	0
Çermik	YSA (3,3,1)	0.92	0.84	0.90	0.81	0.92	0.84	30	0.04	0.002
	D-YSA (3,9,1)	0.93	0.86	0.93	0.86	0.93	0.86	8	0.06	0.002
İznik	YSA (3,6,1)	0.82	0.67	0.77	0.59	0.80	0.64	15.9	0.29	0.002
	D-YSA (3,9,1)	0.96	0.92	0.94	0.88	0.95	0.90	5.4	0.02	0.001
Akçaabat	YSA (3,3,1)	0.89	0.79	0.91	0.82	0.89	0.79	30.1	0.02	0.004
	D-YSA (3,6,1)	0.91	0.82	0.93	0.86	0.92	0.84	10.5	0.04	0.002

KAYNAKLAR

- Akçakaya, O.** (2016). Kentsel Sürdürülebilirliğin Uygulanması ve Ölçülmesi Bağlamında Yerel Yönetimlerin Fonksiyonu, Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı / 4, Güz /2016 / ss. 47-64 / ISSN: 2148 – 7154.
- Akkurt, A.** (2005). Artificial Neural Networks And Turkey Electrical Consumption Forecast Model, (yüksek lisans tezi), ITU Institute of Science and Technology,
- Akın, H.S.** (2007). Distribution Of North American Tree Species Under Climatic Change: An Ecological Niche Modeling Study Using Artificial Neural Networks, (yüksek lisans tezi), ITU Computational Science and Engineering.
- Akpınar, O. ve Pektaş, E.K.** (2019). Yavaş şehirler (cittaslow) ve kentsel yaşam kalitesi üzerindeki etkileri: Seferihisar halkının algısı üzerine bir araştırma.
- Alataş, B.** (2007). Kaotik haritalı parçacık sürü optimizasyonu algoritmaları geliştirme/Development of chaotic maps embedded particle swarm optimization algorithms.
- Alberti, M.** (2008). Advances in Urban Ecology (first ed.), Springer-Verlag, US, p. 366.
- Alves, E.D.L. ve Lopes, A.** (2017). The Urban Heat Island Effect and the Role Vegetation to Address the Negative Impacts Climate Changes in a Small Brazilian City, Atmosphere, 8(2), 18.
- Anshuka, A., van Ogtrop, F.F., Vervoort, R.W.** (2019). Drought forecasting through statistical models using standardised precipitation index: a systematic review and meta-regression analysis, Natural Hazards, 97, 955-977.
- Aslan, Z., Erdemir, G., Feoli, E., Giorgi, F. ve Okcu, D.** (2019). Effects of climate change on soil erosion risk assessed by clustering and artificial neural network. Pure and Applied Geophysics, 176(2), 937-949.
- Aydın, A. ve Duyar, A.** (2007). Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Ormanlarda Kar Birikiminin Tahmin Edilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 1302-0943.
- Aydoğdu, M., Özdemir, Ş., Dedeoğlu, F. ve Mermer, A.** (2012). Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Ankara İli Yenimahalle İlçesindeki tarım alanlarının amaç dışı kullanımının belirlenmesi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(2), 57-64.
- Bolton, K.D. ve Friedl, M.A.** (2013). Forecasting crop yield using remotely sensed vegetation indices and crop phenology metrics. Agricultural and Forest Meteorology 173: 74-84.
- Bostan, Ş., B. Ş. Füsün. ve Kaya, Ş.** (2006). Nüfusa Bağlı Yerleşim Alanı Değişiminin Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Analizi: Küçükçekmece Örneği, 6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (Uzal-Cbs 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana
- Bozorgi, M., Nejadkoorki, F. ve Mousavi, M.B.** (2018). Land surface temperature estimating in urbanized landscapes using artificial neural networks, Environmental monitoring and assessment, 190(4), 1-10.

- Broomhead, D. ve Lowe, D.** (1988). Multivariable Functional Interpolation and Adaptive Networks, *Complex Systems*, 2, 6, 568-576.
- Caldas, M. D. P., Ambrosano, G. M. B., ve Haiter Neto, F.** (2007). New formula to objectively evaluate skeletal maturation using lateral cephalometric radiographs. *Brazilian oral research*, 21(4), 330-335.
- Ceccherini, G., Amestoy, I., Hernandez, C.P.R ve Monero, C.C.** (2015). High-Resolution Precipitation Datasets in South America and West Africa based on Satellite-Derived Rainfall, Enhanced Vegetation Index and Digital Elevation Model, *Remote Sens.* 2015, 7(5), 6454-6488. Erişim adresi: <https://doi.org/10.3390/rs70506454>.
- Colunga, M.L., Hugo, V., Sandoval, C., Suzán-Azpıı, H., Guevara-Escobar, A. ve Luna-Soria H.** (2015). The role of urban vegetation in temperature and heat island effects in Querétaro city, Mexico, *Atmósfera* 28(3), 205-218.
- Çakır, F. S.** (2018). *Yapay Sinir Ağları (1. b.)*. Ankara: Nobel.
- Çayıroğlu, İ.** (2015). *Yapay Sinir Ağları- İleri Algoritma Analizi*.Y. Karabük Üniversitesi Makine Mühendisliği, Karabük.
- Çelik, M. A. ve Karabulut, M.** (2014). “Farklı Bitki İndeks Modelleri (EVI, NDVI, VCI) Kullanılarak Resulosman Dağı (Kilis) Bitki Örtüsünün İncelenmesi”, *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı*,372-379, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, MUĞLA.
- Çelik, M.A.** (2016). *Bitki İndeks Modelleri (NDVI, EVI, VCI) Kullanılarak Akdeniz Bölgesi’nde Kuraklık Analizi (2000-2014)*, Doktora Tezi, T.C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı, Danışman: Prof. Dr. Murat Karabulut.
- Mannstein, H.** (1987). Surface energy budget, surface temperature and thermal inertia. In *Remote sensing applications in meteorology and climatology* (pp. 391-410). Springer, Dordrecht.
- Çınaroğlu, S.** (2017). *Sağlık Harcamasının Tahmininde Makine Öğrenmesi Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması*, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 22(2): 179-200.
- Demir, A.** (2009). *Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi*, Cilt: 1 Sayı: 2 Sayfa: 037-054 DOI: 10.1501/Csaum_0000000013.
- Diaconescu, Eugen.** (2008). The use of NARX neural networks to predict chaotic time series. In: *Wseas Transactions on computer research* 3.3, pp. 182–191.
- Diñç, Y.** (2020). *Karşılaştırmalı bir Şehir coğrafyası: Alanya ve Manavgat örneği* (Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Türkiye).
- Disperati, L. ve Viridis, S. G. P.** (2015). Assessment of land-use and land-cover changes from 1965 to 2014 in Tam Giang-Cau Hai Lagoon, central Vietnam. *Applied Geography*, Volume 58, March 2015, Pages 48-64
- Du, L., Qingju, T., Tao, Y., Qingyan, M., Tamas, J., Peter, U. ve Yan, H.** (2013). A Com-Prehensive Drought Monitoring Method Integrating MODIS And TRMM Data, *International Journal Of Applied Earth Observation And Geoinformation* 23, Ss. 245–253
- Durmuş, E.** (2018). *Diyarbakır İlinde Yerleşmelerinin Yükselti Basamaklarına Göre Dağılışı*. TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM 3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara.

- Durmuş, Ş. ve Beyazıt, U.** (2017). Plant species estimation from field images, Published in: 2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU).
- Efe, M.O. ve Kaynak, O.** (1999). A comparative study of neural network structures in identification of nonlinear systems. *Mechatronics*, 9(3), 287-300.
- Efendigil, T. ve Eminler, Ö., E.** (2017). Havaçılık Sektöründe Talep Tahmininin Önemi: Yolcu Talebi Üzerine Bir Tahmin Modeli. *Journal of Yasar University*, 12: 14-30.
- Emas Ç.** (2003). Yapay Sinir Ağları (Kuram, mimari, eğitim, uygulama), Seçkin Yayıncılık.
- Es, M. ve Ateş, H.** (2004). Kent yönetimi, kentleşme ve göç: sorunlar ve çözüm önerileri. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, (48).
- Faridatul, M. I., ve Wu, B.** (2018). Automatic classification of major urban land covers based on novel spectral indices. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(12), 453.
- Fidan, C., Duran, C. Ve Kırış, R.** (2008). Bitki Formasyonlarının Su Kaynakları Üzerindeki Etkisi. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi.
- Fragal, E. H., Silva, T. S. F. ve Novo, E. M. L.** (2016). Reconstructing Historical Forest Cover Change in the Lower Amazon Floodplains Using the Landtrendr Algorithm. *Acta Amazonica*, pp. 13-24.
- Friedl, M. A., Sulla-Menashe, D., Tan, B., Schneider, A., Ramankutty, N., Sibley, A. ve Huang, X.** (2010). MODIS Collection 5 global land cover: Algorithm refinements and characterization of new datasets. *Remote Sensing of Environment*, 114(1):168–182.
- Fugal, D. L.** (2016). Conceptual Wavelets In Digital Signal Processing. Erişim adresi: <http://www.conceptualwavelets.com> (Erişim tarihi: 16.06.2016)
- Galvão, L.S., Santos, J.R., Roberts, d., Breunig, D.A., Toomey, F.M. ve Moura, M.Y.** (2011). On intra-annual EVI variability in the dry season of tropical forest: A case study with MODIS and hyperspectral data. *Remote Sensing of Environment*, 115, 2350–2359.
- Garipağaoğlu, N. ve Duman, E.** (2018). Çatalca İlçesi'nin Arazi Kullanımında Meydana Gelen Değişimler (1987-2016), *Marmara Coğrafya Dergisi*, Yıl/Year: Ocak/January 2018 Sayı/Issue: 37 ss/pp: 219-232 ISSN: 1303-2429 E-ISSN: 2147-7825.
- Ghoneim, E., Dorofeeva, A., Benedetti, M., Gamble, D., Leonard, L., ve AbuBakr, M.** (2017). Vegetation Drought Analysis in Tunisia: A Geospatial Investigation. *J. Atmos. Earth Sci*, 1, 1-9.
- Gustriansyah, R., Senses, D. I., ve Ramadhan, A.** (2017). A sales prediction model adopted the recency-frequency-monetary concept. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 6(3), 711-720.
- Hamzaçebi, C.** (2011). Yapay Sinir Ağları Tahmin Amaçlı Kullanımı Matlab ve Neurosolutions Uygulamalı, ISBN: 978-605-5431-82-2, EKİN Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- Hassan, M.M. ve Southworth, J.** (2018). Analyzing Land Cover Change and Urban Growth Trajectories of the Mega-Urban Region of Dhaka Using Remotely Sensed Data and an Ensemble Classifier, *Sustainability* 2018, 10(1).
- Haworth, J. ve Cheng, T.** (2012). Non-parametric regression for space–time forecasting under missing data *Comput. Environ. Urban Syst.*, 36 (6), pp. 538-550, 10.1016/j.compenvurbsys.2012.08.005.

- Hernandez, M., Sergio, V., Cesar, A., Santiago, B., Fergus R. ve Javier Z.** (2017). Long-term vegetation activity trends in the Iberian Peninsula and The Balearic Islands using high spatial resolution NOAA-AVHRR data (1981-2015). 19th EGU General Assembly.
- Huang, S., Ming, B., Huang, Q., Leng, G. ve Hou, B.** (2016). A Case Study on a Combination NDVI Forecasting Model Based on the Entropy Weight Method, *Water Resources Management*, 31(11), 3667-3681
- Huete, A. R., Didan, K., Shimabukuro, Y. E., Ratana, P., Saleska, S. R., Hutya, L. R. ve Myneni, R.** (2006). Amazon rainforests green- up with sunlight in dry season. *Geophysical research letters*, 33(6).
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E.P., Gao, X. ve Ferreira, L.G.** (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*. 83, 195–213.
- IPCC.** (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis- Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, Eds.: J. T. Houghton et al., Cambridge University Press, Cambridge.
- Jensen, J.** (2009). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*, India: Pearson Education, s.97-99.
- Jensen, R.R. ve Binford, M.W.** (2004). Measurement and comparison of Leaf Area Index estimators derived from satellite remote sensing techniques, *International Journal of Remote Sensing*, 25:20, 4251-4265, DOI: 10.1080/01431160410001680400.
- Jin, J. ve Kim, J.** (2015) Forecasting Natural Gas Prices Using Wavelets, Time Series, and Artificial Neural Networks. *PLoS ONE* 10(11): e0142064. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142064>.
- Jyothi, M.N, Dinakar, V., Teja, N.S.S.R. ve Kishore, K.N.** (2015). NARX Based Short Term Wind Power Forecasting Model. *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*, 15(1), 20-25.
- Kamali, Maskooni, E., Hashemi, H., Berndtsson, R., Daneshkar, Arasteh, P., ve Kazemi, M.** (2021). Impact of spatiotemporal land-use and land-cover changes on surface urban heat islands in a semiarid region using Landsat data. *International Journal of Digital Earth*, 14(2), 250-270.
- Karaca, A. V.** (2018). Menderes ilçesindeki orman yangınının süperpiksel bölütleme temelli arama yöntemiyle tespiti. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University* , 18(2), 1-22.
- Karadağ, K., Taşaltın, R., Tenekeci, M. E., ve Gümüşçü, A.** (2018). Determination of water stress for pepper from spectral reflections through artificial learning methods. In *2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)* (pp. 1-4). IEEE.
- Kargı, V. S. A.** (2013). Yapay sinir ağ modelleri ve bir tekstil firmasında uygulama (doktora tezi), Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Karip, A.G.B. ve Göksel Ç.** (2017). İğneada Koruma Alanının Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımının Zamana Bağlı Değişiminin Markov Zincirleri İle Modellenmesi, *Geomatik*, 2(2), 94-105.
- Kayman, Ö. ve Sunar, F.** (2015). Spektral İndekslerin Landsat Tm uydu verileri kullanılarak arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırmasına etkisi: İstanbul, Beylikdüzü ilçesi, arazi kullanımı değişimi, TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu, Konya-Türkiye, 52-59, 21-23 Mayıs.
- Keleş, R.** (2016). *Kentleşme Politikası* (15. Baskı), İmge Kitabevi, Ankara.

- Kim, K.B., Kim, C.K.** (2004). Performance Improvement of RBF Network Using ART2 Algorithm and Fuzzy Logic System, Australia Conference on Artificial Intelligence, s854.
- Korkut, A., Kiper T. ve Topal, T.** (2017). Kentsel Peyzaj Tasarımda Ekolojik Yaklaşımlar, *Artium* Vol. 5, No.1, 14-26.
- Kosztra, B., ve Arnold, S.** (2014). CORINE land cover nomenclature illustrated guide: Deliverable “Proposal for enhancement of CLC nomenclature guidelines”. Universidad De Malaga.
- Labat D., Ronchail J., Guyot J.L.** (2005). Recent advances in wavelet analyses: Part 2-Amazon, Parana, Orinoco and Congo discharges time scale variability, *Journal of Hydrology*, 314(1-4), 289-311.
- Labat, D., Ronchail, J. ve Guyot, J.L.** (2005). Recent advances in wavelet analyses: Part 2-Amazon, Parana, Orinoco and Congo discharges time scale variability, *Journal of Hydrology*, 314(1-4), 289-311.
- Lambin E. F., Turner, B.L., Geist, H., Agbola, S., Angelsen, A., Bruce, J., Coomes, O., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S., Homewood, K., Imbernon, J., Lemmans, R., Li, X., Moran, E., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J.F., Dkanes, H., Steffen, W., Stone, G.D., Svedin U., Veldkamp, T., Vogel, C. ve Xu, J.** (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths, *Global Environmental Change* 11 261–269.
- Lin, T., Horne, B. G., Tino, P., ve Giles, C. L.** (1996). Learning long-term dependencies in NARX recurrent neural networks. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 7(6), 1329-1338.
- Lourenço, P. M. R.** (2015). Ecosystem functioning of protected area networks. A remote sensing assessment across socio-ecosystem contexts. *Funcionamiento ecosistémico de redes de áreas protegidas. Evaluación mediante teledetección en diferentes contextos socio-ecosistémicos* (Doktora Tezi, Universidad de Almería).
- McCarthy, J.** (1956). Measures of the value of information. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 42(9), 654.
- Menezes, J.M.P ve Barreto, G.A.** (2008). Long-term time series prediction with the NARX network: An empirical evaluation, *Neurocomputing*, 71(16-18), 3335-3343.
- Meşeli, A.** (2005). Çermik ve Yakın Çevresinin Morfografik Özellikleri. *D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi* 5,54-66.
- Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G. ve Poggi, J. M.** (1997). *Wavelet Toolbox™ Getting Started Guide*. The Mathworks.
- Mitchell, D. ve Pavur, R.** (2002), Using modular neural networks for business decisions, *Management Decision*, Vol. 40 No. 1, pp. 58-63.
- Mohammad, A.G. ve Adam, M. A.** (2010). The impact of vegetative cover type on runoff and soil erosion under different land uses. *Catena*, 81(2), 97-103.
- Mondal, P.** (2011). Quantifying surface gradients with a 2-band Enhanced Vegetation Index (EVI2), *Ecological Indicators*, 11(3), 918-924.
- Mutlu, E. H.** (2018). *Hiperspektral Görüntü ve Lidar Verisinin Derin Öğrenme İle Sınıflandırılması* (Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara) Hacettepe Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği. Erişim adresi: <http://hdl.handle.net/11655/4183>

- Narayan, K., Khanindra, P., Abhisek, C., Sahoo, S.** (2016). Urban heat island explored by corelationship between land surface temperature vs multiple vegetation indices, *Spatial Informaion Research*, 24, 515-529.
- Narendra, K. S. ve Parthasarathy, K.** (1990). Indentification and Control of Dynamical Systems Using Neural Networks. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 1(1), 4-27.
- Nguyen, L.H., Joshi, D.R., Clay, D.E. ve Henebry G.M.** (2020). Characterizing land cover/land use from multiple years of Landsat and MODIS time series: A novel approach using land surface phenology modeling and random forest classifier. *Remote Sensing of Environment*, 238, 1-14.
- Öztemel, E.** (2006). *Yapay Sinir Ağları*. 2. Baskı. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Öztemel, E.** (2012). *Yapay Sinir Ağları (Vol. 3)*. İstanbul: PapatyaYayıncılık Eğitim.
- Papuccu, H. ve Bayramoğlu, T.** (2016). Yapay Sinir Ağları ile Co2 Emisyonu Tahmini: Türkiye Örneği, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 18/3 (2016) 762-778.
- Percival, D. B. ve Walden, A. T.** (2002). *Wavelet Methods for Time Series Analysis*. Cambridge University Press, second edition.
- Rahman, M.T., Tabassum, F., Rasheduzzaman, M., Saba, H., Sarkar, L., Ferdous, J., Uddin, S.Z. ve Zahedul, A.** (2017). Temporal dynamics of land use/land cover change and its prediction using CA-ANN model for southwestern coastal Bangladesh, *Environmental monitoring and assessment*, 189(11), 1-18.
- Reşat, H.G. (2020).** Sürdürülebilir enerji yönetimi için yapay sinir ağları ve ARIMA metotları kullanılarak melez tahmin modelinin tasarlanması ve geliştirilmesi: Tütün endüstrisinde vaka çalışması. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 35(3), 1130-1140.
- Rodriguez Gonzalez, P. M., Albuquerque, A., Almarza, M. M. ve Delgado, R. D.** (2017). Long- Term Monitoring for Conservation Management: Lessons from a Case Study Integrating Remote Sensing and Field Approaches in Floodplain Forests. *Journal of Enviromental Management*, pp. 392-402.
- Rondeaux, G., Steven, M., ve Baret, F.** (1996). Optimization of soil-adjusted vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 55(2), 95-107
- Sağiroğlu, Ş., Beşdok, E. ve Erler, M.** (2003). *Mühendislikte Yapay Zekâ Uygulamaları I: Yapay Sinir Ağları*. Kayseri: Ufuk Kitap Kıratsiyeyayıncılık.
- Sarı, H. ve Özşahin, E.** (2016). CORINE Sistemine Göre Tekirdağ İlinin AKAÖ (Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü) Özelliklerinin Analizi, *Alınteri-S*, 30 (B) – 2016 13- 26 ISSN:1307-3311.
- Sayar, H., Azadi, M., Ghasemi-Ghalebahman, A., ve Jafari, S. M.** (2018). Clustering effect on damage mechanisms in open-hole laminated carbon/epoxy composite under constant tensile loading rate, using acoustic emission. *Composite Structures*, 204, 1-11.
- Sellers, P. J., Hall, F. G., Asrar, G., Strebel, D. E., ve Murphy, R. E.** (1988). The first ISLSCP field experiment (FIFE). *Bulletin of the American Meteorological Society*, 69(1), 22-27.
- Shao, Z., Zhang, Y., Zhang, L., Song, Y. ve Peng, M.** (2016). Combining Spectral And Texture Features Using Random Forest Algorithm: Extracting Impervious Surface Area In Wuhan, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume

- XLI-B7, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic.
- Shatnawi, N. ve Qdais, H.A.** (2019). Mapping urban land surface temperature using remote sensing techniques and artificial neural network modelling, *International Journal of Remote Sensing*, 40(10), 3968-3983.
- Shwetha, H.R., ve Kumar, D.N.** (2016). Prediction of high spatio-temporal resolution land surface temperature under cloudy conditions using microwave vegetation index and ANN, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 117 (2016) 40–55.
- Solak, H.İ. ve Alaybeyoğlu, A.** (2017). Kentsel Dönüşüm 'de Riskli Alan Önceliklerinin Belirlenmesi İçin Bulanık Mantık Tabanlı Sistem Tasarımı, *S.Ü. Müh. Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, s.4, ss. 402-413, 2017
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. ve Miller, H. L.** (2007). Technical Summary. In: *Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Soykan, F. ve Emekli, G.** (2004). Tüm Yönleriyle Seferihisar. T.C. Seferihisar Kaymakamlığı, İzmir.
- Şimşek, Ç. K. ve Şengezer, B.** (2012). İstanbul metropoliten alanında kentsel ısınmanın azaltılmasında yeşil alanların önemi. *Megaron* 7 (2), 116-128.
- Tekin, S., Çan, T., Mazman, T. ve Duman, T.Y.** (2015). Doğu Akdeniz Bölgesinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi, *ÜHJEO'2015: Ulusal Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu*, 3-5 Eylül 2015, KTÜ.
- Terzi, Ö. ve Barak, M.** (2014). Dalgacık-Sinir Ağı Yaklaşımı ile Yağış-Akış Tahmini: Kızılırmak Nehri Örneği. *Tarım Bilimleri Dergisi*. Sayfa/pp: 546-557, Cilt 21, Sayı 4.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araujo, M.B., Sykes, M.T. ve Prentice, C.** (2015). Climate change threats to plant diversity in Europe, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(23), 8245-8250.
- Toker, M.** (2018). Temporal Change Detection Analysis Using Landsat And Sentinel Satellite Images: A Case Study- İğneada Floodplain Forest National Park, (yüksek lisans tezi), ITU, Department Of Geomatics Engineeringgeomatics Engineering Programme.
- Tonyaloğlu, E. E.** (2019). Kentleşmenin Kentsel Termal Çevre Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi, Efeler ve İncirliova (Aydın) Örneği, *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 2019, 2:1, 1-13 Araştırma Makalesi
- Tuğaç, Ç.** (2020). Avrupa Kentsel Şartı'ndan Avrupa Yeşil Sözleşmesi'ne: Avrupa'da Kentsel Politikaların Gelişim Süreci ve Geleceği. *Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi*, 19(1), 225-267.
- Tu, Y., Zhou, H., Lang, W., Chen, T., Li, X., ve Xu, B.** (2020). A novel cross-sensor calibration method to generate a consistent night-time lights time series dataset. *International Journal of Remote Sensing*, 41(14), 5482-5502.
- Türkeş, M.** (2004). "Küresel İklim Değişikliği ve Olası Sonuçları", *Hava kuvvetleri Dergisi*, 348: 70-77.
- Türkeş, M.** (2003). Küresel İklim Değişikliği ve Gelecekteki İklimimiz, 23 Mart Dünya Meteoroloji Günü Kutlaması Gelecekteki İklimimiz Paneli, Bildiriler

- Kitabı, 12-37, Ed.: M. Türkeş, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 23 Mart 2003, Ankara.
- Wan, Z. ve Dozier, J.** (1996). A generalized split-window algorithm for retrieving land-surface temperature from space. *IEEE Transactions on geoscience and remote sensing*, 34(4), 892-905.
- Wan, Z.S.H. ve Hulley, G.** (2015). MOD11A2 MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 1km SIN Grid V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC.
- WMO.** (1999). WMO Statement on the Status of the Global Climate in 1998, WMONo. 896, World Meteorological Organization, Geneva.
- Wu, Z., Tazvinga, H. ve Xia, X.** (2015). Demand side management of photovoltaic-battery hybrid system. *Applied Energy*, 148, 294-304.
- Xie, H., Tang, H. ve Liao, Y.H.** (2009). Time series prediction based on NARX neural networks: An advanced approach. *International Conference on Machine Learning and Cybernetics, China*, 3, 1275–1279.
- Xie, Hang, Hao, Tang., ve Yu-He, Liao.** (2009). “Time series prediction based on NARX neural networks: An advanced approach”. In: 2009 International Conference on Machine Learning and Cybernetics. Vol. 3, pp. 1275–1279.
- Xu, T., Coco, G., ve Gao, J.** (2020). Extraction of urban built-up areas from nighttime lights using artificial neural network. *Geocarto International*, 35(10), 1049-1066.
- Yavuz, S., ve Deveci, M.** (2012). İstatiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağın Performansına Etkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (40), 167-187.
- Yılmaz, G., Karaaslan, Ş.** (2010). The spatial distribution of service activities in Istanbul metropolitan area, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 25(2), 653-662.
- Yin, F., Deng, X., Jin, Q., Yuan, Y. ve Zhao C.** (2014). The impacts of climate change and human activities on grassland productivity in Qinghai Province, China. *Frontiers of Earth Science*, 8(1), 93-103.
- Yu, K., ve Cheng, Y.** (2006). Discriminating the genuineness of Chinese medicines using least squares support vector machines. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 34(4), 561-564.
- Yue, Y., Li, M., Zhu, A., Xinyue Ye Rui. Mao., Jinhong, Wan. Ve Jin, Dong.** (2016). Land Degradation Monitoring in the Ordos Plateau of China Using an Expert Knowledge and BP-ANN-Based Approach, *Sustainability* 2016, 8(11), 1174.
- Yüksel, Ü.D. ve Yılmaz, O.** (2008). Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisinin yaz aylarında uzaktan algılama ve meteorolojik gözlemlere dayalı olarak saptanması ve değerlendirilmesi *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 23(4), 937-952.
- Zha, Y., Gao, J. ve Ni, S.** (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583–594.
- Zhang, O., Cheng, Y.B., Lyapustin, A.I., Wang, Y., Xiao, X., Suyker, A., Verma, S., Tan, B. ve Middleton, E.M.** (2014). Estimation of crop gross primary production (GPP): I. impact of MODIS observation footprint and impact of vegetation BRDF characteristics. *Agricultural and Forest Meteorology* 191, 51–63.

- Zhu, L.Q. ve Zhu, W. B.** (2012). Research on effects of land use/cover change on soil erosion. In *Advanced Materials Research*, 433, 1038-1043.
- Zoungrana, B.J., Conrad, C., Amekudzi, L.K., Thiel, M. ve Dapola, E.** (2015). Land Use/Cover Response to Rainfall Variability: A Comparing Analysis between NDVI and EVI in the Southwest of Burkina Faso. *Climate*, 3(1), 63-77.

Internet Kaynakları:

- Url-1 <<https://www.ipcc.ch/sr15/>>, alındığı tarih:28.01.2019.
- Url-2 <<https://www.mgm.gov.tr/>>, alındığı tarih:3.06.2019.
- Url-3 <<https://corinecbs.tarimorman.gov.tr/>>, alındığı tarih:3.06.2020.
- Url-4 <<https://modis.ornl.gov/cgi-bin/MODIS/global/subset.pl>>, alındığı tarih: 08.12.2017.
- Url-5 <www.tuik.gov.tr>, alındığı tarih:07.06.2019.
- Url-6 <<https://www.usgs.gov>>, alındığı tarih: 07.06.2019.
- Url-7 <<http://ankaracografyasi.weebly.com/fiziki-co287rafya.html>>, alındığı tarih: 3.06.2019.
- Url-8 <<http://www.cografya.gen.tr>>, alındığı tarih: 7.06.2019
- Url-9 <<https://alanyakentkonseyi.org.tr/S/56/Cografik-Konum>>, alındığı tarih: 07.06.2019.
- Url-10 <<https://www.unesco.org.tr/>>, alındığı tarih: 17.06.2019.
- Url-11 <www.cittaslowturkiye.org>, alındığı tarih: 09.10.2020.
- Url-12 <<https://www.ipcc.ch/2013/01/30/ipcc-publishes-full-report-climate-change-2013-the-physical-science-basis/>>, alındığı tarih: 03.11.2019.
- Url-13 <<https://oceanservice.noaa.gov/facts/remotesensing.html>>, alındığı tarih: 29.01.2019.
- Url-14 <<https://yceo.yale.edu/what-modis>>, alındığı tarih: 29.02.2019.
- Url-15<<https://www.sentinel-hub.com/eoproducts/evi-enhanced-vegetation-index-0>>, alındığı tarih: 04.02 2019.
- Url-16 <<http://www.nasa.gov/feature/goddard/2016/nasa-finds>>, alındığı tarih: 07.06.2019.
- Url-17<<https://www.mathworks.com/help/nnet/ug/design-time-series-narx-feedback-neural-networks.html>>, alındığı tarih: 05.04.2018.

EKLER

EK A: Çizelgeler

EK B: Şekiller

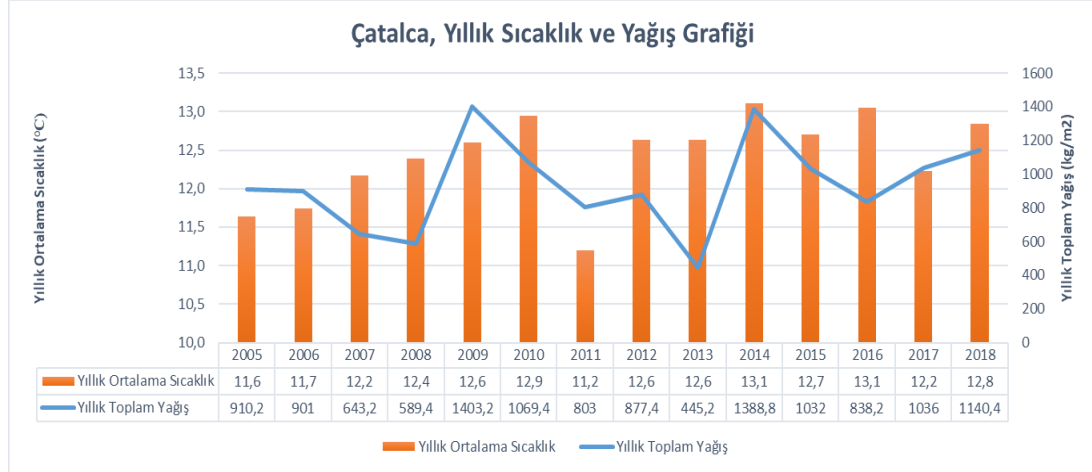
EK C: Kodlar

EK A Çizelgeler

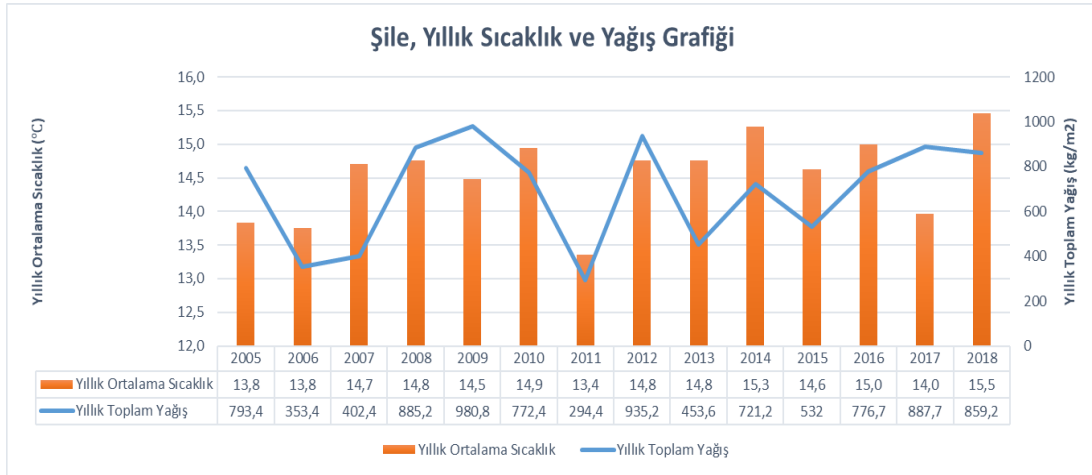
Çizelge A.1: MCD12Q1 Uluslararası Geosfer-Biyosfer Programı (IGBP) göstergesi ve sınıf açıklamaları

Yaprak dökmeyen iğne ormanları	1	Yaprak dökmeyen kozalaklı ağaçlar baskındır (gölgelik> 2m). Ağaç örtüsü>%60.
Herdem yeşil yapraklı ormanlar	2	Yaprak dökmeyen geniş yapraklı ağaçlar ve palmye ağaçları baskındır (gölgelik> 2m). Ağaç örtüsü>%60.
Yaprak Döken İğneli Ormanlar	3	Yaprak döken iğne yapraklı (karaçam) ağaçlar baskındır (gölgelik> 2m). Ağaç örtüsü>%60.
Yaprak döken geniş yapraklı ormanlar	4	Yaprak döken geniş yapraklı ağaçlar baskındır (gölgelik> 2m). Ağaç örtüsü>%60.
Karışık Ormanlar	5	Ne yaprak döken ne de dökmeyen ağaç türü baskındır. (Her birinin%40-60'ı) ağaç türü (gölgelik> 2m). Ağaç örtüsü>%60.
Kapalı Çalılıklar	6	Odunsu uzun ömürlü ağaçlar baskındır (1-2m yükseklik)>%60 Ağaç örtüsü.
Açık Çalılıklar	7	Odunsu uzun ömürlü ağaçlar baskındır (1-2m yükseklik). 10-60% Ağaç örtüsü.
Odunsu Savanalar	8	Ağaç örtüsü%30-60 (gölgelik> 2m).
Savanalar	9	Ağaç örtüsü%10-30 (gölgelik> 2m).
Otlak Alanlar	10	Yıllık otsu bitkiler baskındır (<2m)
Kalıcı Sulak Alanlar	11	Arazi örtüsünün %30-60 kalıcı sularla örtülüdür.
Ekim alanları	12	Alanın en az %60'ı ekili tarım arazisidir.
Kentsel ve Yerleşik Araziler	13	En az %30 geçirimsiz yüzey alanı, inşaat malzemeleri, asfalt ve araçlardan oluşur.
Mahsul / Doğal Bitki Örtüleri Mozaikleri	14	%40-60 ile doğal ağaçlar, çalılar, otsu bitki örtüsü baskındır.
Kalıcı Kar ve Buz	15	Yılın en az 10 ayı alanın %60' ı karlarla kaplıdır.
Çorak Alanlar	16	Alanın %60'ında bitki örtüsü yoktur. %10'dan az bitki örtüsüne sahip çorak alanlardır (kum, kaya, toprak).
Sulak Alanlar	17	Alanın en az %60'ı kalıcı su kütleleri tarafından kaplıdır.
Sınıflandırılmamış	255	Eksik veri

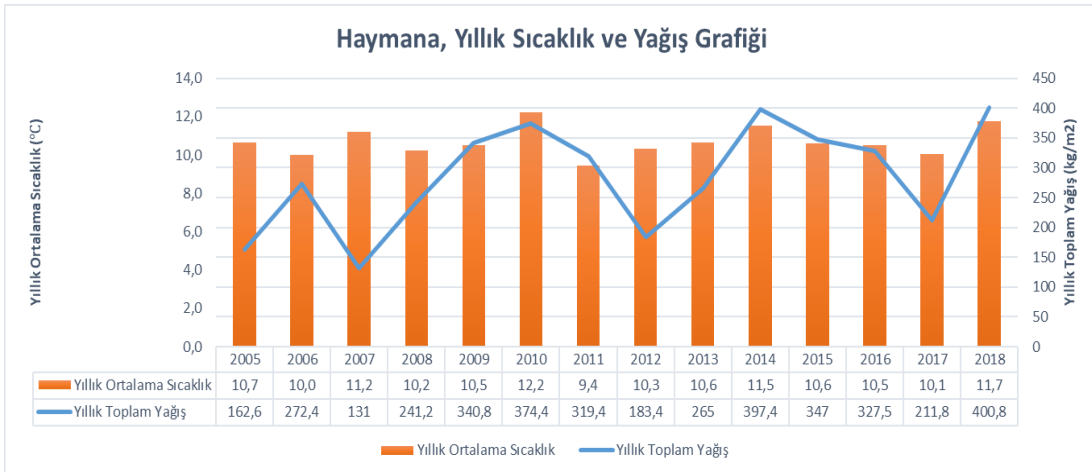
EK B Şekiller



Şekil B.1: 2005-2018 Çatalca yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması



Şekil B.2: 2005-2018 Şile yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması



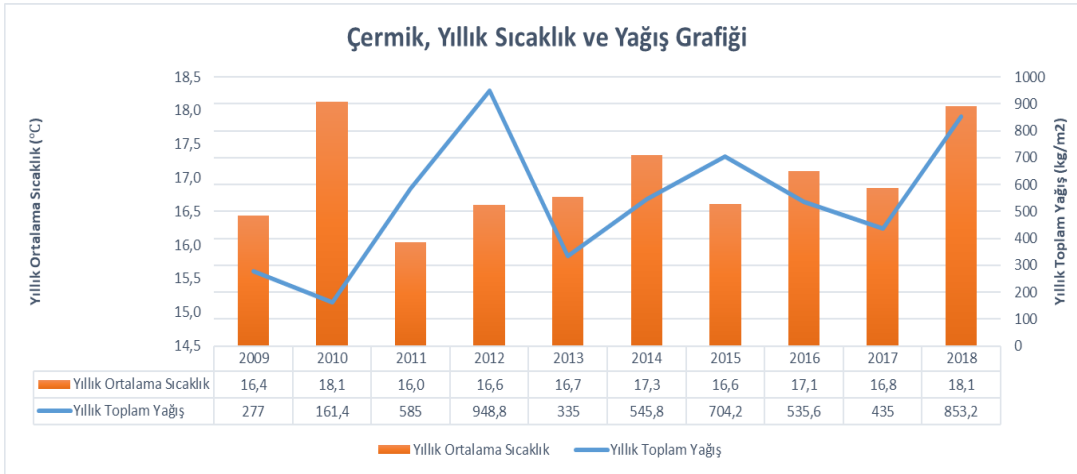
Şekil B.3: 2005-2018 Haymana yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması



Şekil B.4: 2005-2018 Seferihisar yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması



Şekil B.5: 2005-2018 Alanya yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması



Şekil B.6: 2005-2018 Çermik yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması



Şekil B.7: 2005-2018 İznik yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması



Şekil B.8: 2009-2018 Akçaabat yıllık sıcaklık ve yağış ortalaması

CORINE ARAZİ ÖRTÜSÜ SINIFLARI

1	Yapay Bölgeler	2	Tarımsal Alanlar	3	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	4	Sulak Alanlar
1.1	Şehir Yapısı	2.1	Ekilebilir Alanlar	3.1	Orman	4.1	Karasal Bataklık
111	Sürekli Şehir Yapısı	211	Sulanmayan Ekileb. Alanlar	311	Geniş Yapraklı Ormanlar	411	Bataklıklar
112	Kesikli Şehir Yapısı	212	Süreki Sulanan Alanlar	312	İğne Yapraklı Ormanlar	412	Turbalıklar
1.2	End.Tic.ve Ulaşım Birimleri	213	Pirinç Tarlaları	313	Karışık Ormanlar	4.2	Denize Yakın Islak Alanlar
121	Endüstriyel veya Ticari Alanlar	2.2	Süreki Ürünler	3.2	Maki veya Otsu Bitkiler	421	Tuz Bataklığı
122	Karayolları, Demiryolları ve il.g.al	221	Üzüm Bağları	321	Doğal Çayırhıklar	422	Tuzlalar
123	Limanlar	222	Meyve Bahçeleri	322	Fundalıklar	423	Gel-git ile Oluşan Düzlükler
124	Havalanları	223	Zeytinlikler	323	Sklerofil Bitki Örtüsü	5	Su Yapıları
1.3	Maden,Boşaltım, İnşaat Sahaları	2.3	Meralar	324	Bitki Değişim Alanları	5.1	Karasal Sular
131	Maden Çıkarım Sahaları	231	Meralar	3.3	Bitki Örtüsü az ya da Olmayan Alanlar	511	Su Yolları
132	Boşaltım Sahaları	2.4	Karışık Tarım Alanlar	331	Sahil,Kumsal,Kumluk	512	Su Kütleleri
133	İnşaat Sahaları	242	Karışık Tarım Alanları	332	Çıplak Kayalıklar	5.2	Deniz Suları
1.4	Yapay Tarımsal Olmayan Yeşil Alanlar	243	Doğal Bitki Örtüsü .ile Bulunan Tarım Alanları	333	Sevrek Bitki Alanları	521	Kıyı Lagünleri
141	Yeşil Şehir Alanları			334	Yanmış Alanlar	522	Nehir Ağzları
142	Spor ve Eğlence Alan					523	Nehir ve Okyanus

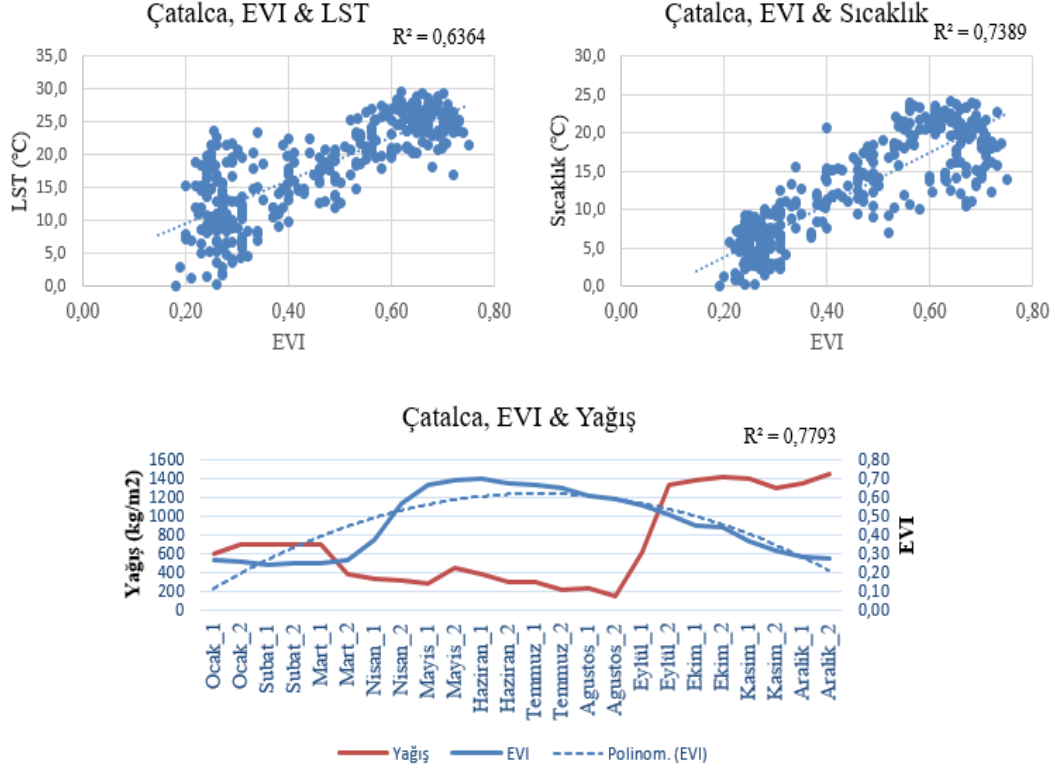
Şekil B.9: CORINE arazi örtüsü sınıfları

Kaynak: “CORINE (COORDINATION of INFORMATION on the ENVIRONMENT) PROJESİ”, Çivi ve diğerleri (2011) makalesinden alınmıştır. TUFUAB 2011 6.TEKNİK SEMPOZYUMU 23-26 Şubat 2011, Antalya.

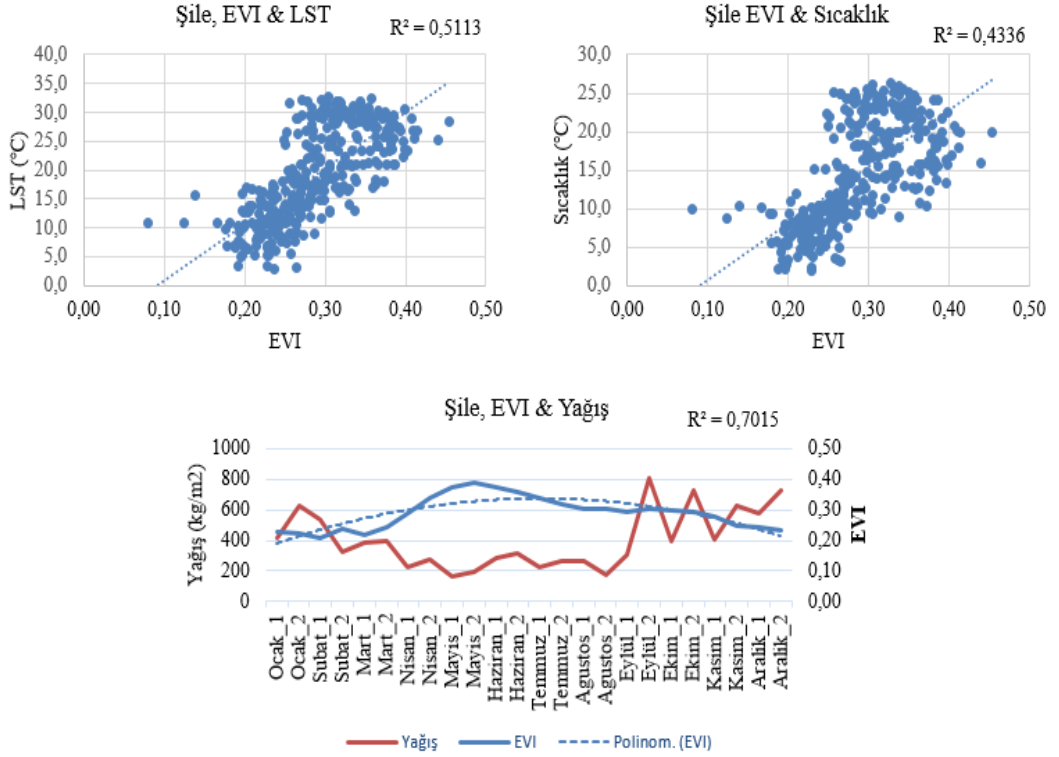
Ülkemize Ait Ek Sınıflar	
Kod	Sınıf Adı
1121	Kesikli Şehir Yapısı
1122	Kesikli Kırsal Yapı
2111	Sulanmayan Ekilebilir Alan
2112	Sulanmayan Sera
2121	Sulanan Alan
2122	Sürekli Sulanan Ekilebilir Alan, sera
2221	Sulanmayan Meyve Bahçesi
2222	Sürekli Sulanan Meyve Bahçesi
2421	Sulanmayan Karışık Tarım
2422	Sürekli Sulanan Karışık tarım
3321	Çıplak Kaya
3322	Çok Yukarılarda Çıplak Kaya

Şekil B.10: CORINE-Türkiye ek sınıflandırma.

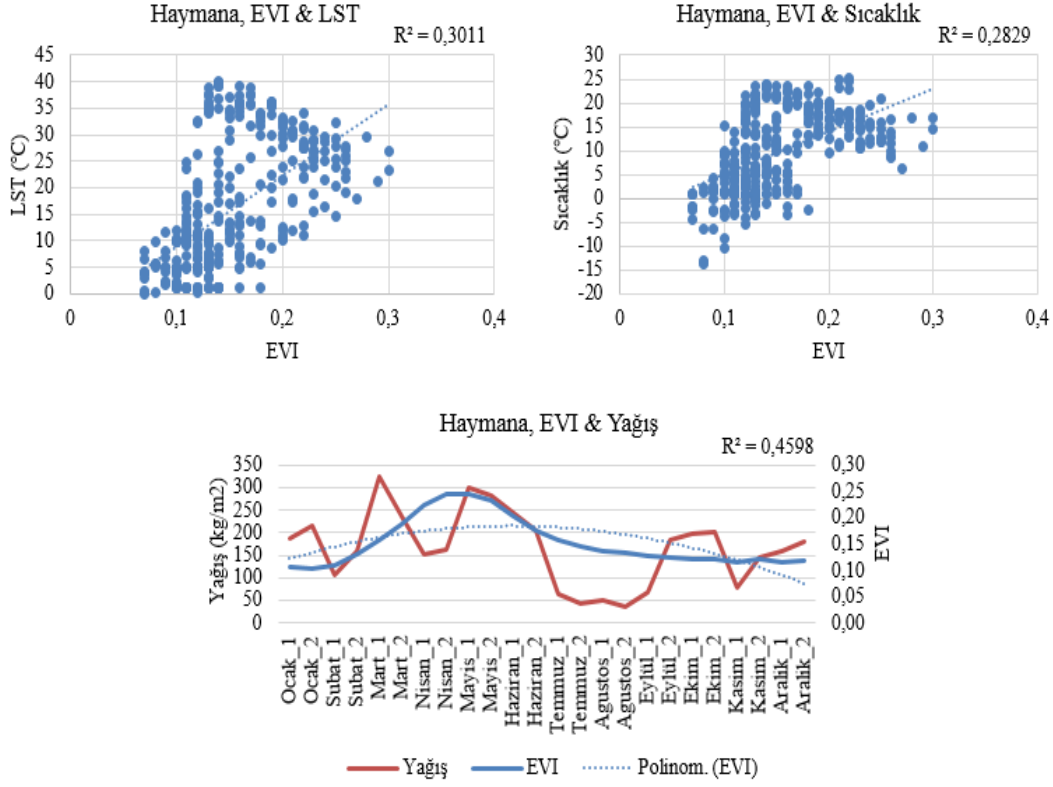
Kaynak: “CORINE (Coordination of Information on the Environment) Projesi”, Çivi ve diğerleri (2011) makalesinden alınmıştır. TUFUAB 2011 6.Teknik Sempozyumu 23-26 Şubat 2011, Antalya.



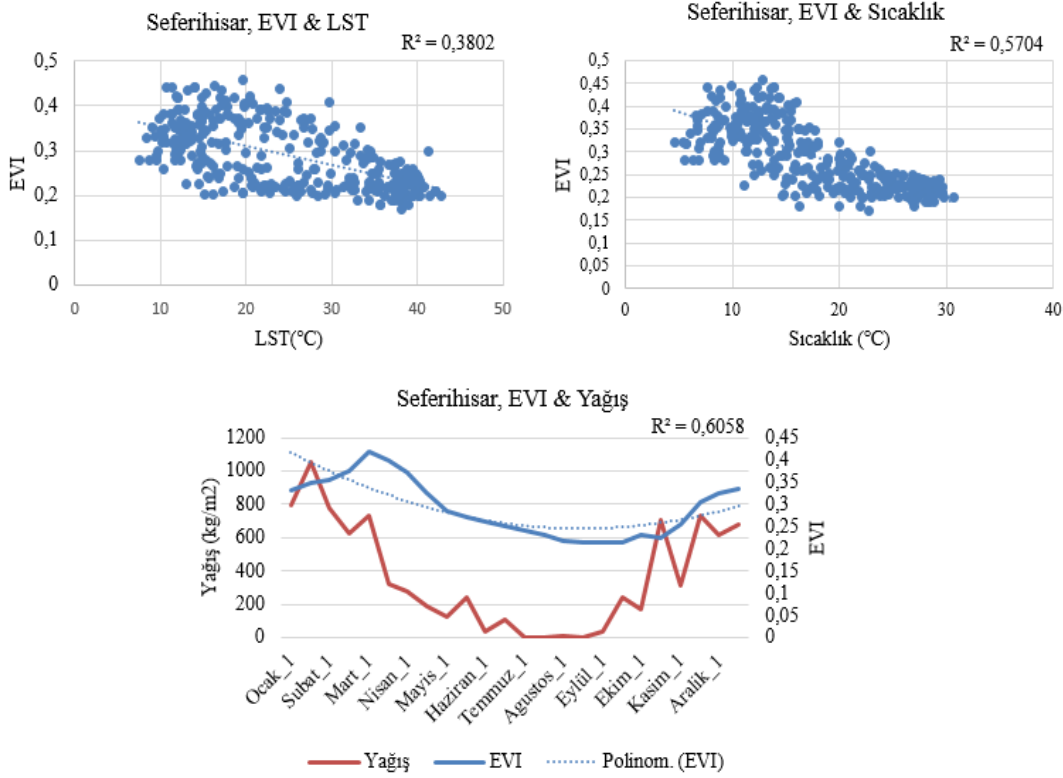
Şekil B.11: Çatalca EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri



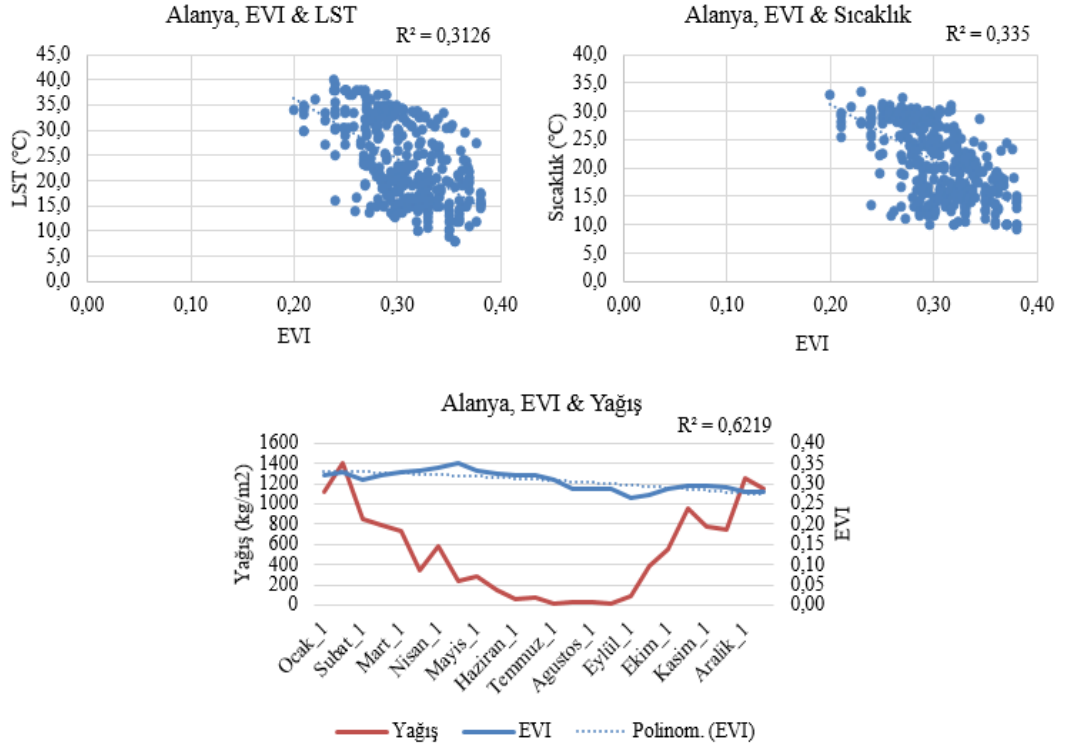
Şekil B.12: Şile EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri



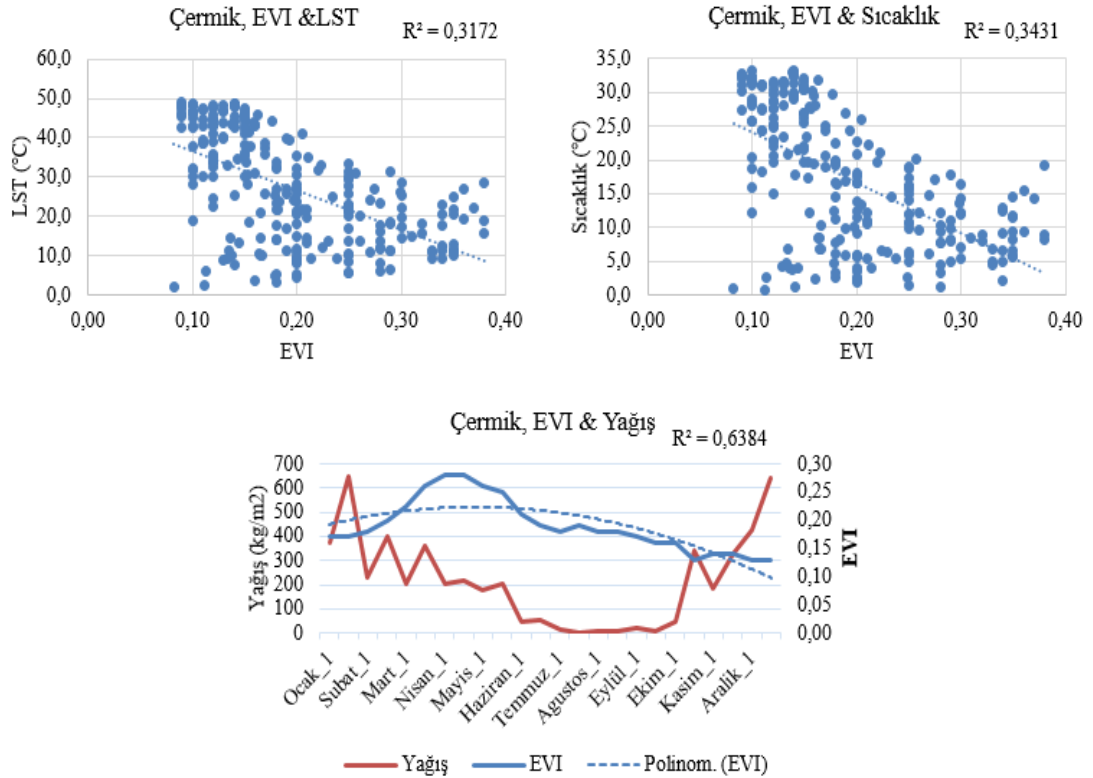
Şekil B.131: Haymana EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri



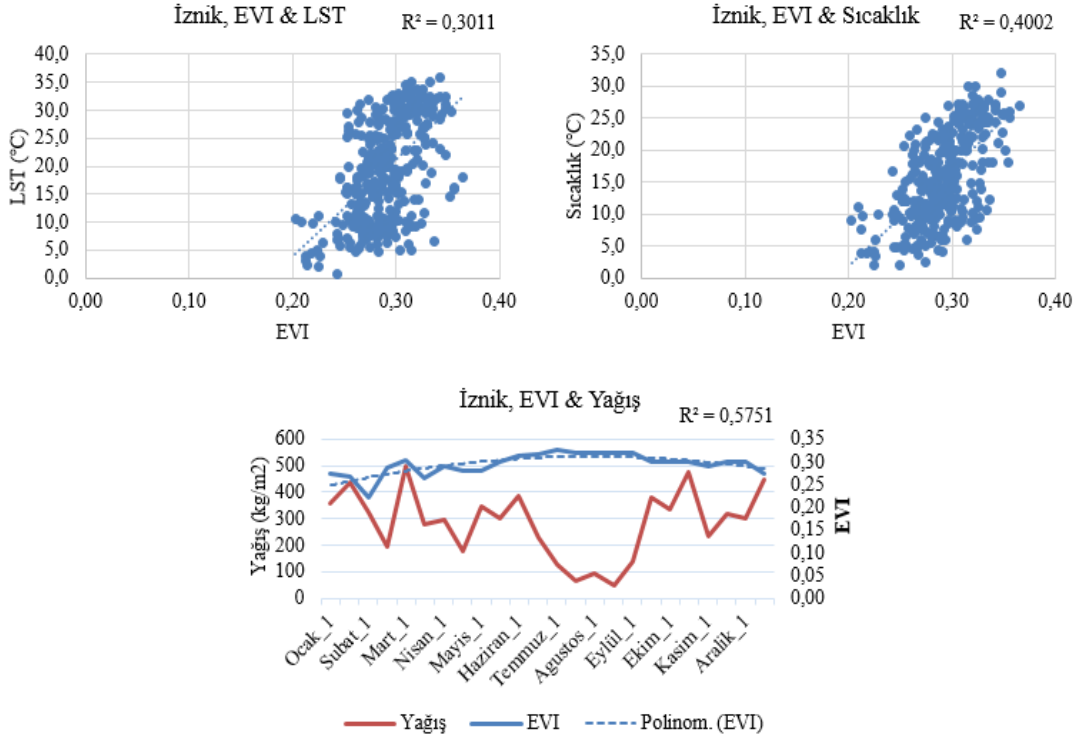
Şekil B.14: Seferihisar EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri



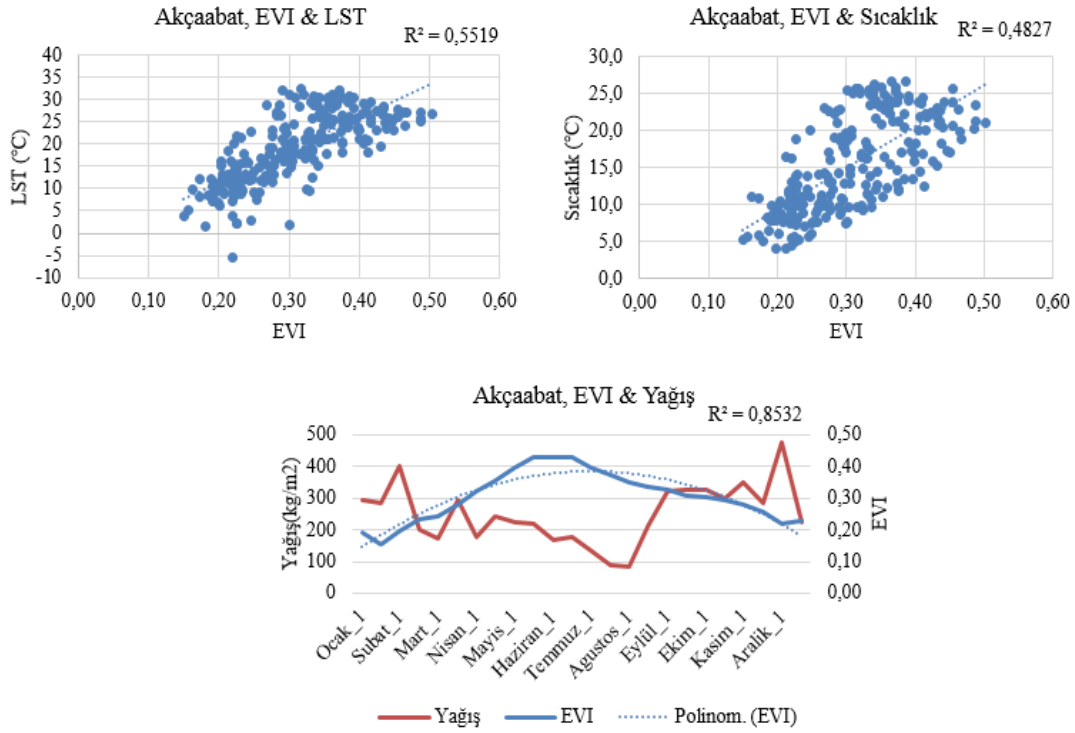
Şekil B.15: Alanya EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri



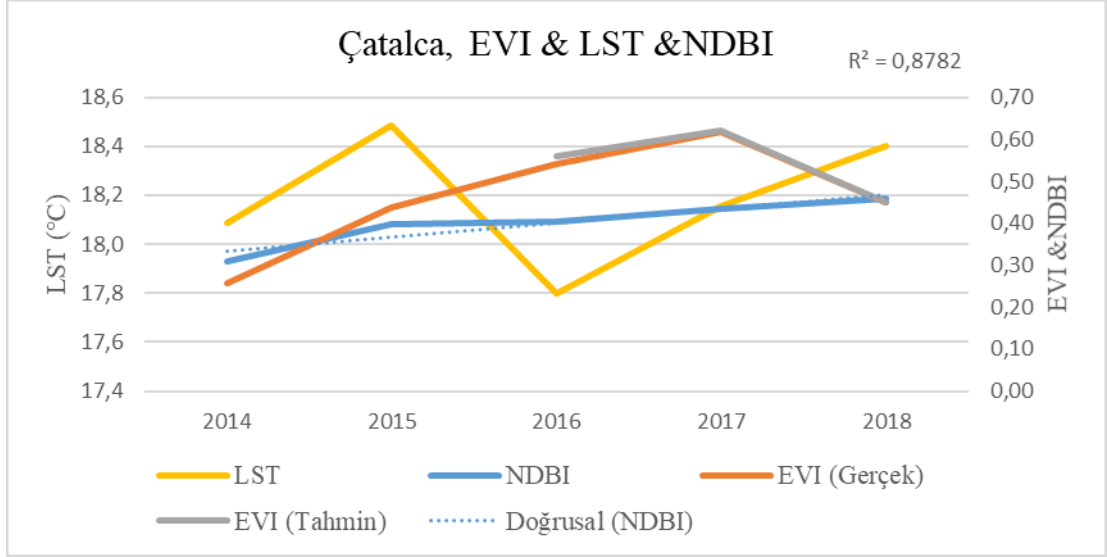
Şekil B.16: Çermik EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri



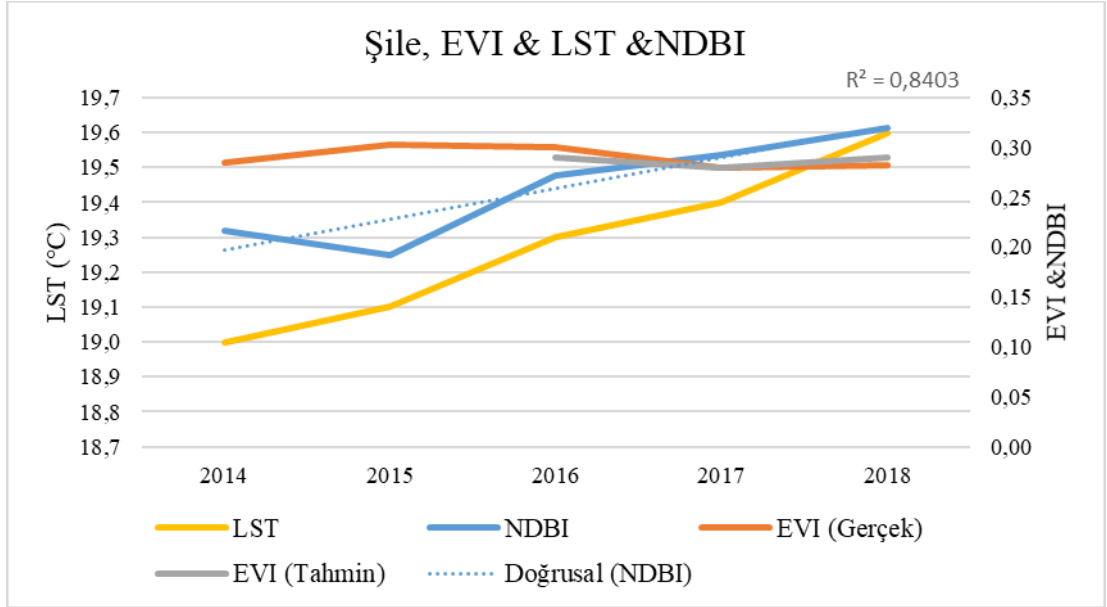
Şekil B.17: İznik EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri



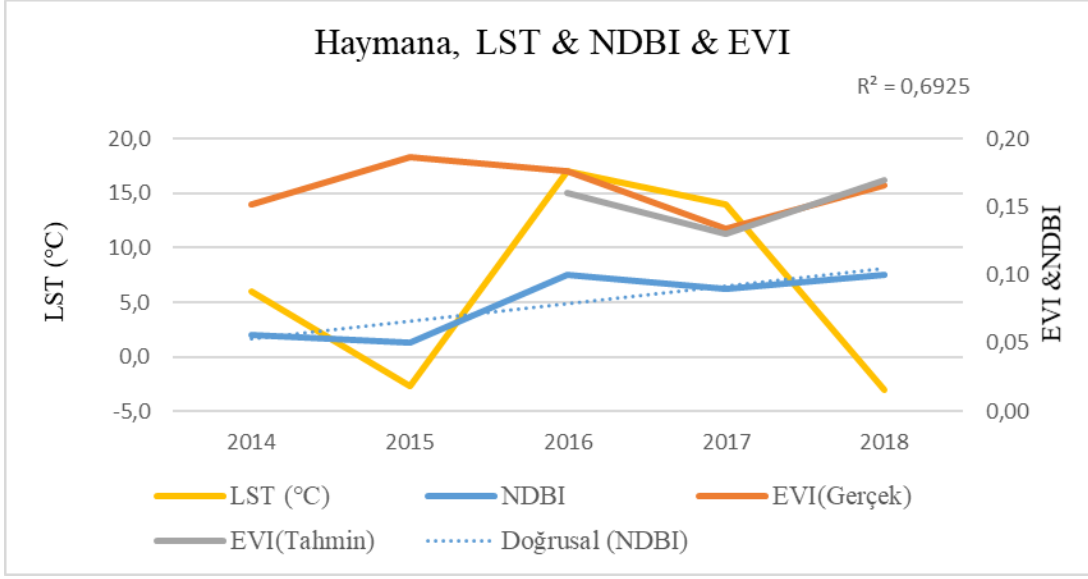
Şekil B.18: Akçaabat EVI, LST, Sıcaklık ve Yağış Korelasyon Değerleri



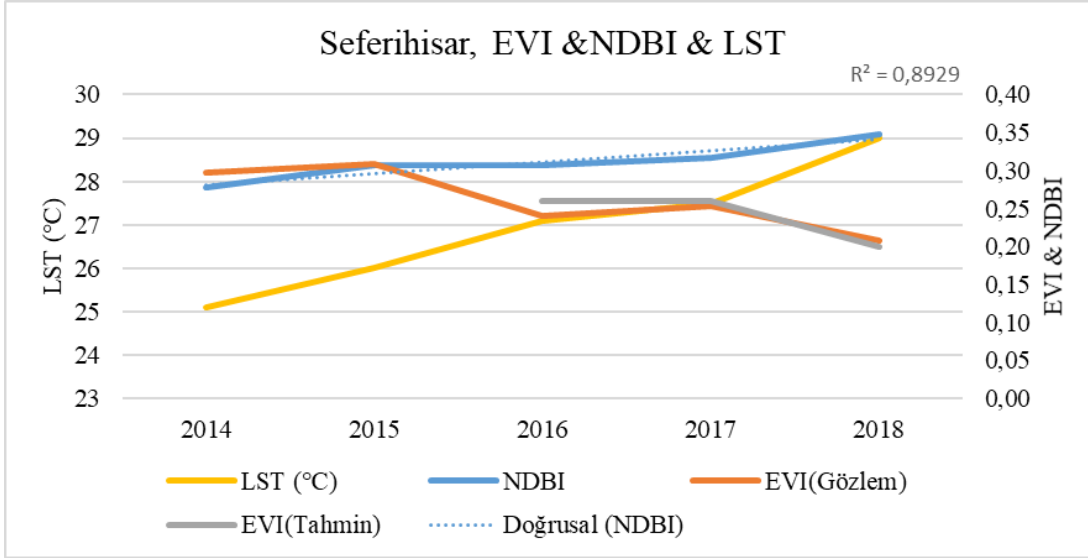
Şekil B.19: Çatalca EVI ve NDBI İlişkisi



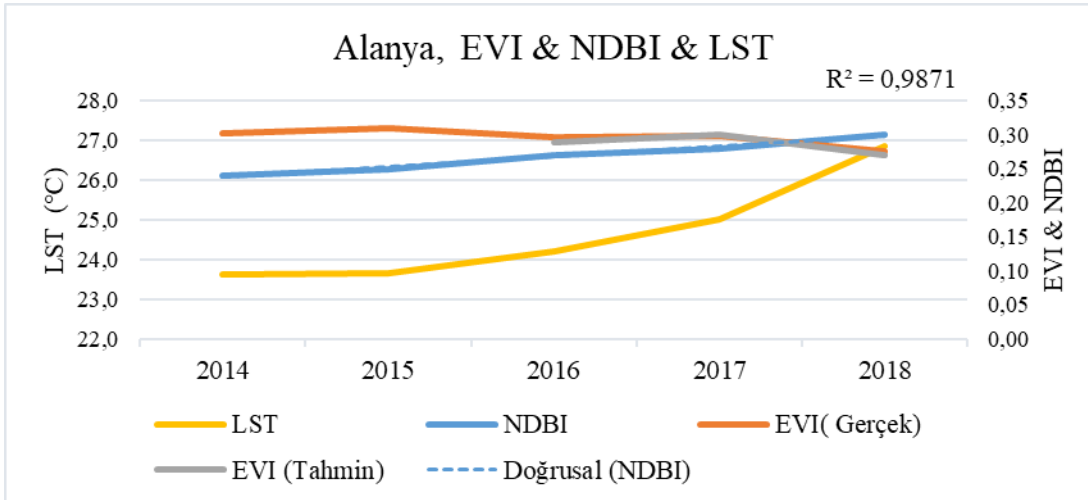
Şekil B.20: Şile EVI ve NDBI İlişkisi



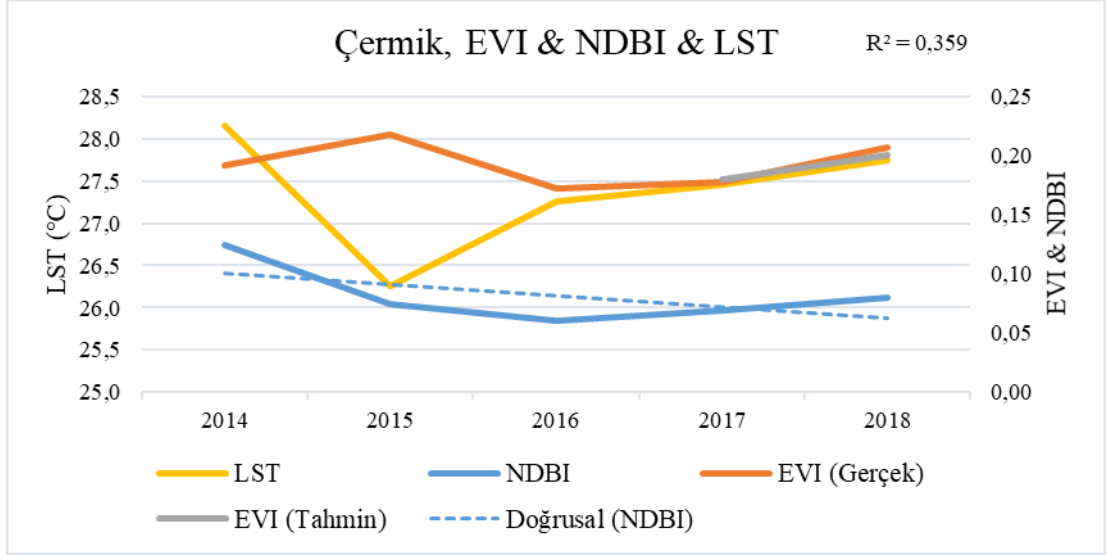
Şekil B.21: Haymana EVI ve NDBI ilişkisi



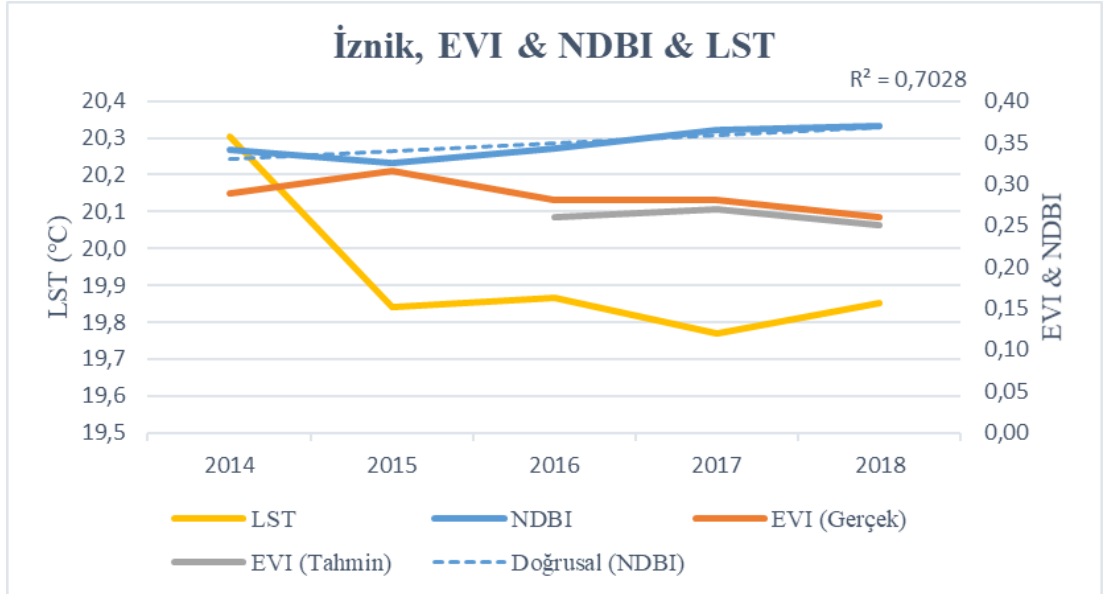
Şekil B.22: Seferihisar EVI ve NDBI ilişkisi



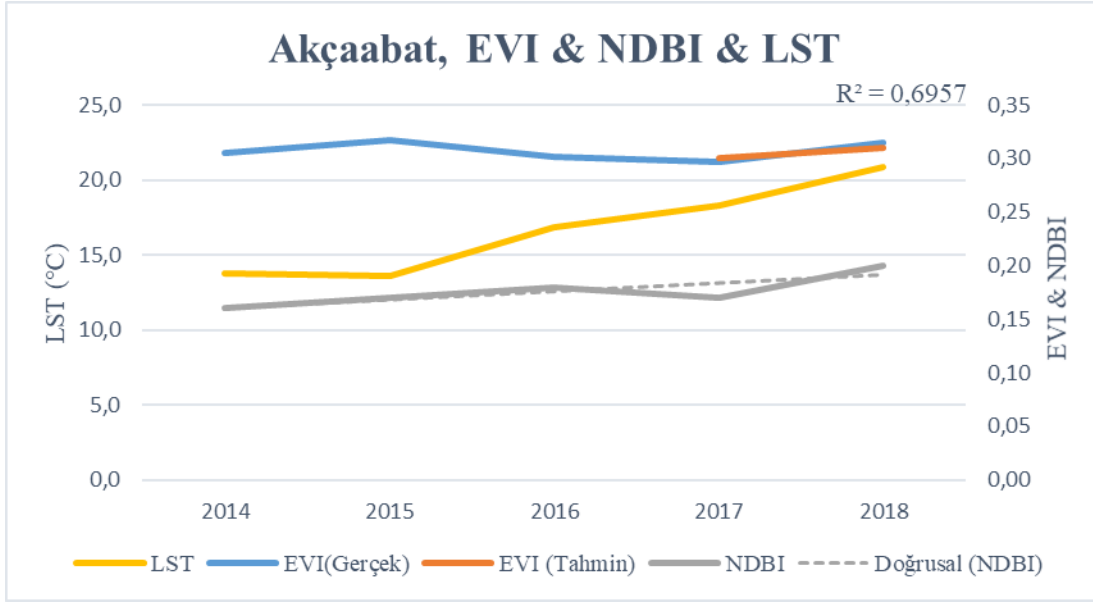
Şekil B.23: Alanya EVI ve NDBI ilişkisi



Şekil B.24: Çermik EVI ve NDBI İlişkisi



Şekil B.25: İznik EVI ve NDBI İlişkisi



Şekil B.26: Akçaabat EVI ve NDBI İlişkisi

EK C Kodlar

Veri dönüştürücü program

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using Excel = Microsoft.Office.Interop.Excel;
using Microsoft.Office.Interop.Excel;
using System.IO;
using CircularProgressBar;

namespace VeriDonusumu
{
    public partial class FrmAna : Form
    {
        public FrmAna()
        {
            InitializeComponent();
        }
        string satirlar;
        List<VeriHelper> Veriler;
        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            OpenFileDialog openFileDialog1 = new OpenFileDialog();
            if (openFileDialog1.ShowDialog() ==
System.Windows.Forms.DialogResult.OK)
            {
                System.IO.StreamReader sr = new
                System.IO.StreamReader(openFileDialog1.FileName);
                string csvData = sr.ReadToEnd();
                textBox1.Text = openFileDialog1.FileName;
                satirlar = csvData;
                List<string> degerler = VeriCevir.IslemYap(csvData);
                VeriGetir getir = new VeriGetir();
                Veriler = getir.Getir(degerler);
                dataGridView1.DataSource = GetResultsTable();
                //IList<String> list_string = new List<String>();
                //dataGridView1.DataSource = degerler.Select(x => new { Value = x
}).ToList();
                //dataGridView1.Show();
                //GridOlustur(degerler);
                sr.Close();
            }
        }
    }
}
```

```

    }
}
public System.Data.DataTable GetResultsTable()
{
    System.Data.DataTable dt = new System.Data.DataTable();
    string[] isim = Veriler.Where(x => x.DataName != null).Select(x =>
x.DataName).ToArray();
    string[] rows = Veriler.Where(x => x.DataName == null).Select(x =>
x.Data).ToArray();
    int rowscount = rows.Count() / isim.Count();
    int sayac = 0;
    int toplamsayi = Veriler.Count();
    for (int i = 0; i < isim.Count(); i++)
    {
        string column = isim[i];
        dt.Columns.Add(column);
        List<object> objectNumbers = new List<object>();
        // Put every column's numbers in this List.
        while (dt.Rows.Count <= toplamsayi)
        {
            dt.Rows.Add();
            int countt = dt.Rows.Count;
        }
        for (int y = 0; y < toplamsayi; y++)
        {
            if (y == rowscount)
            {
                sayac++;
                goto Outer;
            }
            else
            {
                if (rows[sayac] != string.Empty)
                {
                    dt.Rows[y][i] = rows[sayac];
                    sayac++;
                }
            }
        }
        Outer: continue;
    }
    return dt;
}

```

```

private void btnExcel_Click(object sender, EventArgs e)
{
    SaveFileDialog sfd = new SaveFileDialog();
    sfd.Filter = "Excel Documents (*.xls)|*.xls";
    sfd.FileName = "Inventory_Adjustment_Export.xls";
    if (sfd.ShowDialog() == DialogResult.OK)

```

```

    {
        splashScreenManager1.ShowWaitForm();
        // Copy DataGridView results to clipboard
        copyAlltoClipboard();
        object misValue = System.Reflection.Missing.Value;
        Excel.Application xlexcel = new Excel.Application();
        xlexcel.DisplayAlerts = false;
        Excel.Workbook xlWorkBook = xlexcel.Workbooks.Add(misValue);
        Excel.Worksheet xlWorkSheet =
(Excel.Worksheet)xlWorkBook.Worksheets.get_Item(1);
        Excel.Range rng = xlWorkSheet.get_Range("D:D").Cells;
        rng.NumberFormat = "@";
        Excel.Range CR = (Excel.Range)xlWorkSheet.Cells[1, 1];
        CR.Select();
        xlWorkSheet.PasteSpecial(CR, Type.Missing, Type.Missing,
Type.Missing, Type.Missing, Type.Missing, true);
        Excel.Range delRng = xlWorkSheet.get_Range("A:A").Cells;
        delRng.Delete(Type.Missing);
        xlWorkSheet.get_Range("A1").Select();
        xlWorkBook.SaveAs(sfd.FileName,
Excel.XlFileFormat.xlWorkbookNormal, misValue, misValue, misValue, misValue,
Excel.XlSaveAsAccessMode.xlExclusive, misValue, misValue, misValue,
misValue, misValue);
        xlexcel.DisplayAlerts = true;
        xlWorkBook.Close(true, misValue, misValue);
        xlexcel.Quit();

        releaseObject(xlWorkSheet);
        releaseObject(xlWorkBook);
        releaseObject(xlexcel);
        Clipboard.Clear();
        dataGridView1.ClearSelection();
        if (File.Exists(sfd.FileName))
            System.Diagnostics.Process.Start(sfd.FileName);
        splashScreenManager1.CloseWaitForm();
    }
}
private void copyAlltoClipboard()
{
    dataGridView1.SelectAll();
    DataObject dataObj = dataGridView1.GetClipboardContent();
    if (dataObj != null)
        Clipboard.SetDataObject(dataObj);
}
private void releaseObject(object obj)
{
    try
    {
        System.Runtime.InteropServices.Marshal.ReleaseComObject(obj);
        obj = null;
    }
}

```

```
}  
catch (Exception )  
{  
    obj = null;  
}  
}
```

YSA eğitme, test, değerlendirme, tahmin MATLAB uygulaması

% Buket İŞLER

```
% Solve an Autoregression Problem with External Input with a NARX Neural
Network
% Script generated by Neural Time Series app
% Created 01-Feb-2020 22:36:59
% This script assumes these variables are defined:
% Input - input time series.
% Target - feedback time series.
X = tonndata(Sile_Input,true,false);
T = tonndata(Sile_Target,true,false);
New1=tonndata(Sile_Sample,true,false);
% Choose a Training Function
% For a list of all training functions type: help nntrain
% 'trainlm' is usually fastest.
% 'trainbr' takes longer but may be better for challenging problems.
% 'trainscg' uses less memory. Suitable in low memory situations.
trainFcn = 'trainlm'; % Levenberg-Marquardt backpropagation.
% Create a Nonlinear Autoregressive Network with External Input
inputDelays = 1:15;
feedbackDelays = 1:15;
hiddenLayerSize = 20;
net = narxnet(inputDelays,feedbackDelays,hiddenLayerSize,'open',trainFcn);
% Choose Input and Feedback Pre/Post-Processing Functions
% Settings for feedback input are automatically applied to feedback output
% For a list of all processing functions type: help nnprocess
% Customize input parameters at: net.inputs{i}.processParam
% Customize output parameters at: net.outputs{i}.processParam
net.inputs{1}.processFcns = {'removeconstantrows','mapminmax'};
net.inputs{2}.processFcns = {'removeconstantrows','mapminmax'};

% Prepare the Data for Training and Simulation
% The function PREPARETS prepares timeseries data for a particular network,
% shifting time by the minimum amount to fill input states and layer
% states. Using PREPARETS allows you to keep your original time series data
% unchanged, while easily customizing it for networks with differing
% numbers of delays, with open loop or closed loop feedback modes.
[x,xi,ai,t] = preparets(net,X,{},T);
% Setup Division of Data for Training, Validation, Testing
% For a list of all data division functions type: help nndivision
net.divideFcn = 'dividerand'; % Divide data randomly
net.divideMode = 'time'; % Divide up every sample
net.divideParam.trainRatio = 60/100;
net.divideParam.valRatio = 20/100;
net.divideParam.testRatio = 20/100;
% Choose a Performance Function
% For a list of all performance functions type: help nnperformance
net.performFcn = 'mse'; % Mean Squared Error
% Choose Plot Functions
```

```

% For a list of all plot functions type: help nnplot
net.plotFcns = {'plotperform','plottrainstate', 'ploterrhist', ...
'plotregression', 'plotresponse', 'ploterrcorr', 'plotinerrcorr'};
% Train the Network
[net,tr] = train(net,x,t,xi,ai);
% Test the Network
y = net(x,xi,ai);
e = gsubtract(t,y);
performance = perform(net,t,y)
% Recalculate Training, Validation and Test Performance
trainTargets = gmultiply(t,tr.trainMask);
valTargets = gmultiply(t,tr.valMask);
testTargets = gmultiply(t,tr.testMask);
trainPerformance = perform(net,trainTargets,y)
valPerformance = perform(net,valTargets,y)
testPerformance = perform(net,testTargets,y)
% View the Network
view(net)
% Plots
% Uncomment these lines to enable various plots.
%figure, plotperform(tr)
%figure, plottrainstate(tr)
%figure, ploterrhist(e)
%figure, plotregression(t,y)
%figure, plotresponse(t,y)
%figure, ploterrcorr(e)
%figure, plotinerrcorr(x,e)
% Closed Loop Network
% Use this network to do multi-step prediction.
% The function CLOSELOOP replaces the feedback input with a direct
% connection from the outout layer.
netc = closeloop(net);
netc.name = [net.name ' - Closed Loop'];
view(netc)
[xc,xic,aic,tc] = preparets(netc,X,{},T);
yc = netc(xc,xic,aic);
closedLoopPerformance = perform(net,tc,yc)
y2 = netc(NewI,xic,aic)
% Multi-step Prediction
% Sometimes it is useful to simulate a network in open-loop form for as
% long as there is known output data, and then switch to closed-loop form
% to perform multistep prediction while providing only the external input.
% Here all but 5 timesteps of the input series and target series are used
% to simulate the network in open-loop form, taking advantage of the higher
% accuracy that providing the target series produces:
numTimesteps = size(x,2);
knownOutputTimesteps = 1:(numTimesteps-5);
predictOutputTimesteps = (numTimesteps-4):numTimesteps;
X1 = X(:,knownOutputTimesteps);
T1 = T(:,knownOutputTimesteps);

```

```

[x1,xio,aio] = preparets(net,X1,{ },T1);
[y1,xfo,afo] = net(x1,xio,aio);
% Next the the network and its final states will be converted to
% closed-loop form to make five predictions with only the five inputs
% provided.
x2 = X(1,predictOutputTimesteps);
[netc,xic,aic] = closeloop(net,xfo,afo);
[y2,xfc,afc] = netc(x2,xic,aic);
multiStepPerformance = perform(net,T(1,predictOutputTimesteps),y2)
% Alternate predictions can be made for different values of x2, or further
% predictions can be made by continuing simulation with additional external
% inputs and the last closed-loop states xfc and afc.
% Step-Ahead Prediction Network
% For some applications it helps to get the prediction a timestep early.
% The original network returns predicted y(t+1) at the same time it is
% given y(t+1). For some applications such as decision making, it would
% help to have predicted y(t+1) once y(t) is available, but before the
% actual y(t+1) occurs. The network can be made to return its output a
% timestep early by removing one delay so that its minimal tap delay is now
% 0 instead of 1. The new network returns the same outputs as the original
% network, but outputs are shifted left one timestep.
nets = removedelay(net);
nets.name = [net.name ' - Predict One Step Ahead'];
view(nets)
[xs,xis,ais,ts] = preparets(nets,X,{ },T);
ys = nets(xs,xis,ais);
stepAheadPerformance = perform(nets,ts,ys)
% Deployment
% Change the (false) values to (true) to enable the following code blocks.
% See the help for each generation function for more information.
if (false)
    % Generate MATLAB function for neural network for application
    % deployment in MATLAB scripts or with MATLAB Compiler and Builder
    % tools, or simply to examine the calculations your trained neural
    % network performs.
    genFunction(net,'myNeuralNetworkFunction');
    y = myNeuralNetworkFunction(x,xi,ai);
end
if (false)
    % Generate a matrix-only MATLAB function for neural network code
    % generation with MATLAB Coder tools.
    genFunction(net,'myNeuralNetworkFunction','MatrixOnly','yes');
    x1 = cell2mat(x(1,:));
    x2 = cell2mat(x(2,:));
    xi1 = cell2mat(xi(1,:));
    xi2 = cell2mat(xi(2,:));
    y = myNeuralNetworkFunction(x1,x2,xi1,xi2);
end
if (false)
    % Generate a Simulink diagram for simulation or deployment with.

```

```
% Simulink Coder tools.  
gensim(net);  
end
```


ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Buket İŞLER

ÖĞRENİM DURUMU

- **Lisans** : Yakındoğu Üniversitesi – Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : İstanbul Aydın Üniversitesi – Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM

04.2010- 08. 2010 EraySoft

Scanner dan taranan verilerin kaydını tutan doküman arşivleme programı geliştirmek. Program WFA ve SQL Server 2008 aracılığıyla geliştirildi.

08.2010- 02. 2011 USM GRUP

İnşaat sektöründe önde gelen birçok firma için özel WPF uygulamaları geliştirmek. Ağaoğlu Şirketler Grubu, Zorlu Holding, Dumankaya İnşaat ve Emaar çalışılan kurumlar arasındadır.

02.2011- 04. 2014 TechLife Bilişim Çözümleri

Silverlight, Expression Blend, Asp.Net ve MS-SQL kullanarak birçok eğitim kurumu için öğrenci bilgi sistemi geliştirmek. Geliştirilen bilgi sistemi projesinin tablet kullanımı için oluşturulan projelerin bazı modüllerin geliştirilmesinde yer almak.

06.2015 – 08.2016 Nebim Neyir Bilgisayar Sanayi ve Hizmetleri A.Ş

MS-SQL, WinForms ve WPF kullanarak perakende sektöründe faaliyet gösteren firmaların taleplerine göre entegrasyon programları ve özel projeler geliştirmek. Kişili, Adidas, Damat, Stefanel yazılım geliştirilen firmalar arasındadır.

01.01.2020- 01.07.2021 TechLife Bilişim Çözümleri

.NET Reporting Tool, Asp.Net ve MS-SQL kullanarak birçok özel eğitim kurumu için öğrenci bilgi sistemi geliştirmek.

Yabancı Diller

İngilizce

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

- İşler, B., Aslan, Z., (2019). Predictability and feedback effects of land surface classification and atmospheric parameters. International Conference on Air-Land -Sea Interactions (p.89) (Tam Metin Bildiri/Poster Sunum)
- İşler, B., ve Aslan, Z. (2021). Bitki örtüsü ve mekânsal ve zamansal varyasyonların modellenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 36(4), 1863-1874. (Makale Örneği)
- İşler, B., Aslan, Z., (2021). Modeling the developments in urbanization and relationship with vegetation cover in Alanya, The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)
- Maden Gamze, İşler Buket, Aslan Zafer (2021). Role of LAI, EVI, and Atmospheric Parameters on LST and Thermals. OSTIV MET Panel (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No:7012598)

Bu çalışmanın sınırlı bir kısmı uluslararası 2 çalıştay programında ingilizce olarak sunulmuştur.