

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



UYDU VERİLERİNE VE YAPAY SINIR AĞLARINA DAYALI OLARAK
BİTKİ ÖRTÜSÜ TAHMİNİ VE ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Nagihan ESENDAL BOZKURT

Y1413.010020

Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Bilgisayar Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zafer ASLAN

HAZİRAN 2017

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “UYDU VERİLERİNE VE YAPAY SİNİR AĞLARINA DAYALI OLARAK BİTKİ ÖRTÜSÜ TAHMİNİ VE ANALİZİ” 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.

Aday / İmza



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Bilgisayar Mühendisliği Dalı Bilgisayar Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1413.010020 numaralı öğrencisi **Nagihan Esenal BOZKURT**'un "**UYDU VERİLERİNE VE YAPAY SINIR AĞLARINA DAYALI OLARAK BİTKİ ÖRTÜSÜ TAHMİNİ VE ANALİZİ**" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 12.06.2017 tarih ve 2017/13 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından **gözetim** ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak **kabul**.....edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 29/06/2017

1)Tez Danışmanı: Prof. Dr. ZAFER ASLAN

.....

2) Jüri Üyesi : Prof. Dr. ALİ GÜNEŞ

.....

3) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. FARZAD KİANI

.....

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.

ÖNSÖZ

Yaşamımızı devam ettirebilmemiz için gerekli olan bitki örtüsü son yıllarda şehirleşmenin etkisiyle azalmıştır. Enlem değeri $41^{\circ} 4'$ ve boylam değeri $29^{\circ} 3'$ olan Kandilli Bölgesi için NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) değerleri MODIS uydu sistemi üzerinde yer alan TERRA Uyduyu kullanılarak elde edilmiştir. Eylül, 2005 ile Ekim, 2016 yıllarıyla çalışılmıştır. MATLAB içerisinde yer alan yapay sinir ağıları çeşitlerinden olan ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) kullanılarak tahmin gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesinde en başından sonuna yardımcı olan konuyla ilgili tecrübeleriyle beni aydınlatan çalışmama destek olan sayın hocalarım Prof.Dr.Zafer ASLAN'a ve Doç.Dr.Metin ZONTUL'a katkılarından dolayı çok teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamda beni yönlendiren Doç.Dr.Oğuz KAYNAR'a katkılarından dolayı teşekkür eder ve minnettarlığımı bildiririm.

Tüm eğitim hayatım boyunca bana destek olan maddi ve manevi en küçük yardımı bile esirgemeyen sevgili aileme, eşime ve benden desteğini esirgemeyen herkese en içten sevgilerimle teşekkür eder ve şükranlarımı sunarım.

Haziran, 2017

Nagihan ESENDAL BOZKURT

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
ABSTRACT	xix
1 GİRİŞ.....	1
2 VERİ VE YÖNTEM.....	5
2.1 MODIS	5
2.2 İnceleme Bölgesi	6
2.3 Verinin Elde Edilmesi	7
2.4 Verinin Düzenlenmesi	11
2.5 Veri Normalizasyonu.....	14
3 ANALİZ.....	15
3.1 NDVI Analizi	15
3.1.1 Zaman Serisi Analizleri.....	16
3.1.2 İstatistiksel Analiz.....	21
3.2 ANFIS Analizi.....	22
3.2.1 Yapay Sinir Ağlarının Tarihçesi	22
3.2.2 Yapay Sinir Ağları Nedir	22
3.2.3 Bulanık Mantık	24
4 ANFIS	27
4.1 ANFIS Yapısı	28
4.2 Veri Setinin Uygulanması	29
4.3 ANFIS MF Türlerinin Uygulanması ve Karşılaştırılması	34
4.4 ANFIS Çıktısının Kodla Elde Edilmesi	41
4.5 ANFIS Çıktısı ve Sonuç	43
5 KULLANILAN UYGULAMALAR.....	47
5.1 Visual Studio	47
5.2 SQL Management Studio	47
5.3 Matlab.....	47
5.4 Excel.....	48
5.5 IBM Spss Editor	48
6 SONUÇ	49
KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ.....	53

KISALTMALAR

ARIMA	:Autoregressive Integrated Moving Average, Otoregresif Hareketli Ortalamalar
ANFIS	:Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, Uyarlamalı Ağ Bulanık Çıkarım Sistemi.
ANN	: Artificial Neural Network, Yapay Sinir Ağı.
ADO.NET	:ActiveX Data Objects .NET, Activex Veri Objeleri .NET.
CSV	:Coma Separated Values, Virgülle Ayrılan Değerler.
EVI	:Enhanced Vegetation Index,
MAPE	:Mean Absolute Percentage Error, Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi.
MATLAB	:Matrix Laboratory, Matris Laboratuvar.
MODIS	:Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, Orta Çözünürlük Spektrometre Görüntüleme.
NDVI	:Normalized Difference Vegetation Index, Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi.
ORNL DAAC	:Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Centre, Oak Ridge Ulusal Dağıtılmış Aktif Arşiv Merkezi.
RBF	:Radial Basis Function, Radyal Temelli Fonksiyon.
SOAP	:Simple Object Access Protocol, Basit Nesne Erişim Protokolü.
SOM	:Self Organizing Map, Özdüzenleyici Haritalar.
SQL	:Structured Query Language, Yapılandırılmış Sorgu Dili.
SPSS	:Statistical Package for the Social Sciences, Sosyal Bilimler için İstatistik Programı.
TERRA	:Thermal Emission and Reflection Radiometer, Termal Emisyon ve Yansıma Radyometresi.
TSK	:Takai, Sugeno, Kang.
VISUAL STUDIO	:Visual Studio.

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 NDVI değerlerinin yüzey karakteristik bilgisi	19
Çizelge 3.2 MODIS Haritası.....	20
Çizelge 4.1 Hybrid Metodu İçin Üyelik Fonksiyonları ve Hata Değerleri.....	38
Çizelge 4.2 Backpropagation Metodu İçin Üyelik Fonksiyonları	39

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 MODIS Uydu Görünümü.....	5
Şekil 2.2 Elektromanyetik Spektrum Frekans Değerleri	6
Şekil 2.3 NDVI Verisinin Detayları.....	6
Şekil 2.4 ORNL DAAC Web Sitesi.....	7
Şekil 2.5 MODIS Uydu Veri İndirme	8
Şekil 2.6 Global Subsets Tool Kullanımı	8
Şekil 2.6 Kandilli Bölgesi için verinin elde edilmesi	9
Şekil 2.7 NDVI,EVI MOD13Q1 Seçimi	10
Şekil 2.8 Tarih Aralığının Belirtilmesi	10
Şekil 2.9 Eposta ile Gelen MOD13Q1 Verileri	11
Şekil 2.10 NDVI Görünümü	12
Şekil 2.11 Verilerin Düzenlenmiş Hali.....	12
Şekil 2.12 Verileri Okuma ve Düzenleme Kodları	13
Şekil 2.13 Verileri Düzenleme Kodları	13
Şekil 3.1 NDVI Veri Örneği	15
Şekil 3.2 Yıllara Göre NDVI Değer Grafiği.....	15
Şekil 3.3 Mevsimsel NDVI Değerleri.....	16
Şekil 3.4 Mevsimsel NDVI Değerleri ve İlkbahar Mevsimi İçin Eğilim Çizgisi.....	17
Şekil 3.5 2016 Yılı NDVI Değerleri	17
Şekil 3.6 2016 Yılı Mod, Medyan Değerlerinin Karşılaştırılması.....	18
Şekil 3.5 Spring,2016 NDVI Değerleri.....	18
Şekil 3.6 Summer, 2016 NDVI Değerleri.....	18
Şekil 3.7 Autumn,2016 NDVI Değerleri	18
Şekil 3.8 Winter, 2016 NDVI Değerleri	19
Şekil 3.9 Kandilli Bölgesi için yıllık bitki örtüsü çeşitliliği	20
Şekil 3.10 NDVI Histogram Grafiği.....	22
Şekil 3.11 Yapay Sinir Hücresi.....	23
Şekil 3.12 Yapay Sinir Ağı Yapısı.....	24
Şekil 3.13 Örnek Bir Öğrenme Eğrisi.....	27
Şekil 4.1 ANFIS Çalışma Mantığı	28
Şekil 4.2 ANFIS Modeli	29
Şekil 4.3 ANFIS Modeli	29
Şekil 4.3 ANFIS Yapay Sinir Ağı Modeli	30
Şekil 4.4 Verilerin Gruplanma Gösterimi	31
Şekil 4.5 NDVI Değerleri Veri Seti Örneği.....	31
Şekil 4.5 Verilerin SQL'e Alınması.....	32
Şekil 4.6 Verileri Gruplama Arayüzü	32
Şekil 4.7 Verileri Al Buton Kodları.....	33
Şekil 4.8 Verileri Gruplandırma ve Kaydetme Kodları	33
Şekil 4.9 MATLAB Neuro-Fuzzy-Designer Modeli	34

Şekil 4.10 MATLAB Workspace Alanından Değişken Tanımlama.....	34
Şekil 4.11 MATLAB Değişkenine Değer Atama	35
Şekil 4.12 ANFIS Modeline Training Dataların Yüklenmesi.....	35
Şekil 4.13 ANFIS Modeline Testing Dataların Yüklenmesi	36
Şekil 4.14 ANFIS Modeline Checking Dataların Yüklenmesi	36
Şekil 4.14 ANFIS Üyelik Fonksiyon Çeşitleri.....	38
Şekil 4.15 ANFIS Hybrid Metodu GbellMf Modeli Error Tolerance	39
Şekil 4.16 ANFIS Üyelik Fonksiyonları Optimizasyon Metotları Karşılaştırılması .	41
Şekil 4.16 ANFIS Sistemin Çıktısının Alınması	42
Şekil 4.17 ANFIS Çıktısının Kaydedilmesi	42
Şekil 4.18 ANFIS Çıktısının Command Window Çıktısı	43
Şekil 4.19 ANFIS Çıktısı ve Tahmin Edilen Değerler Örneği	44
Şekil 4.20 ANFIS Çıktısı ve Tahmin Edilen Değerler Grafiği	44

UYDU VERİLERİNE VE YAPAY SİNİR AĞLARINA DAYALI OLARAK BİTKİ ÖRTÜSÜ TAHMİNİ VE ANALİZİ

ÖZET

Son yıllarda özellikle Türkiye'nin batı bölgelerinde şehirleşmenin etkisiyle yeşil alanlar hızla azalmaktadır. İnceleme bölgesi için NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, Normalized Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) uzaktan algılama yöntemi kullanılarak bitki örtüsü indeksi elde edilmiştir. MODIS uydusu aracılığıyla Kandilli Bölgesi ve civarı için on yıl boyunca gözlenen günlük NDVI değerlerine dayalı olarak bitki örtüsü tahmini yapılmıştır. Bitki örtüsü tahmininde ANN (Artificial Neural Network, Yapay Sinir Ağı) yöntemlerinden olan ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, Uyarlamalı Ağ Bulanık Çıkarım Sistemi) Modeli kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında, enlem değeri 41° 4' ve boylam değeri 29° 3' olan Kandilli Bölgesinin Eylül, 2005 ile Ekim, 2016 yılları arasındaki NDVI değerleri ile çalışılmıştır. Değerlerin saptanmasında MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, Orta Çözünürlük Spektrometre Görüntüleme) çeşitlerinden olan TERRA Uydusu kullanılmıştır. Ölçümler yaklaşık olarak 6.25 kilometrekarelik bir alan üzerinde yapılmıştır. TERRA Uydusu'ndan elde edilen NDVI değerleri ile ANN kullanılarak bitki örtüsü tahmini gerçekleştirilmiştir. MATLAB ortamında bir Neuro-Fuzzy Designer olarak tanımlanmış olan ANFIS klasik küme teorisi ve bulanık mantık teorisinin birleşimi şeklinde ele alınmıştır. Bu yöntemde hedef bir değer o kümeye ait olup olmamasını saptamak ve bu işi yaparken üyelik fonksiyonlarını kullanmaktır. ANFIS içerisindeki üyelik fonksiyonlarının hata tolerans değerleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. En başarılı üyelik fonksiyonu seçilerek tahmin gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ANN, ANFIS, NDVI Tahmini, MODIS.

ESTIMATION AND ANALYSIS OF PLANT GRAINS BASED ON SATELLITE DATA AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

ABSTRACT

Over the last few years, green areas are decreasing rapidly due to urbanization; especially in the western regions of Turkey. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) remote sensing method has been used to obtain the vegetation index for the study area. MODIS satellites were used to estimate the vegetation coverage for the Kandilli region and the neighboring villages based on the daily NDVI values observed for ten years. ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) model, which is one of the ANN (Artificial Neural Network) varieties, was used for vegetation prediction. In this study, the NDVI values between September 2005 and October 2016 were used for the Kandilli region located at a latitude value of $41^{\circ} 4'$ and a longitude value of $29^{\circ} 3'$. The TERRA satellite which is a MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) variety was used to measure the values. Measurements were made on an area of approximately 6.25 square kilometers. Estimation of vegetation was done using ANN (Artificial Neural Network) with the NDVI values obtained from the TERRA satellite. ANFIS, which is defined as a Neuro-Fuzzy Designer in MATLAB environment, is considered as a combination of classical set theory and fuzzy logic theory. In this method, the main goal is to determine whether a value belongs to that cluster or not, using membership functions. The error tolerance values of the membership functions in ANFIS are compared with each other. Estimation was performed by using the most successful membership function.

Keywords: *ANN, ANFIS, NDVI Prediction, MODIS.*

1 GİRİŞ

Doğal kaynaklarımızdan olan bitkiler yaşamımızı devam ettirebilmemiz için önemlidir ve bu yüzden artışı ya da azalışı denetlenmelidir. Bitki örtülerindeki bu değişimleri uydular aracılığıyla gözlemlemek ve denetlemek mümkündür. NDVI, bir uzaktan algılama yöntemidir. Uydular aracılığıyla yeryüzüne elektromanyetik dalgalar gönderilir ve incelenen bölgelerin elektromanyetik dalgalara verdikleri değerler uydular üzerindeki alıcılar sayesinde toplanır. Bu işlem yapılırken kızılötesi bandı göz önüne alınır ve tür çeşitliliği belirlenir. İnsan gücüyle elde etmesi çok zor olan güncel bitki örtüsü haritası, uzaktan algılama teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde kolayca elde edilebilir bir hale gelmiştir.

Yapay sinir ağları, insan beyni gibi bilgi işleme yapabilen sistemlerin teknolojisidir. İnsan beyinde yer alan nöronlar (sinir hücreleri) bu sistemde de mevcut olup birbirlerine bağlanarak sinir ağlarını oluşturmaktadır. Buradaki ağlar yeni okuduğu bir veriyi sisteme kaydetmeye ve eski veriler arasından bir ilişki çıkarma işlevine sahiptir. İnsan yaşadığı müddet boyunca yaşadıklarını tecrübe edip sinaptik bağlantılar kurulmaktadır. Yapay sinir ağlarında da her yeni gelen veri ile sistem eğitilmektedir. Öğrenme ve eğitim ile bu işlemler gerçekleşmektedir. Yapay sinir ağlarının temellerinden olan matematiksel fonksiyonlarının belirlenmesinde ağırlıkların büyüklüğü ve her bir elemanın işlem şekli yapay sinir ağı çeşidine göre olmaktadır. Yapay sinir ağlarının davranışı girdi veri ile çıktı veriyi nasıl ilişkilendirdikleri, her bir nöronun bağlantı şekli ve bu bağlantılarda kullanılan ağırlıklarına göre değişmektedir. Yapay sinir ağlarının eğitilmesi için analizi yapılan sistemin sonuçlarını etkileyen her bir etmen sisteme parametre olarak verilmiştir ve sistem bunların kombinasyonları sonucunda farklı değerler üretmiştir. Yapay sinir ağı çeşitlerinden olan ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) Takagi ve Sugeno bulanık mantık sistemleri baz alınarak 1990 yılının başlarında geliştirilmiştir. ANFIS, yapay sinir ağları ve bulanık mantık sistemlerini içermektedir. Kaynar ve grubu 2010 yılında

yapay sinir ağları yardımı ile doğal gaz tüketimini tahmin etmişlerdir. Ankara için yapılan uygulama çalışmasında RBF(Radial Basis Function) kullanılmıştır. MAPE analizine göre SOM(Self Organizing Map) ağlarıyla iletilen RBF Modeli'nin daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Buradaki yapay sinir ağları ile benzerlik göstermiştir (Kaynar, 2010).

Kaynar ve grubu 2010 yılında ham petrol fiyatlarını girdi verisi olarak göz önüne almıştır. Petrol piyasasındaki değişken yapıyı orta ve uzun vadede tahmin etmek üzere bulanık çıkarım sisteminden yararlanmışlardır. Bu çalışmada yapay sinir ağ birleşiminden oluşan ANFIS(Adaptive Neuro Fuzzy Inference System) kullanılmıştır. Model performansını test etmek amacıyla ortalama mutlak yüzde hata MAPE(Mean Absolute Percentage Error) kullanılmıştır (Kaynar, 2010).

Aslan ve grubu tarafından İstanbul ve civarı için LANDSAT verilerine dayalı olarak bitki örtüsü değişimi(NDVI) incelenmiştir. NDVI ısı akıları ve yağış miktarı ilişkisinin yüksek olduğu saptanmıştır. Bu çalışma atmosferdeki karbondioksit ve hidrolojik döngü ve enerji döngüsü konularının daha iyi anlaşılmasına olanak vermektedir (Aslan, 1994).

Toukiloglou ve grubu tarafından Akdeniz Bölgesinde bitki örtüsü zaman serisi analizi ile ilgili bir araştırma çalışması yapmıştır. MODIS görüntülerine dayalı olarak doğal alan yangınları ve bitki örtüsü değişimleri incelenmiştir. NDVI zaman serisi analizlerinin göz önüne alınması ortaktır. Yüzey bitki örtüsünde yüzde olarak NDVI değişimleri yüksek seçicilikte saptanmıştır (Toukiloglou, 2012).

Mehmet Ali Çelik 2016 yılında hazırlamış olduğu tez çalışmasında, NDVI, EVI ve VCI bitki indeks modellerini kullanarak Akdeniz Bölgesindeki kuraklığın analizini yapmıştır. Çalışmada MODIS uydusu TERRA platformuyla çalışılmıştır. Akdeniz Bölgesinde on yılda bir tekrar eden kuraklığın nedenin tespit etmek hedeflenmiştir. Verilere aylık ve yıllık ölçeklerde meteoroloji tabanlı kuraklık analizleri yapılmıştır ve bu yöntemler birbirleriyle kıyaslanmıştır (Çelik, 2016).

Egemen Kandemir'in 2010 yılında hazırlamış olduğu tez çalışmasında, NDVI kullanılarak Karaburun Yarımadası incelenmiş ve baskın tür birlikteliklerine göre gruplandırma yapılmıştır. Koordinat bilgilerini Coğrafi bilgi sistemi ortamına aktarmak için GeoMedia 4.0 kullanılmıştır. Aktarılan veriler üzerinde ImageAnalyst programı kullanılarak tahminde bulunulmuştur (Kandemir, 2010).

Onur Doğan'ın 2016 yılında hazırlamış olduğu tez çalışmasında, talep tahmini için sinirsel ağ tabanlı bulanık mantık yöntemi(ANFIS) ve yalın yapay sinir ağı metodu karşılaştırılması yapılmıştır. ARIMA ve üssel düzeltim yöntemlerinden elde edilen sonuçlar, yapay sinir ağları ve bulanık mantık-yapay sinir ağı entegre metotlarından elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır (Doğan, 2016).

Sinem Ulucan'ın 2016 yılında hazırlamış olduğu tez çalışmasında, finansal başarısızlıkların ANFIS metodu ile değerlendirilmesi incelenmiştir. MATLAB içerisindeki ANFIS yapısı kullanılmıştır (Ulucan, 2016).

Bayram Akdemir 2009 yılında hazırlamış olduğu çalışmasında tahmin ve sınıflama problemlerinde kullanılması üzerine yeni bir normalizasyon metodu geliştirmiştir. Önerilen metot özellikle yapay zeka uygulamaları hedef alınarak geliştirilmiş ve yapay zeka tekniği olan ANFIS ve Yapay sinir Ağları kullanılarak geliştirilmiştir (Akdemir, 2009).

İzzet Çakan 2013 yılında yapmış olduğu çalışmasında ultrasonik motorların modeli oluşturulup ANFIS yapısına tepki süresi giriş-çıkış arasındaki hata oranını optimum seviyeye indirme üzerine çalışılmıştır (Çakan, 2013).

Esra Saraçoğlu 2009 yılında hazırlamış olduğu tez çalışmasında TENS yöntemi geliştirmiştir. TENS, deri aracılığıyla sinirlerin uyarlanması durumudur. İnsanlardaki fizyolojik ve psikolojik parametrelerin TENS yöntemi üzerine etkileri incelenmiştir. TENS modellemesi ANFIS ve FIS (Fuzzy Inference System) kullanılarak geliştirilmiştir (Saraçoğlu, 2009).

Atakan Yücel 2010 yılındaki yapmış olduğu çalışmasında tedarikçi seçimine bulanıksal tekniği uygulamasında ana hedef sinirsel ağların öğrenme kabiliyetinden önce bilgi ve nedensellik sisteminin nicel olarak gösterilmesidir (Yücel, 2010).

TÜRK ve grubu tarafından Nash- Cournot çerçevesinde Türkiye'de enerji fiyatlarının tahmininin gerçekleştirilmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Enerji homojen bir mal olarak değerlendirilip piyasa dengesi, tedarikçilerin kapasite kararıyla belirlenmiştir. Belirli bir dönem için enerji fiyatları ve ortalama fiyat tahminleri için temel teklif barındıran bir model üzerine çalışılmıştır. (Türk, 2017)

Bu tez çalışması toplamda dört bölümden oluşmup olup ilk bölüm giriş bölümüdür. Giriş bölümünde tez ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Literatür çalışması sonucunda elde edilen bilgilere de yer verilmiştir. Diğer tezlerle benzerliklerinden ve

farklılıklarından bahsedilmiştir. İkinci bölümde NDVI nedir ve bunların ölçüm ile değerlerinin elde edilmesinden bu verilerin toplanmasından bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde elde etmiş olduğumuz NDVI verilerinin hazırlanması için gerekli kodlamalar yapılmıştır ve sistemin anlayabileceği şekilde düzenlenmiştir. Düzenlenmiş veri setleri üzerinde mean değerleri elde edilmiştir. Dördüncü bölümde hazırlanmış olan verinin MATLAB ortamındaki hazır yapay sinir ağı sistemlerinden olan ANFIS modeli kullanılarak time series verilerinin çıktısı elde edilmiştir. Verilerin hepsi 510 satır olup veriler parçalanarak sistemin eğitilmesi sağlanmıştır. Son bölümde ise genel olarak sistemden üretilen değerler gösterilmiştir ve bir sonuca bağlanmıştır.

2 VERİ VE YÖNTEM

Yeryüzü hakkındaki diğer birçok bilgiyi uydulardan elde etmekteyiz. Uydular aracılığı ile elde etmiş olduğumuz veriler jeoloji, hidroloji, bitki örtüsü, orman yangınları, doğal kaynakların saptanması, volkanik olayların incelenmesi gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Bitki örtüsü çeşitliliği hakkında da bilgi almamız için bizlere yardımcı olan NDVI değerlerinin indirilmesi için MODIS sistemi üzerinde yer alan TERRA Uydusu kullanılmıştır.

2.1 MODIS

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) NASA tarafından geliştirilmiş görünür ışıklı ve kızılötesi alanlarla çalışan bir sistemdir. Üzerinde iki adet uydu bulunmakta olup, bunlardan birisi 1999 yılında fırlatılan Terra Uydusu diğeri ise 2002 yılında fırlatılan Aqua Uydusu'dur.

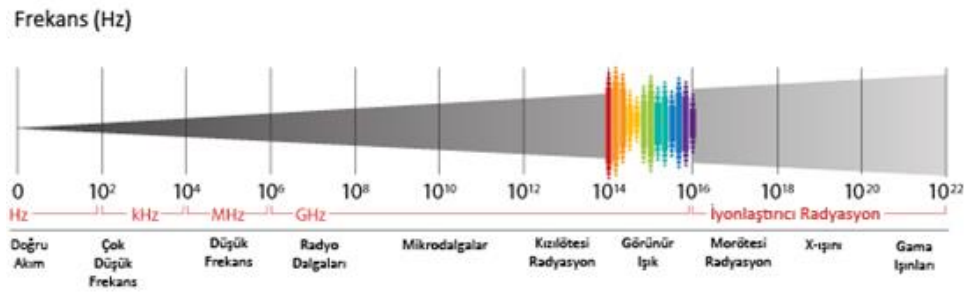


Şekil 2.1 MODIS Uydusu Görünümü

MODIS'in 705 km yörüngesinde bulunan Terra 10:30 a.m. saatlerinde ölçüm yapmaktadır. Ölçüm hızı yaklaşık 20.3 rpm (revolutions per minute) kadardır. Boyutu 1.0 * 1.6 * 1.0 metre olup Terra Uydusu'nun ağırlığı da 228.7 kg kadardır.(Wikipedia, <https://tr.wikipedia.org/wiki/MODIS>, (SGT:05.03.2016)).

Uzaktan algılama, elektromanyetik spektrum üzerindeki mor ötesi ışınlar ile mikrodalga ışınları arasındaki bölümlerini havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerini kaydetme ve inceleme tekniği olarak tanımlanır. Bu ölçümler yapılırken elektromanyetik spektrum içerisindeki davranışları konumsal ve yıl olarak değişimlere bakarak ölçülmektedir. Uzaktan algılayıcılar yani sensörler dünya yüzeyi ile etkileşim içinde bulunan elektromanyetik ışınımı ölçmektedirler. Elektromanyetik ışına her maddenin davranışı farklı olduğu için elektromanyetik ışının yönü, yoğunluğu, dalga boyu içeriği ve kutuplaşması değişik olabilir.

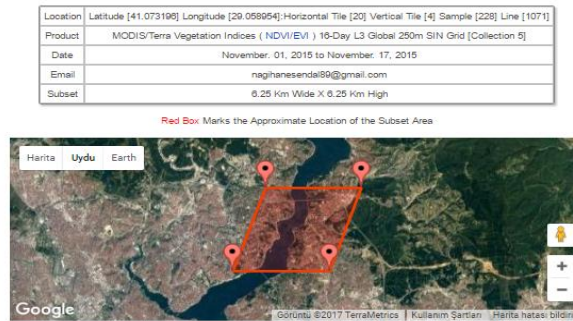
Elektromanyetik Spektrum



Şekil 2.2 Elektromanyetik Spektrum Frekans Değerleri

2.2 İnceleme Bölgesi

Bu tez çalışmasında Kandilli Alanı inceleme alanı olarak seçilmiştir. Verinin elde edilmesi öncelikle MODIS web sitesinden yararlanarak incelemek istediğimiz koordinatların girilmesi gerekmektedir. Bu alanla ilgili ölçülen değerler kısa süre içinde e-posta ekinde gönderilmektedir.

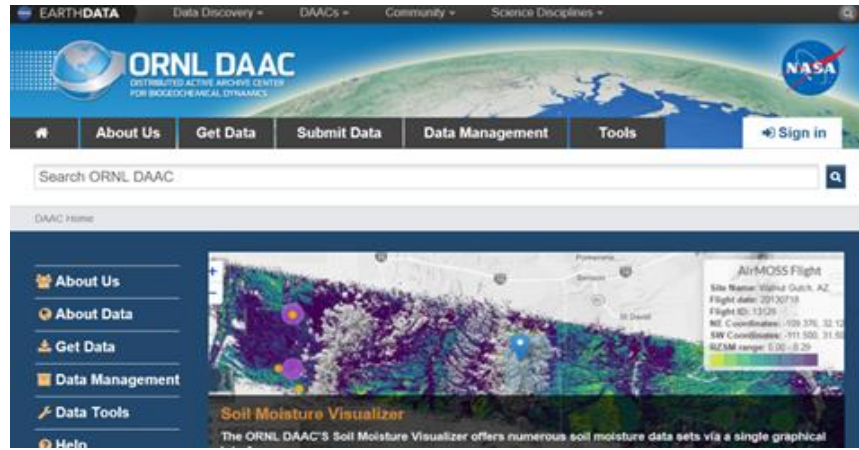


Şekil 2.3 NDVI Verisinin Detayları

MODIS, seçmiş olduğumuz koordinatların yeri harita üzerinde gösterilmiştir. Şekil 2.3'te koordinatlar ve NDVI verisinin detaylarını içeren bilgiler yer almıştır.

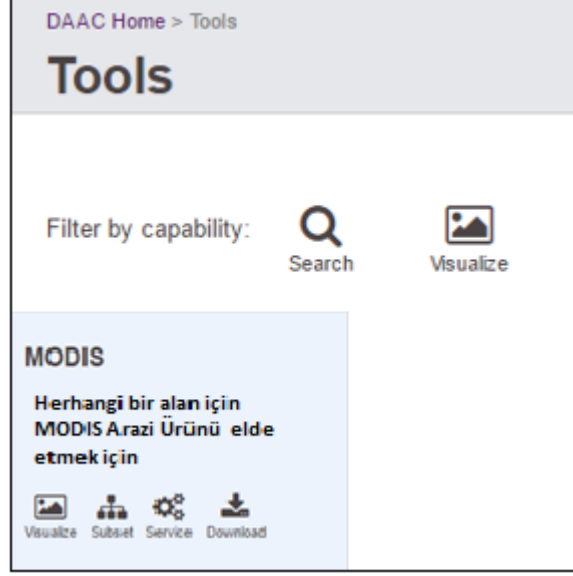
2.3 Verinin Elde Edilmesi

Verilerin elde edilmesi aşamasında Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan ORNL DAAC'nin (Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Centre) verileri kullanılmıştır.



Şekil 2.4 ORNL DAAC Web Sitesi

ORNL DAAC web sitesine ulaşmak için <https://daac.ornl.gov/> adresi kullanılmıştır. Web sitesine girdiğimiz zaman çeşitli başlıklar bulunmaktadır. Tools başlığına tıklamamız durumunda MODIS sekmesini kullanarak istenilen NDVI değerlerine ulaşılmıştır.



Şekil 2.5 MODIS Uydusu Veri İndirme

MODIS sekmesinin hemen altında yer alan download başlığını kullanarak download işlemi başlatılmıştır. Get Data başlığının seçeneklerinden birisi olan Global Subsets Tool (Küresel Veriseti Aracı) kullanılarak istenen veriler indirilmiştir.



Şekil 2.6 Global Subsets Tool Kullanımı

Web sitesi tarafından bizlere sunulan seçenekler ise aşağıdaki gibidir.

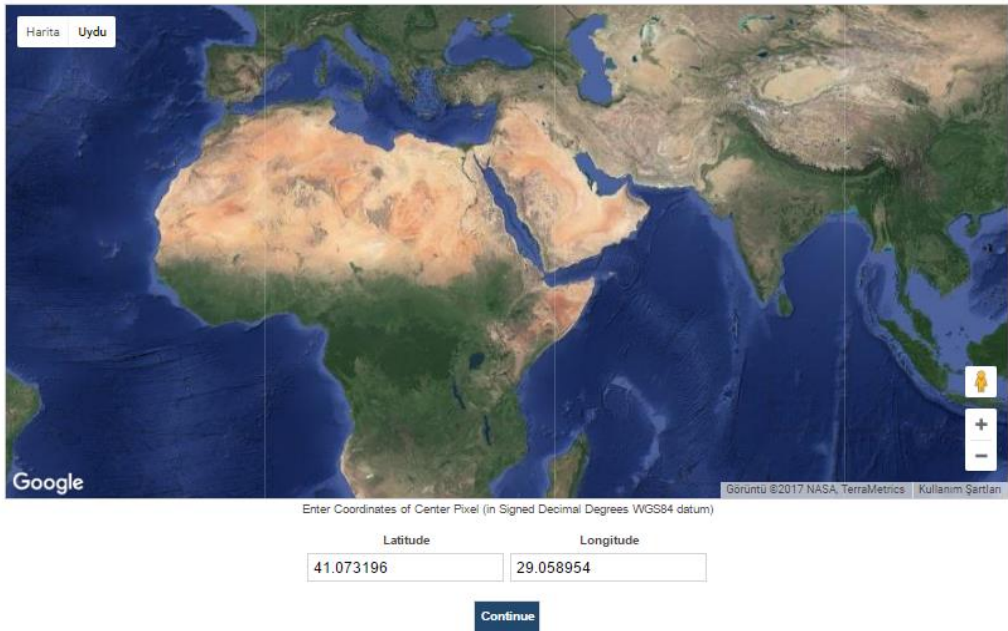
1. Global Subsets Tool
2. Fixed Sites Subsets Tool
3. Web Service'dir.

Global Subsets Tool ile çalışırsak koordinatları girmemiz durumunda istenilen alan için veriler e-posta yoluyla bizlere iletilecektir.

Fixed Sites Subset Tool seçeneğinde farklı modellerin ve uzaktan algılama ürünlerinin doğrulanması için bir yapı oluşturulmuştur. MODIS kullanılarak oluşturulmuş olan alt sitelerin yapısını görmemiz mümkündür.

MODIS Web Service SOAP tabanlı bir web service olup MODIS ürünlerine ulaşmamız hedeflenmiştir. Farklı programlama dilleriyle çalışabilmemize olanak sağlayan bir servistir. Verilere ulaşip bir uygulama ile çalıştırmak istersek MODIS Web Service seçeneği kullanılmaktadır.

Tez çalışmasında Global Subsets Tool seçeneğini kullanılarak istediğimiz veriler indirilmiştir. Çalışmak istediğimiz alanın koordinatları girilip o alanın verilerine ulaşılmıştır. Veriler bize e-posta yoluyla text formatında gönderilmiştir. MODIS Collection 5 Land Products yapısı kullanılarak verilere ulaşmamız hedeflenmiştir. Üzerinde çalışacağımız veri setini hazırlanırken koordinatların girilmesi iki farklı şekilde gerçekleştirilmektedir. Bunlardan birincisi enlem boylam değerlerinin girilmesi diğeri ise bize gösterilen harita üzerinden istediğimiz alanın seçilmesidir. Latitude(enlem) ve longitude(boylam) değerleri girilerek Kandilli Bölgesi için NDVI değerlerine ulaşılmıştır.



Şekil 2.6 Kandilli Bölgesi için verinin elde edilmesi

Şekil 2.6'daki gibi MODIS web sitesi kullanılarak inceleme bölgesinin enlem ve boylam koordinatlarını girilmiştir ve çalışmak istediğimiz ürün seçilmiştir.

Latitude [41.073196] Longitude [29.058954] Horizontal Tile [20] Vertical Tile [4] Sample [228] Line [1071]

[MCD43A] MODIS/Terra+Aqua BRDF and Calculated Albedo
[MCD43A4] MODIS/Terra+Aqua Nadir BRDF-Adjusted Reflectance 16-Day L3 Global 500m SIN Grid
[MOD09A1] Surface Reflectance
[MOD11A2] Land Surface Temperature and Emissivity
[MOD13Q1] Vegetation Indices (NDVI, EVI)
[MOD15A2] Leaf Area Index (LAI) and Fraction of Photosynthetically Active Radiation (FPAR) 8 Day Composite
[MOD16A2] Evapotranspiration
[MOD17A2_51] Gross primary production (GPP) [Collection 5.1]
[MOD17A3] Primary Productivity (NPP)
[MYD09A1] Surface Reflectance
[MYD11A2] Land Surface Temperature/Emissivity
[MYD13Q1] Vegetation Indices (NDVI, EVI)
[MYD15A2] Leaf Area Index (LAI) and Fraction of Photosynthetically Active Radiation (FPAR) 8 Day Composite

Specify the Number of Kilometers Encompassing the Center Location

Above and Below (0-100) Left and Right (0-100)

3 3

Continue

Şekil 2.7 NDVI,EVI MOD13Q1 Seçimi

Bitki çeşitliliğini belirten NDVI, EVI (Enhanced Vegetation Index, Gelişmiş Bitki Örtüsü Endeksi) değerlerini elde etmek için Şekil 2.7'de gösterildiği gibi ürünler seçilmiştir. Tez çalışmasında MOD13Q1 Vegetation Indices (NDVI, EVI) ile çalışılmıştır. Çalışılmasını istediğimiz metrekaresi belirtilmiştir. İlgili değerlerin girilmesinin ardından “continue” komutuna tıklanıp bir sonraki aşamaya geçilmiştir.

MODIS/Terra Vegetation Indices (NDVI/EVI) 16-Day L3 Global 250m SIN Grid [Collection 5]

Latitude [41.073196] Longitude [29.058954] Horizontal Tile [20] Vertical Tile [4] Sample [228] Line [1071]

The Requested Data Area is Approximately 6.25 Kilometers Wide and 6.25 Kilometers High

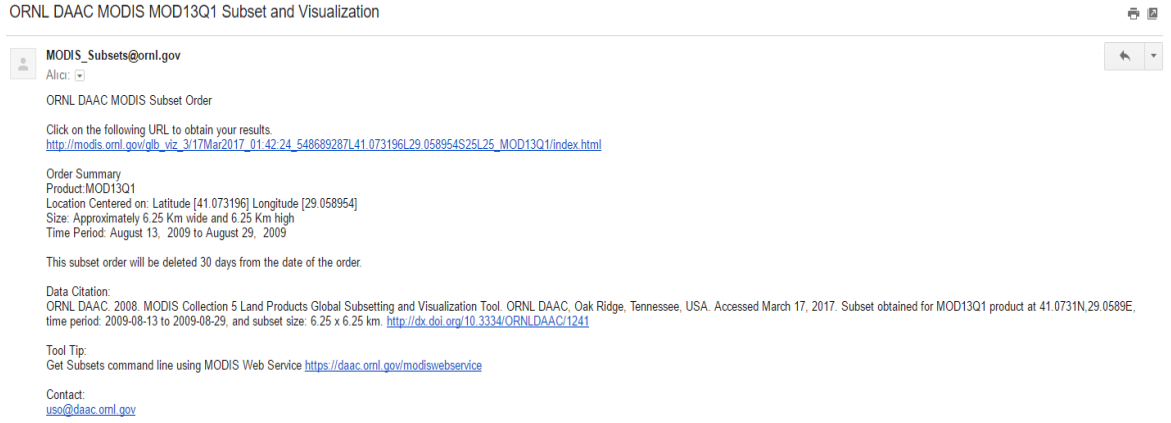
Select Starting Date Select Ending Date

Day 289 of the Year 2005 [Oct. 16,2005]	Day 161 of the Year 2016 [Jun. 09,2016]
Day 305 of the Year 2005 [Nov. 01,2005]	Day 177 of the Year 2016 [Jun. 25,2016]
Day 321 of the Year 2005 [Nov. 17,2005]	Day 193 of the Year 2016 [Jul. 11,2016]
Day 337 of the Year 2005 [Dec. 03,2005]	Day 209 of the Year 2016 [Jul. 27,2016]
Day 353 of the Year 2005 [Dec. 19,2005]	Day 225 of the Year 2016 [Aug. 12,2016]
Day 001 of the Year 2006 [Jan. 01,2006]	Day 241 of the Year 2016 [Aug. 28,2016]
Day 017 of the Year 2006 [Jan. 17,2006]	Day 257 of the Year 2016 [Sep. 13,2016]
Day 033 of the Year 2006 [Feb. 02,2006]	Day 273 of the Year 2016 [Sep. 29,2016]
Day 049 of the Year 2006 [Feb. 18,2006]	Day 289 of the Year 2016 [Oct. 15,2016]
Day 065 of the Year 2006 [Mar. 06,2006]	Day 305 of the Year 2016 [Oct. 31,2016]
Day 081 of the Year 2006 [Mar. 22,2006]	Day 321 of the Year 2016 [Nov. 16,2016]
Day 097 of the Year 2006 [Apr. 07,2006]	Day 337 of the Year 2016 [Dec. 02,2016]

Pre-selected Dates Reflect ALL Available Dates for the Selected Product/Location

Şekil 2.8 Tarih Aralığının Belirtilmesi

Çalışmak istediğimiz tarihi belirtmemiz durumunda, o tarihlerde ölçümlenmiş olan NDVI değerleri e-posta ile gönderilmiştir. Tezde 30.09.2005 ve 31.10.2016 tarihleri arasındaki veriler sisteme yüklenmiş olup, on beşer günlük olacak şekilde örnek alınan verilerle çalışılmıştır. Create Subset diyerek girmiş olduğumuz koordinatlardaki istenen veri ürününün e-posta ile gelmesi sağlanmıştır.

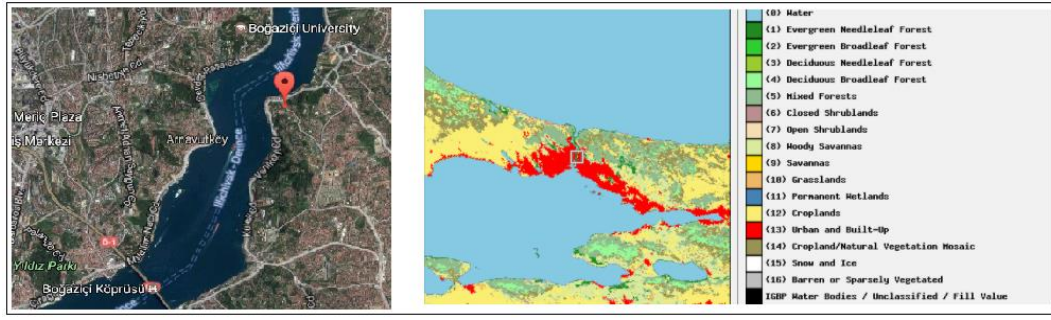


Şekil 2.9 Eposta ile Gelen MOD13Q1 Verileri

MODIS ORNL DAAC sitesinden talep etmiş olduğumuz veri setinin tamamlanması sonrasında belirtilmiş olan adrese mail alınmıştır. Şekil 2.9'da gösterilmiş olduğu gibi veri setinin indirilebilmesi için link yer almaktadır. Bu linki kullanarak veriler indirilip bu verilerle çalışılmıştır. Download Data bölümüne tıklanması durumunda verilerin CSV(Coma Separated Values) formatında bir dosya indirilmiştir. Dosya içerisinde yer alan veriler yanyana ondalık değerlerden oluşan NDVI bilgilerini içermektedir.

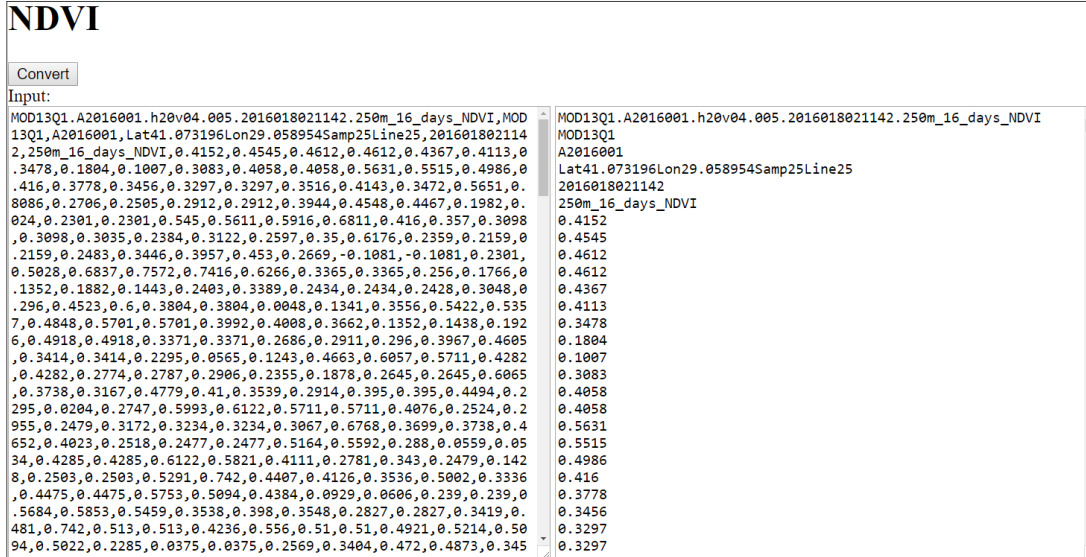
2.4 Verinin Düzenlenmesi

Veriler üzerinde excel programını kullanarak çalışılabilmesi için verilerin alt alta hizalanmıştır. Verilerin düzenlenmesi aşamasında Visual Studio ortamında C# dili ile geliştirmiş olduğum kodlar verilere uygulanmıştır. Verileri düzenleme kodlarına web sitesi içerisinde yer verilmiştir. NDVI değerlerini alt alta sıralayabilmek adına bir buton yerleştirilmiştir.



Şekil 2.10 NDVI Görünümü

NDVI verilerini alt alta sıralamak için NDVI butonuna tıklamamız ve yeni gelen sayfadaki Input alanına e-posta yoluyla bizlere gönderilen indirmiş olduğumuz csv uzantılı dosyayının içerisindeki verileri yapıştırmamızın ardından Convert butonuna tıklamamızın sonucunda verileri alt alta sıralanmıştır.



Şekil 2.11 Verilerin Düzenlenmiş Hali

Alt alta hazırlanmış olan veriler Excel ortamına aktarılıp üzerinde gerekli çalışmalar yapılmıştır.

Gerekli işlemlerin yapılabilmesi için Veriİşlemleri isiminde yazmış olduğum class içerisindeki metotlar kullanılarak verileri okumak, verileri alt alta sıralamak ve verileri yeni haliyle başka bir dosyaya yazmak hedeflenmiştir.


```

public class VeriIslemleri
{
    public static string[] DosyaOku(string dosyaYolu)
    {
        return File.ReadAllLines(dosyaYolu);
    }

    public static List<string> IslemYap(string dosyaIcerigi)
    {
        List<string> sonuclar = new List<string>();

        string[] satirlar = dosyaIcerigi.Split(new string[] {
Environment.NewLine }, StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries);
        foreach (string satir in satirlar)
        {
            sonuclar.AddRange(satir.Split(','));
        }
        return sonuclar;
    }

    public static void DosyaYaz(string dosyaYolu, IEnumerable<string>
sonuclar)
    {
        File.WriteAllLines(dosyaYolu, sonuclar);
    }
}

```

Şekil 2.12 Verileri Okuma ve Düzenleme Kodları

Convert buttonuna tıklanması durumunda IslemYap Metodu aracılığıyla verilerin virgüle kadar ayrılması ve alt alta sıralanması gerçekleştirilmiştir. Convert buttonuna ise aşağıdaki kodları yazmamız gerekir.

```

protected void btnConvert_Click(object sender, EventArgs e)
{
    string satirlar = txtInput.Text;
    List<string> degerler = VeriIslemleri.IslemYap(satirlar);
    txtOutput.Text = String.Join(Environment.NewLine,
degerler.ToArray());
}

```

Şekil 2.13 Verileri Düzenleme Kodları

Convert edilmiş verileri artık alt alta çıktı bölümünde görebiliriz. İndirilmiş olan verinin üzerinde gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra verinin yeni hali excel ortamına aktarılmıştır.

2.5 Veri Normalizasyonu

NDVI ölçümlerini yapan MODIS sistemi üzerindeki TERRA Uyduyu hava koşullarının kötü olması durumunda gerekli ölçümler gerçekleştirilemediği için bazı zamanlarda verinin ölçümü yapılamamıştır ve uydu tarafından ölçümlenemeyen bu değerler bizlere F değeri olarak iletilmiştir. Özellikle kış aylarında havanın bulutlu olması durumunda ölçümü yapan uydu dünyanın yüzeyini bulutlardan, sisten ya da diğer hava durumlarından dolayı görüntüleyemediğinden dolayı veriler F olarak kaydedilmiş ve dolayısıyla herhangi bir ölçüm yapılamamıştır. Bu eksik verilerin tamamlanması için IBM tarafından geliştirilmiş olan IBM SPSS Statistics Data Editor programı kullanılmıştır. SPSS Statistics Programı eksik verileri elde ederken o sütunda yer alan diğer verileri göz önünde bulundurarak bu işlemi yapmıştır. Eksik kalan zamanlardaki verileri tespit edip bu verilerin tek tek SPSS programına alınması ve bu eksik verilerin tamamlanması işlemi gerçekleştirilmiştir.

SPSS programına F değerleri içeren on beş günlük verileri aktarmamız durumunda Variable View alanında görünecektir. Aktarılmış olan veriler için toplam kaç basamak olması gerektiği ve virgülden sonraki basamak sayısı belirtilmiştir. Ölçümlenemeyen verilerin SPSS programı kullanarak tamamlanması için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Tez çalışmasında Transform başlığındaki Replace Missing Values başlığı altındaki Linear Interpolation yöntemi kullanılmıştır. Burada işlem yapılırken eksik değerden önceki son tam gözlem değeri ve eksik değerden sonraki ilk tam gözlem değeri kullanılarak eksik olan verilerin tamamlanması gerçekleştirilmiştir. Eğer serideki ilk gözlem ve son gözlem değeri eksik ise kayıp değeri yerleştirilmez. Ölçümlenemeyen değer sütununun ilk satırında ya da son satırında yer alması durumunda ortalama değeri kullanılarak ilk ve son satıra tanımlanmasının ardından diğer kolonların elde edilebilmesi için Linear Interpolation yöntemi kullanılmıştır. Böylece ölçümlenemeyen veriler SPSS programı aracılığıyla olması beklenen değerleriyle tamamlanmıştır.

3 ANALİZ

3.1 NDVI Analizi

SPSS Programı kullanılarak Linear Interpolation yöntemiyle tamamlanmış olduğumuz veriler excel programında yıl bazında ayrılmıştır. Onbeşer günlük her bir veri grubunun mean(ortalama) değerleri ile çalışılmıştır.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
30.9-16.10	0.42082288 0.41942672 0.41424672	1.1-17.1 0.342025 0.358855	1.1-17.1 0.272617 0.304002	1.1-17.1 0.315693 0.35096	1.1-17.1 0.316363 0.381299	1.1-17.1 0.2963 0.359207	1.1-17.1 0.325532 0.346278	1.1-17.1 0.312867 0.325653	1.1-17.1 0.311871 0.38181	1.1-17.1 0.385436 0.38181
16.10-1.11	0.38108064 0.38108064	17.1-2.2 0.395804 0.395804	17.1-2.2 0.29566 0.29566	17.1-2.2 0.308022 0.308022	17.1-2.2 0.381299 0.292567	17.1-2.2 0.359207 0.320414	17.1-2.2 0.346278 0.33613	17.1-2.2 0.325653 0.339879	17.1-2.2 0.38181 0.367247	17.1-2.2 0.38181 0.367247
1.11-17.11	0.320936 0.320936 0.3457088	2.2-18.2 0.307857 0.307857	2.2-18.2 0.308364 0.308364	2.2-18.2 0.348208 0.348208	2.2-18.2 0.371836 0.371836	2.2-18.2 0.445989 0.445989	2.2-18.2 0.33613 0.33613	2.2-18.2 0.339879 0.339879	2.2-18.2 0.367247 0.367247	2.2-18.2 0.367247 0.367247
17.11-3.12	0.3457088 0.3457088	18.2-6.3 0.363572 0.363572	18.2-6.3 0.3131988 0.3131988	18.2-6.3 0.34255 0.34255	18.2-6.3 0.371836 0.371836	18.2-6.3 0.445989 0.445989	18.2-6.3 0.33613 0.33613	18.2-6.3 0.339879 0.339879	18.2-6.3 0.367247 0.367247	18.2-6.3 0.367247 0.367247
3.12-15.12	0.37144432 0.37144432	6.3-22.3 0.372487 0.372487	6.3-22.3 0.348602 0.348602	6.3-22.3 0.363138 0.363138	6.3-22.3 0.370399 0.370399	6.3-22.3 0.419977 0.419977	6.3-22.3 0.332422 0.332422	6.3-22.3 0.342044 0.342044	6.3-22.3 0.367071 0.367071	6.3-22.3 0.362131 0.408102
15.12-1.1	0.33151648 0.33151648	22.3-7.4 0.426085 0.426085	22.3-7.4 0.43824 0.43824	22.3-7.4 0.392004 0.392004	22.3-7.4 0.370399 0.370399	22.3-7.4 0.419977 0.419977	22.3-7.4 0.332422 0.332422	22.3-7.4 0.342044 0.342044	22.3-7.4 0.367071 0.367071	22.3-7.4 0.408102 0.408102
1.1-17.1	0.09843344 0.09843344	7.4-23.4 0.386994 0.386994	7.4-23.4 0.493633 0.493633	7.4-23.4 0.388351 0.388351	7.4-23.4 0.42695 0.42695	7.4-23.4 0.402471 0.402471	7.4-23.4 0.44434 0.44434	7.4-23.4 0.392465 0.392465	7.4-23.4 0.401688 0.401688	7.4-23.4 0.503836 0.503836
17.1-2.2	0.05482736 0.05482736	23.4-9.5 0.471848 0.471848	23.4-9.5 0.493633 0.493633	23.4-9.5 0.434999 0.434999	23.4-9.5 0.443017 0.443017	23.4-9.5 0.402471 0.402471	23.4-9.5 0.44434 0.44434	23.4-9.5 0.392465 0.392465	23.4-9.5 0.401688 0.401688	23.4-9.5 0.503836 0.503836
2.2-18.2	0.30813856 0.30813856	9.5-25.5 0.475694 0.475694	9.5-25.5 0.455099 0.455099	9.5-25.5 0.434999 0.434999	9.5-25.5 0.443017 0.443017	9.5-25.5 0.402471 0.402471	9.5-25.5 0.44434 0.44434	9.5-25.5 0.392465 0.392465	9.5-25.5 0.401688 0.401688	9.5-25.5 0.503836 0.503836
18.2-6.3	0.31469904 0.31469904	25.5-10.6 0.471 0.471	25.5-10.6 0.436954 0.436954	25.5-10.6 0.445709 0.445709	25.5-10.6 0.476404 0.476404	25.5-10.6 0.452238 0.452238	25.5-10.6 0.466472 0.466472	25.5-10.6 0.459434 0.459434	25.5-10.6 0.433861 0.433861	25.5-10.6 0.450139 0.450139
6.3-22.3	0.31469904 0.31469904	10.6-26.6 0.445858 0.445858	10.6-26.6 0.42436 0.42436	10.6-26.6 0.438109 0.438109	10.6-26.6 0.476404 0.476404	10.6-26.6 0.452238 0.452238	10.6-26.6 0.466472 0.466472	10.6-26.6 0.459434 0.459434	10.6-26.6 0.433861 0.433861	10.6-26.6 0.450139 0.450139
22.3-7.4	0.36946176 0.36946176	26.6-12.7 0.432343 0.432343	26.6-12.7 0.413466 0.413466	26.6-12.7 0.402022 0.402022	26.6-12.7 0.514916 0.514916	26.6-12.7 0.464413 0.464413	26.6-12.7 0.452238 0.452238	26.6-12.7 0.466472 0.466472	26.6-12.7 0.459434 0.459434	26.6-12.7 0.442136 0.442136
7.4-23.4	0.3956672 0.3956672	12.7-28.7 0.397408 0.397408	12.7-28.7 0.412405 0.412405	12.7-28.7 0.410038 0.410038	12.7-28.7 0.49315 0.49315	12.7-28.7 0.441591 0.441591	12.7-28.7 0.452238 0.452238	12.7-28.7 0.466472 0.466472	12.7-28.7 0.459434 0.459434	12.7-28.7 0.442136 0.442136
23.4-9.5	0.4350504 0.4350504	28.7-13.8 0.397408 0.397408	28.7-13.8 0.412405 0.412405	28.7-13.8 0.410038 0.410038	28.7-13.8 0.49315 0.49315	28.7-13.8 0.441591 0.441591	28.7-13.8 0.452238 0.452238	28.7-13.8 0.466472 0.466472	28.7-13.8 0.459434 0.459434	28.7-13.8 0.442136 0.442136
9.5-25.5	0.4512936 0.4512936	13.8-29.8 0.36252 0.36252	13.8-29.8 0.392708 0.392708	13.8-29.8 0.401064 0.401064	13.8-29.8 0.42738 0.42738	13.8-29.8 0.448596 0.448596	13.8-29.8 0.452238 0.452238	13.8-29.8 0.466472 0.466472	13.8-29.8 0.459434 0.459434	13.8-29.8 0.442136 0.442136
25.5-10.6	0.44146272 0.44146272	29.8-14.9 0.374196 0.374196	29.8-14.9 0.407242 0.407242	29.8-14.9 0.410038 0.410038	29.8-14.9 0.428243 0.428243	29.8-14.9 0.448596 0.448596	29.8-14.9 0.452238 0.452238	29.8-14.9 0.466472 0.466472	29.8-14.9 0.459434 0.459434	29.8-14.9 0.442136 0.442136
10.6-26.6	0.45229504 0.45229504	14.9-30.9 0.386771 0.386771	14.9-30.9 0.413391 0.413391	14.9-30.9 0.42075 0.42075	14.9-30.9 0.41835 0.41835	14.9-30.9 0.417065 0.417065	14.9-30.9 0.416216 0.416216	14.9-30.9 0.38703 0.38703	14.9-30.9 0.404002 0.404002	14.9-30.9 0.404002 0.404002
26.6-12.7	0.43505632 0.43505632	30.9-16.10 0.389466 0.389466	30.9-16.10 0.439632 0.439632	30.9-16.10 0.431044 0.431044	30.9-16.10 0.423081 0.423081	30.9-16.10 0.391285 0.391285	30.9-16.10 0.392233 0.392233	30.9-16.10 0.393131 0.393131	30.9-16.10 0.424066 0.424066	30.9-16.10 0.424066 0.424066

Şekil 3.1 NDVI Veri Örneği



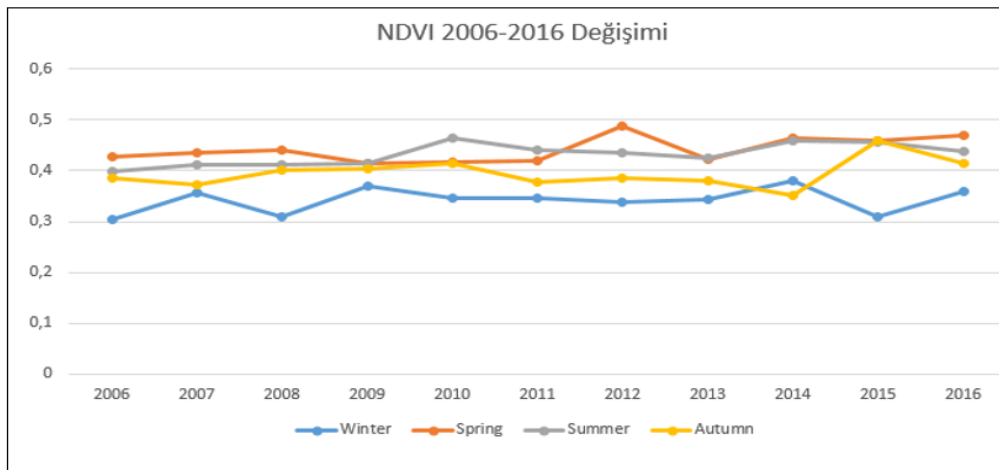
Şekil 3.2 Yıllara Göre NDVI Değer Grafiği

NDVI değerlerinden oluşan veri seti içerisinde yaklaşık on yıllık veri yer almaktadır. NDVI verilerinin mean değerleri elde edilmiştir ardından bunlar Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Veri setleri üzerinde farklı yöntemler uygulanmıştır. Veri grupları için

min, max, mod, mean ve medyan(ortanca) değerleri elde edilmiş ve en olası değer olarak ortalama değer kabul edilmiş olduğu için mean seçilmiştir. NDVI değerlerindeki değişimin şehirleşmenin de etkisiyle kırsallaşmaya yönelik olduğu görülmektedir.

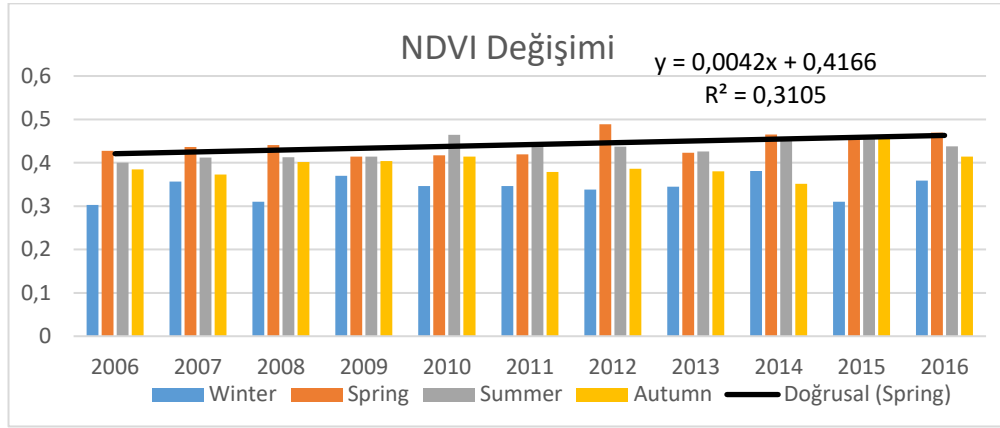
3.1.1 Zaman Serisi Analizleri

Zaman serileri düzenli zaman aralıklarında ölçümlenen değerlerden oluşmaktadır. Tez çalışmasında NDVI Zaman Serisi Analizi ile çalışılmıştır. MODIS sisteminden elde edilen ondalıklı değerlerin yıl ve mevsim kriterleri göz önünde bulundurularak değişim değerleri grafiksel olarak gösterilmiştir. Şekil 3.3'te 2006 ve 2016 yılları aralığında NDVI değerlerinin mevsimsel olarak değişimi grafiksel olarak çizdirilmiştir.

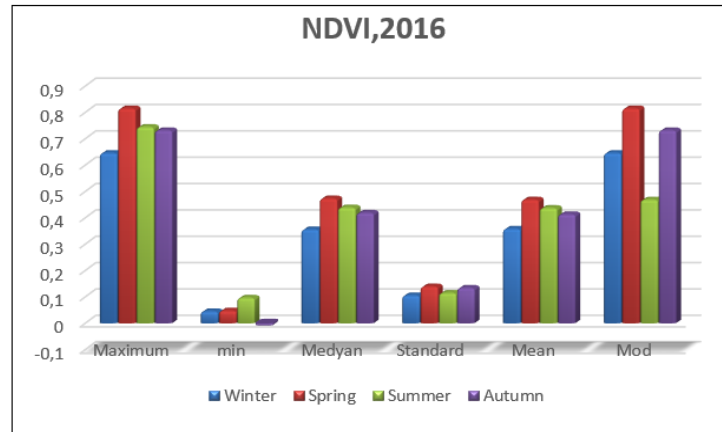


Şekil 3.3 Mevsimsel NDVI Değerleri

Şekil 3.4'te NDVI değişiminin ilkbahar mevsimi için eğilim çizgisine yer verilmiştir. Şekil 3.3'te çizilmiş olan grafik sütun grafiği olarak tekrar çizilmiştir. Mevsimsel bazlı olarak ilkbahar mevsimi için eğilim çizgisi eklenmiştir. Eğilim çizgisi denklemi $y=0,0042x + 0,4166$ şeklinde olup r^2 değeri de 0,3105 olarak hesaplanmıştır. R^2 değerinin karekökünün bulunup r değerinin hesaplanması sonucunda elde etmiş olduğumuz değer -1 ile 1 arasında yer alması gerekmektedir. Bu değere aynı zamanda Pearson Correlation değeri (ilişki katsayısı) denir. Pearson Correlation değeri 0,555 olarak hesaplanmıştır.

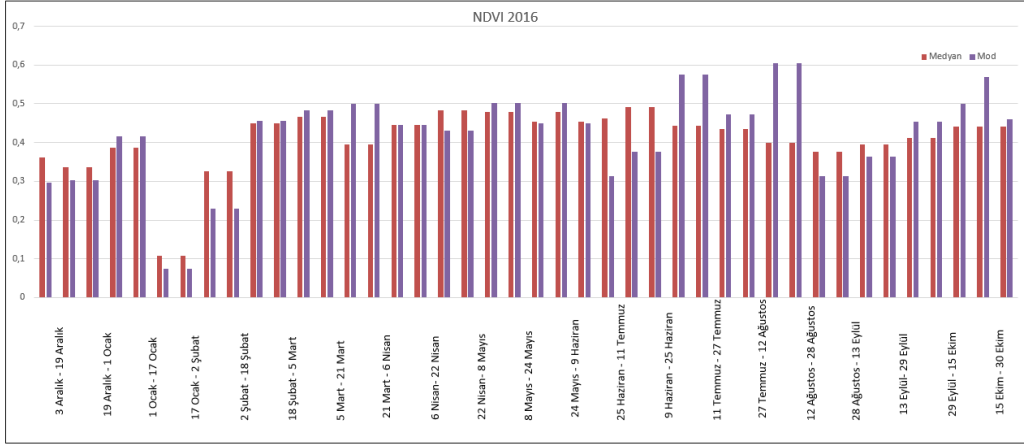


Şekil 3.4 Mevsimsel NDVI Değerleri ve İlkbahar Mevsimi İçin Eğilim Çizgisi



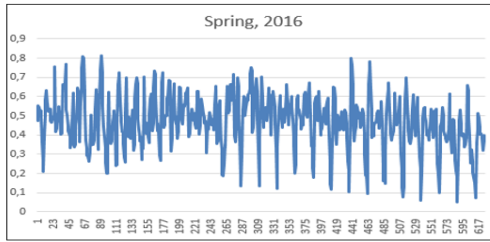
Şekil 3.5 2016 Yılı NDVI Değerleri

MODIS Sistemi kullanarak elde ettiğimiz verilerimiz üzerinde mod, mean, medyan ve standart sapma yöntemleri kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Şekil 3.5'te mevsimsel olarak mod, mean, medyan ve standart sapma değerleri gösterilmiştir.

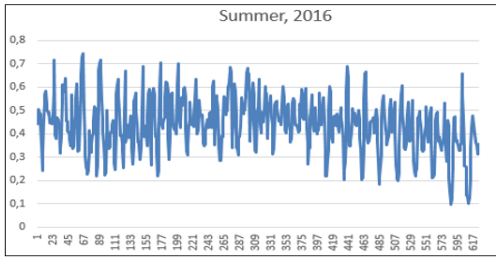


Şekil 3.6 2016 Yılı Mod, Medyan Değerlerinin Karşılaştırılması

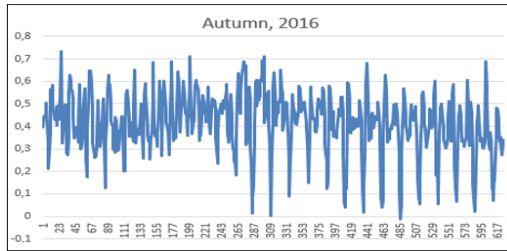
Şekil 3.6'daki gösterilmiş olduğu gibi farklı çalışmalarımızın sonucunda bu tez çalışmasında NDVI Verilerinin mean değerleri baz alınarak bitki örtüsü tahmini yapılmıştır.



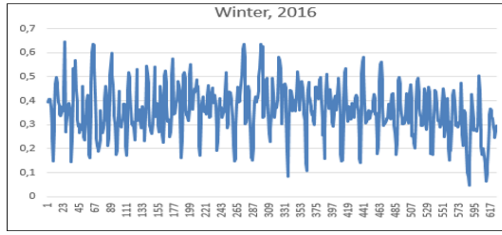
Şekil 3.5 Spring,2016 NDVI Değerleri



Şekil 3.6 Summer, 2016 NDVI Değerleri



Şekil 3.7 Autumn,2016 NDVI Değerleri



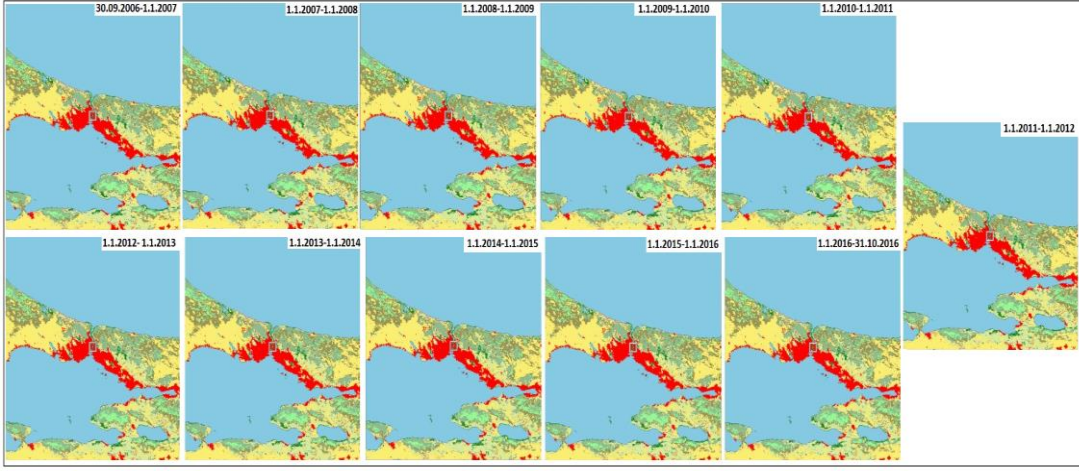
Şekil 3.8 Winter, 2016 NDVI Değerleri

NDVI değerlerini belirlemek için görünür bant (VIS, Band I; Ch1) ve yakın kızılötesi bandı (NIR, Band2; Ch2) kullanılır ve NDVI değerleri aşağıdaki gibi verilen standart formüle göre hesaplanır. $NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS) = (Ch2 - Ch1) / (Ch2 + Ch1)$ (Aslan ve arkadaşları, 2004)

Çizelge 3.1’de NDVI değerleri ve yüzey karakteristik bilgileri yer almıştır. NDVI değerine bakılması durumunda o alanın yüzey karakteristiği ile ilgili bilgi elde edilmiştir.

Çizelge 3.1 NDVI değerlerinin yüzey karakteristik bilgisi








NDVI	Surface Characteristics	Class No
0,01-0,05	Kentsel alan, yarı çöl	1
0,05-0,15	Kentleşmiş alan, kuru toprak, kil yüzeyi	2
0,15-0,25	Nemli toprak, geçiş bölgesi, çıplak toprak, daha az bitki örtüsü	3
0,25-0,35	Orman, açık ot	4
0,35-0,45	Orman, çiftlik arazileri	5
> 0,45	Yağmur ormanları, yüksek dağlık alan, ağır bitki örtüsü	6



Şekil 3.9 Kandilli Bölgesi için yıllık bitki örtüsü çeşitliliği

NDVI değerlerine göre bitki örtüsü çeşitliliği Şekil 3.9’da gösterilmiştir. 2006 yılından 2012 yılına kadar yıllık bitki örtüsü çeşitliliği hakkında bilgi verilmektedir.

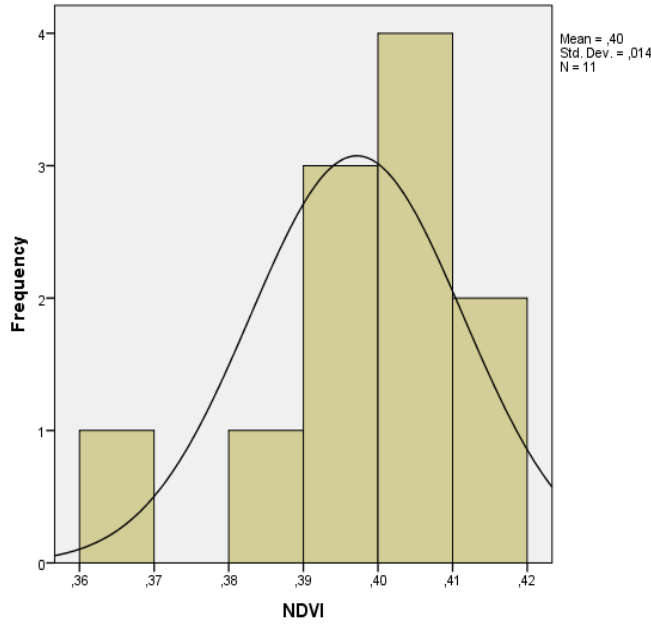
Çizelge 3.2 MODIS Haritası

Renk Kodu	Tür
	Water/ Su
	Evergreen Needleleaf Forest / İğne Yapraklı Yeşil Ormanlar
	Evergreen Broadleaf Forest / Geniş Yapraklı Yeşil Ormanlar
	Deciduous Needleleaf Forest / Yaprak Döken İğne Yapraklı Ormanlar
	Deciduous Broadleaf Forest / Yaprak Döken Geniş Yapraklı Ormanlar
	Mixed Forests / Karışık Ormanlar
	Closed Shrublands / Kapalı Fundalıklar

	Open Shrublands / Açık Fundalıklar
	Woody Savannas / Ormanlık Geniş Çayır
	Savannas / Geniş Çayır
	Grasslands / Otlaklar
	Permanent Wetlands / Sürekli Sulak Alanlar
	Croplands / Tarım Alanı
	Urban and Built-Up / Kentsel ve İnşaat Alanları
	Cropland-Natural Vegetation Mosaic / Tarım Alanı – Doğal Bitki Örtüsü Botanik
	Snow and Ice/ Kar ve Buz
	Barren or Sparsely Vegetated / Çorak veya Seyrek Bitkisel
	Water Bodies - Unclassified / Su Kütleleri- Sınıflandırılmamış Değerler

3.1.2 İstatistiksel Analiz

Veri setleri histogram grafiğiyle de gösterilmiştir. Histogram, gruplandırılmış bir veri dağılımının sütun grafiğiyle gösterimidir. Gruplandırılmış verilerin grafiğinin dikdörtgen sütunlar halinde gösterilmesidir. SPSS programı kullanılarak verilerin istatistiksel grafiği histogramı çizdirilmiştir. Öncelikle her bir yılın NDVI ortalamaları SPSS ortamına aktarılmıştır ardından bu veriler üzerinden Graphs Legacy Dialogs Histogram yapısı başlıkları kullanılarak Histogram yapısı çizdirilmiştir.



Şekil 3.10 NDVI Histogram Grafiği

3.2 ANFIS Analizi

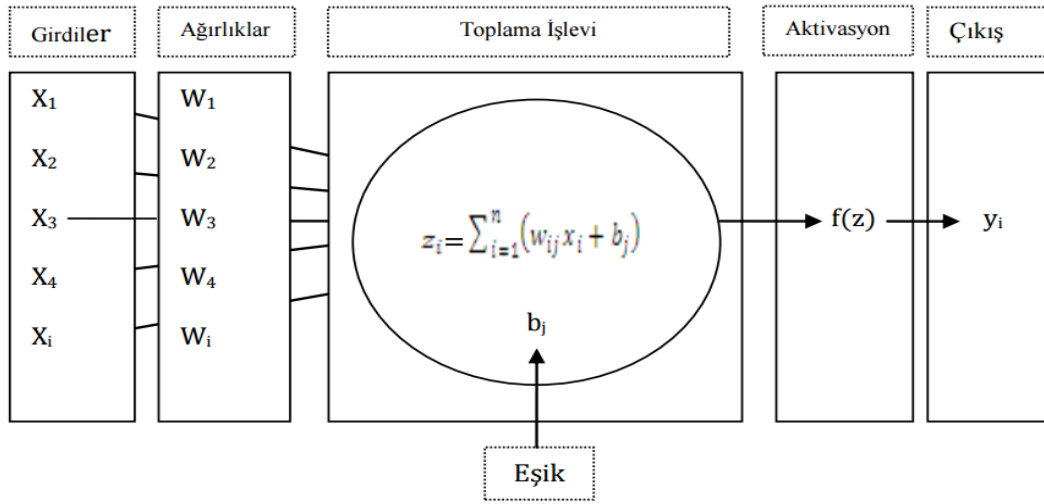
3.2.1 Yapay Sinir Ağlarının Tarihçesi

Yapay sinir ağları ile ilgili araştırmalar 20 yy'ın ilk yarısında başlamış olup günümüzde hala devam etmektedir. İlk yapay sinir ağı modeli 1943 yılında Warren McCulloch ile bir matematikçi olan Walter Pitts tarafından gerçekleştirilmiştir. McCulloch ve Pitts, insan beyninin hesaplama yeteneğinden esinlenerek, elektrik devreleriyle basit bir sinir ağı modellemiştir. İlk yapay sinir ağı modeli 1943 yılında, bir sinir hekimi olan Warren McCulloch ile bir matematikçi olan Walter Pitts tarafından gerçekleştirilmiştir. McCulloch ve Pitts, insan beyninin hesaplama yeteneğinden esinlenerek, elektrik devresiyle basit bir sinir ağı modellemiştir. 1948 yılında Wiener "Cybernetics" isimli kitabında sinirlerin çalışması ve davranış özelliklerine değinmiştir. 1949' da ise Hebb "Organization of Behavior" isimli kitabında, öğrenme ile ilgili temel teoriyi ele almıştır (Elmas, 2003: 27).

3.2.2 Yapay Sinir Ağları Nedir

Yapay sinir ağları(YSA), insan beyni göz önüne alınarak geliştirilmiş yazılımsal teknolojidir. Yapay sinir ağları insan beyni gibi öğrenme ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme yeteneklerini de kendi içerisinde

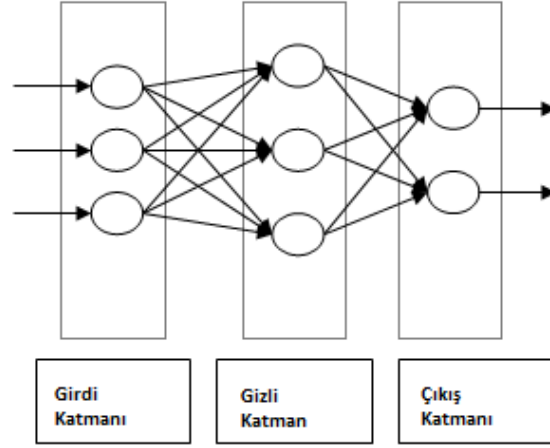
barındırır. Yapay sinir ağırları kullanılarak oluşturulan yazılım sistemlerine insan gibi düşünme, karar verme, karşılaştırma, analiz etme gibi birçok fonksiyonun kazandırmak hedefidir. YSA sistemlerinde de biyolojik sinir hücrelerinde olduğu gibi nöronlar yani sinir hücreleri bulunmaktadır. Bu nöronların birbirlerine bağlanması sonucunda ağırlar oluşur ki bu ağırlar sistemin öğrenmesi, hafızaya alması ya da veriler arasında birer ilişki çıkarmasını sağlamaktadır. YSA sistemlerindeki bu ağırlar aracılığı ile yazılımsal sistemin insan gibi düşünebilmesi ve problem durumunda hata üretebilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 3.11 Yapay Sinir Hücresi

Yapay sinir hücresinin yapısı Şekil 3.11’de gösterilmiştir. Yapay sinir hücresi yapısındaki x_i sembolüyle gösterilen değerler girdileri temsil etmektedir. Her bir girdi w_{ij} değeri ile çarpılır ve eşik değeri ile toplanır sonucu oluşturmak için sistemdeki aktivasyon fonksiyonu ile işlem yapıp y_i çıkışı elde edilir.

Biyolojik sistemlerde öğrenme, sinir hücrelerinin arasında bulunan bağlantının oluşması ile olur. İnsanlar hep bir öğrenme süreci içindeyken beyinde hep bir gelişme içerisindedir. YSA yapılarında da aynı sistemin oluşturulması ilgili yazılım sistemi için öğrenme, eğitime gibi uygulamalar yapılmıştır. Girdi çıktı verilerinin sisteme tanıtılması sonucunda öğrenme yapısı gerçekleşmektedir. Eğitime algoritması olarak kullanılan sinir hücrelerinin ağırlıkları birbirinden farklı olabilmektedir ve bu değere yakınsama sağlanana kadar eğitim tekrar tekrar devam edecektir. Sinir hücrelerinin ağırlıklarına yakınsama işlemi gerçekleştikçe yazılım sisteminin öğrenme ve eğitime işlemleri gerçekleşmiş olacaktır.



Şekil 3.12 Yapay Sinir Ağı Yapısı

Yapay sinir ağlarının yapısı üç katmandan oluşmaktadır. Şekil 3.12’de girdi katmanı, gizli katman ve çıkış katmanı gösterilmiştir. Girdi katmanı, yapay sinir ağına dış dünyadan gelen değerlerin bulunduğu katman olup veriler üzerinde herhangi bir işlem yapılmadan bir sonraki katmana iletilmiştir. Gizli katman, girdi katmanından gelen verilerin ulaştığı katmandır. Yapay sinir ağlarının çeşitlerine göre gizli katman değişiklik göstermektedir. Yapay sinir ağlarının bazılarında gizli katman bulunmazken bazı yapay sinir ağlarında ise birden fazla gizli katman bulunmaktadır. Gizli katmandaki nöron sayısı yine yapay sinir ağının çeşidine göre belirlenmektedir. Çıkış katmanı, gizli katmandan gelen veriler işlenerek ağın girdi katmanından gelen veriye uygun bir çıktı üretimi sağlanmaktadır. Bu katmanda çıkan veriler direkt olarak dış dünyaya gönderilmektedir. Yapay sinir ağlarının bazılarında çıkış katmanında üretilen çıktı kullanılıp yeni ağırlık değeri hesaplanmaktadır.

3.2.3 Bulanık Mantık

Bulanık mantık belirsiz bir dünyanın gri, sağduyulu resimlerini üretmeleri için bilgisayarlara yardımcı olan makine zekâsı biçimidir (Alcı, 2002).

Bulanık mantık genel olarak, insan düşüncesine eşit veya benzer işlemlerin gerçekleşmesini sağlamakla birlikte, gerçek dünyada sık sık karşılaşılan belirsiz ve kesin olmayan verilerin modellenmesinde yardımcı olmaktadır (Nabiyev, 2012).

Klasik olan kümelerde bir öğeden diğerine geçiş keskin ve aniden değişen üyelik dereceleri sayesinde olmaktadır. Ancak bulanık kümelerde bu geçiş yumuşak ve

sürekli bir şekilde olmaktadır. Bu geçişte bulanıklık, belirsizlik, hayal gücü, sezgi gibi görüşler rol oynar. Aslında üyelik derecesi fonksiyonu bu tür görüşlerin karışık bir şekilde öğelere yayılmasını temsil eder. Buradan ortaya çıkan önemli noktalardan biri klasik kümelerde bir öğenin kümeye ait olması için üyelik derecesinin mutlaka 1'e eşit olması gerekirken, bulanık kümede nerede ise bütün öğelerin değişik derecelerle kümeye ait olmaları mümkündür (Esendal, 2007).

Aristo mantığı 0 ve 1'lerden oluşan mantığın adı ikili mantık olup bu sisteme göre bir eleman ya o kümeye aittir ya da değildir. Bulanık mantık sistemlerine göre ise her bir eleman 0 ile 1 arasında bir üyelik derecesi almaktadır.

Bulanık mantık kavramı ilk kez 1965 yılında Azerbaycan kökenli âlim Kaliforniya Üniversitesinden Prof. Dr. Lütfü A.Zade yapmıştır (Nabiyev, 2012).

Gerçek dünyaya daha yakın olduğundan, bulanık mantık doğrusal olmayan denetim için alternatif bir yaklaşım olarak kullanılabilir. Sistemlerin doğrusal olmayan karakteristikleri kurallar, üyelik fonksiyonları ve sonuca varma işlemi ile temsil edilir. Bulanık mantık yaklaşımının kullanılmasıyla sistem performansı artar, uygulama basitleşir ve mali giderler azalır. Gerçek sisteme daha yakın olan, daha doğal bir kural tabanı kullanılarak doğrusal olmayan denetim alışılmış yöntemlere göre daha iyi biçimde gerçekleştirilebilir. Bu durumda sistem performansı mükemmel bir şekilde iyileştirilip daha etkili ve duyarlı bir denetim elde edilebilir (Altaş,1999).

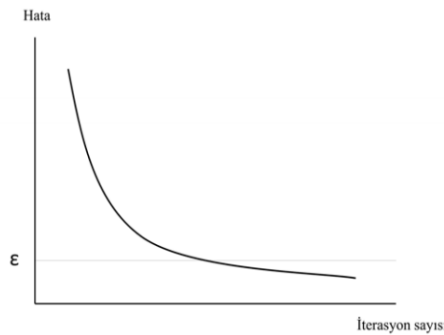
4 ANFIS

ANFIS yalnızca görev tahmini ya da tek çıktılı doğrusal olmayan fonksiyonların tahmininde kullanılabilir (Giovanis, 2012).

MATLAB yazılımı içerisindeki ANFIS editör ile Bulanık mantık modeli uygulanabilmektedir. ANFIS yönteminin uygulanabilmesi için girdi ve çıktılarının bulunması gerekir. Seçilen üyelik fonksiyonuna göre melez öğrenme algoritması kullanılarak eğitilmektedir (Yücel ve Arkadaşları, 2010).

ANFIS, bulanık mantık ve sinir ağı yapısının birlikte kullanıldığı bir sistemdir. Takagi ve Sugeno bulanık çıkarım sistemine dayalı bir tür yapay sinir ağı yöntemi olup Jang tarafından 1990'ların başlarında geliştirilmiş olan doğrusal olmayan fonksiyonların modellenmesinde ve zaman serilerinin tahmininde kullanılmıştır (Wikipedia, 2016).

ANFIS'te hem sinir ağlarından hem de bulanık mantık sistemlerinden oluşan bir yöntem olduğu için çalışma mantığında her ikisinden de faydalanmaktadır. Şekil 4.1'de gösterilmiş olduğu gibi belirli bir iterasyondan sonra hatanın daha fazla azalmadığı görülmektedir. Bu ağın öğrenmesinin durduğu ve daha iyi bir sonuç bulamayacağı anlamına gelir (Öztemel, 2012).

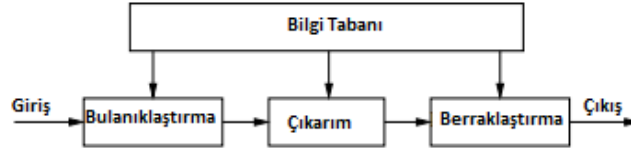


Şekil 4.1 Örnek Bir Öğrenme Eğrisi

Belirli bir iterasyondan sonra hatanın daha fazla azalmadığı görülmektedir. Bu ağın öğrenmesinin durduğu ve daha iyi bir sonuç bulamayacağı anlamına gelir (Öztemel, 2012).

4.1 ANFIS Yapısı

Bulanık çıkarım sistemlerinde yer alan eğer-ise kurallarını barındıran ve giriş çıkış bilgi çiftlerini barındıran bir yapıya sahip olup sistemin eğitilmesi kısmında ise yapay sinir ağı öğrenme algoritmalarını kullanan bir sistemdir.



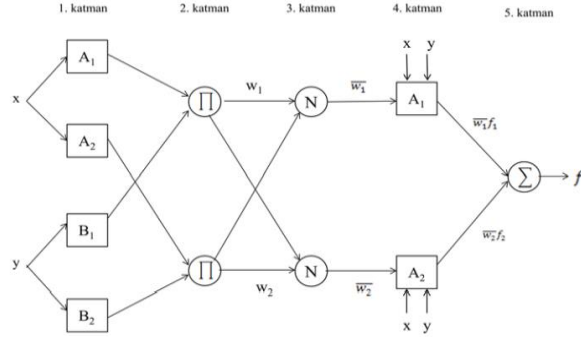
Şekil 4.2 ANFIS Çalışma Mantığı

Bulanıklaştırma işlemi bulanık mantık ile modellemenin ilk adımıdır. Bu adımda modelin girdi ve çıktı değerleri daha önceden belirtilen üyelik fonksiyonundan biri ile $[0,1]$ aralığında üyelik derecesini belirten bir değere çevrilerek bulanıklaştırılır. Kural tabanının oluşturulması, değerlendirilmesi ve toplanması adımlarının başlangıcını bulanık kural tanımlama aşaması oluşturur. Bu aşamada EĞER-İSE ifadeleri ile kavramsal terimler birbiri ile ilişkilendirilir. Birden çok girdi söz konusu ise VE-VEYA işlemcileri ile bu girdiler birbirine bağlanır. (Doğan, 2016)

ANFIS bulanık düşünce sistemi adımları:

1. Girdi karakteristiğini girdi üye fonksiyonlarıyla eşlemektedir.
2. Girdi üye fonksiyonlarını bilgi tabanındaki (veri tabanı+kural tabanı) kurallara göre eşlemektedir.
- 3.Çıktı üye fonksiyonları tek bir çıktı değere ya da çıktı ile ilişkili bir karara göre eşlemektedir.

ANFIS metodunun temelinde bulanık çıkarım sistemlerinden olan Takagi-Sugeno Kang bulanık çıkarım sistemi vardır.



Şekil 4.3 ANFIS Modeli

ANFIS yapısı şekil 4.3’de gösterilmiştir (Jang, 1993).

ANFIS modelinin birinci katmanında yer alan A_i ve B_i değerleri sözel değişkenleri ifade etmek için kullanılır. A_i ve B_i değerleri bir üyelik fonksiyonu vasıtasıyla, üyelik derecelerini alarak katmandan çıkarlar. 2. katmanda ise girdiler çarpılarak bir düğümden çıkarlar. Üçüncü katmanda ateşleme gücü değerleri toplam ateşleme gücü değerlerine oranlanarak normalize edilir. Dördüncü katmandan sonra, Takagi Sugeno-Kang modeli işletilir. Takagi-Sugeno-Kang (TSK) Çıkarım Yöntemi’nde çıkış değişkeni sabit bir sayı ya da değişkene bağlı polinom fonksiyon olarak tanımlanmaktadır (Şen, 2004).

TSK Modelinde çıkış değeri ortalama ağırlık modeli ile hesaplanır (Babuska,2001).

$$x_0 = \frac{\sum \alpha_i \cdot x_i}{\sum \alpha_i}$$

Şekil 4.4 ANFIS Modeli

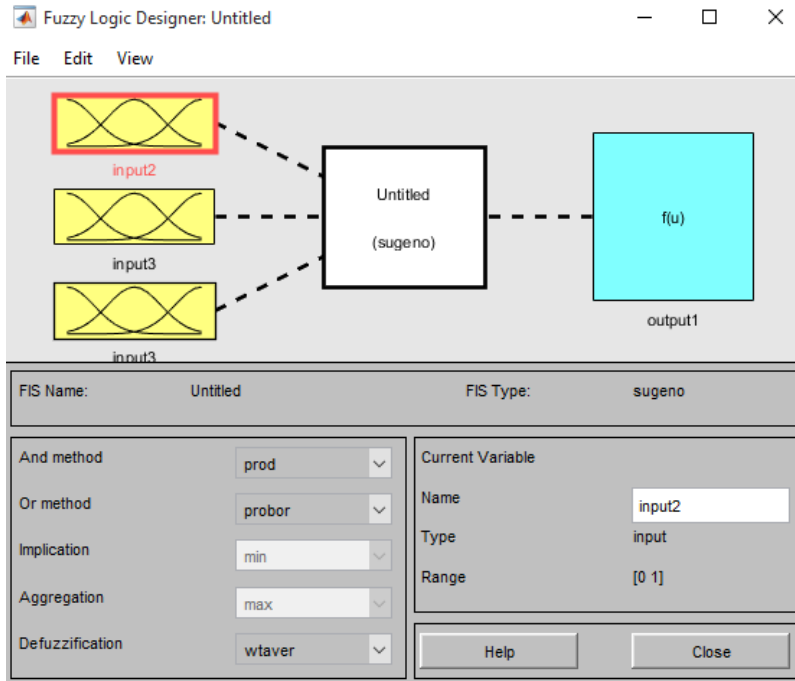
TSK yöntemi çıktı değerleri berrak değerlerdir. Bu yöntem kullanılarak yapılan çıkarımlarda tekrar berraklaştırma işlemine gerek yoktur. Şekil 4.4’te gösterildiği gibi ANFIS ortalama ağırlık modeli hesaplanmaktadır.

4.2 Veri Setinin Uygulanması

MODIS sistemi kullanarak elde etmiş olduğumuz NDVI verileri kullanılmıştır. NDVI değerleri için zaman serisiyle çalışılmıştır. Zaman serisi (time series), ilgilenilen bir büyüklüğün zaman içerisinde sıralanmış ölçümlerinin bir kümesini ifade etmektedir. Zaman serisi ile analizin yapılma amacı ise, gözlem kümesince temsil edilen gerçeğin

anlaşılması ve zaman serisindeki değişkenlerin gelecekteki değerlerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi hedeflenmiştir. Karar verme işlemlerinde ilk başlarda yazılım kodları geliştirme yöntemi olarak kullanılmıştır.(Güneş,2009) Karar verme işlemini MODIS'ten üretilen değerler kullanılarak ANFIS gerçekleştirilecektir. yazılım probleminin çözümü için hazırlanan karar tablosunun koda çevrilmesiydi (Güneş, 2009).

MODIS Uyduyu kullanarak elde edilmiş olan NDVI değerleri C# kodları uygulanarak bir düzene getirilmiş olup bu veri setleri excel ortamına alınıp mean değerleri ile çalışılmıştır. Veri setleri öncelikle SQL Management Studio kullanılarak veritabanına alınmıştır. Zaman serimiz 510 adet NDVI değerinden oluşmaktadır. ANFIS modelinin veri setleri üzerine uygulanabilmesi için MATLAB programı kullanılmıştır. ANFIS tarafındaki yapay sinir ağı modeli 3 input 1 output olacak şekilde oluşturulmuştur.



Şekil 4.5 ANFIS Yapay Sinir Ağı Modeli

Şekil 4.5'te MATLAB üzerinde ANFIS modeli kullanılarak yapay sinir ağı tanımlaması yapılmıştır. Modelde de görüldüğü üzere sistem 3 input 1 output üretecek şekilde tasarlanmıştır. Zaman serileri ile çalışıldığı için veriler 3 input 1 output olacak şekilde 4 gruba ayrılmıştır. Veri setleri üzerinde gruplandırma yaparken ilk üç verinin dördüncü olanı tahmin etmesi hedeflenmiştir. Her yeni veri kendinden önceki üç

verinin tahmini ile karşılaştırılmıştır. 510 verinin üzerinde gruptama yaparken C# kodları kullanılmıştır. Tek kolondan oluşan bir sistem olup 3 input 1 output yapısını oluşturabilmek için veriler dörderli olacak şekilde gruplanmıştır.

Bu işlem yapılırken gruplandırılmış verinin ilk satırı veri1, veri2, veri3, veri4 iken ikinci satırı veri2, veri3, veri4, veri5 şeklindedir. Verilerin bu şekilde kaydırmalı olarak gruplandırılmıştır. Kendinden önceki üç değer yeni değer tahmini için kullanılmıştır. Şekil 4.6'da gösterildiği gibi verilerin hepsi bu şekilde gruplandırılmıştır.

input1	input2	input3	output1
veri1	veri2	veri3	veri4
veri2	veri3	veri4	veri5

Şekil 4.6 Verilerin Gruplanma Gösterimi

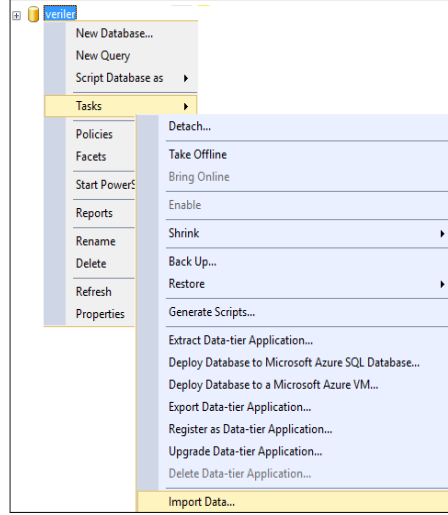
Verilerin yönetiminin daha kolay olabilmesi için öncelikle excel içerisinde bulunan veri seti SQL ortamına alınmıştır.

1	0,4208229
2	0,4134267
3	0,4134267
4	0,3810806
5	0,3810806
6	0,320936
7	0,320936
8	0,3457088
9	0,3457088
10	0,3714443
11	0,3714443
12	0,3315165
13	0,3315165
14	0,0984334
15	0,0984334
16	0,0548274
17	0,0548274
18	0,3081386
19	0,3081386
20	0,314695

Şekil 4.7 NDVI Değerleri Veri Seti Örneği

Şekil 4.7'de verilerimizin bir örneği gösterilmiştir. Veriler toplam 510 satırdan oluşmaktadır. Veriler SQL ortamına aktarılırken import edilmiştir.

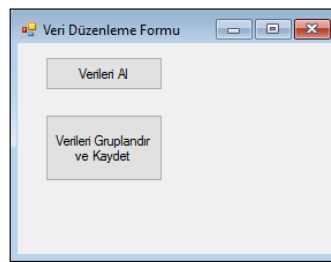
Verileri SQL'e import etmeden önce verileri tutacak veritabanını oluşturalım ve bu veritabanına sağ tıklayıp Tasks başlığından Import Data seçeneği tıklanıp veriler SQL ortamına alınmıştır.



Şekil 4.8 Verilerin SQL'e Alınması

Şekil 4.8'de gösterildiği gibi veriler import edilmiştir. Verilerin taşınması sırasında verinin kaynağının excel olduğu taşımak istediğimiz alanın ise SQL Client olduğu belirtilmiştir. Bu işlemlerin sonrasında verimiz SQL içerisindeki tabloya alınmış olacaktır.

Verilerin Şekil 4.9'da gösterildiği gibi gruplanabilmesi için Visual Studio ortamında C# kodlarıyla geliştirilmiş olduğum program kullanılmıştır.



Şekil 4.9 Verileri Gruplama Arayüzü

Windows Form projesi içerisindeki Verileri Al butonuna tıklanması durumunda ADO.Net teknolojisi aracılığıyla SQL içerisindeki ilgili tablodan veriler getirilmiştir. Gelen veriler List yapısı içerisinde tutulmuş ve List içerisindeki değerler Verileri Gruplandır ve Kaydet butonuna tıklanması sonrasında C sürücüsünün altındaki bir dosyaya uzantısı csv olacak şekilde kaydedilmiştir.

```

SqlConnection con=new SqlConnection("Data Source =ABSTNNESEND\\SQLEXPRESS; Initial Catalog = Veriler;Integrated Security=true");
SqlCommand komut = new SqlCommand("select * from veri", con);
con.Open();
SqlDataReader dr= komut.ExecuteReader();
veriler= new List<string>();
while(dr.Read())
{
    veriler.Add(dr["NDVI"].ToString());
}

MessageBox.Show("veriler alındı.");
con.Close();

```

Şekil 4.10 Verileri Al Button Kodları

Şekil 4.10'daki kodlar SQL ortamına bağlanmaya ve ilgili veritabanının altındaki tablodan kodları almak için kullanılmıştır. Bağlanma işleminde ADO.Net teknolojisi kullanılmıştır. SqlConnection classının kullanılabilmesi için System.Data.SqlClient namespace yapısı projeye dahil edilip ilgili class new anahtar sözcüğü kullanılarak örneklenmiştir. SQL ile bağlantı kurmamız sağlayan yapı üzerinden istediğimiz sql cümlesi yazılarak verilerin getirilme işlemi başlatılmıştır. Verilerin hepsinin getirilmesi ve List yapısına doldurulabilmesi için select sorgusu yazılmıştır. Tanımlanmış olduğumuz SqlConnection nesnesinin açılmasının ardından ilgili sql sorgusu çalıştırılıp sonuçların tutulabilmesi için aynı türden bir SqlDataReader tanımlanmıştır. Veri okuyucu olarak da adlandırılan bu yapı veritabanından gelen verileri üzerinden tutmaktadır. Bu verilere tekrar ulaşabilmek için verilerin hepsi SqlDataReader türünden tanımlanmış olan bir değişken içerisine alınmıştır. Döngü yapısı ile veriler üzerinden dönülüp her bir eleman List türünden tanımlanmış olan yapının içerisine doldurulmuştur. Eğer exception(hata) almadan işlem tamamlanırsa messagebox ile ekrana veriler alındı bilgisi yazdırılmıştır.

```

List<string> data = new List<string>();

for (int i = 0; i < veriler.Count-3; i++)
{
    data.Add(veriler[i] + ";" + veriler[i + 1] + ";" + veriler[i + 2] + ";" + veriler[i + 3]);
}

File.WriteAllLines("C:\\dene\\Not.csv", data);

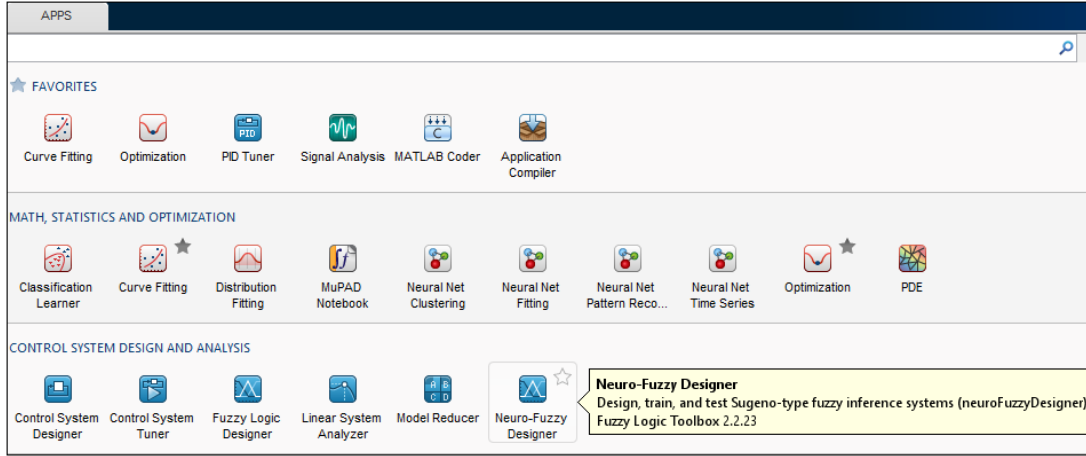
```

Şekil 4.11 Verileri Gruplandırma ve Kaydetme Kodları

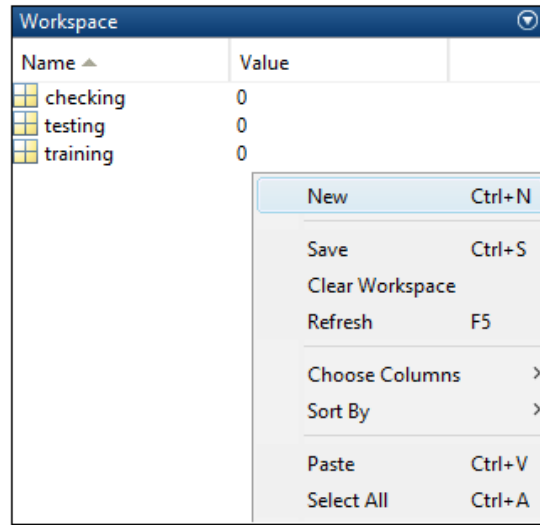
Şekil 4.11'deki kodlar aracılığıyla da veriler C sürücüsünde bulunan bir klasöre csv uzantısıyla kaydedilmiştir.

4.3 ANFIS MF Türlerinin Uygulanması ve Karşılaştırılması

Gruplanan veriler toplamda 507 satırdan oluşmaktadır. Verilerin MATLAB ortamına alınması ve bu veriler ile ANFIS yapay sinir ağı modeli kullanılarak sistemin eğitimi, öğrenmesi ve tahmin yapması sağlanmıştır. 507 satır verinin 250 tanesi training, 150 tanesi testing ve 107 tanesi de checking amaçlı kullanılmıştır.



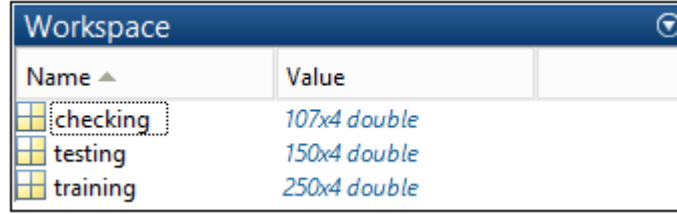
Şekil 4.12 MATLAB Neuro-Fuzzy-Designer Modeli



Şekil 4.13 MATLAB Workspace Alanından Değişken Tanımlama

Şekil 4.12’de görüldüğü gibi ANFIS için Neuro Fuzzy Designer Modeli kullanılmıştır. Verilerin model içerisinden çağırılması gerekmektedir. Bunun için MATLAB Workspace alanını kullanarak Şekil 4.13’deki gibi 3 farklı değişken tanımlanması gerekmektedir. Değişken oluşturmak için sağ tıklayıp new dememiz durumunda değişken tanımlanacaktır. Değişkenlerin adları training, testing ve checking olarak

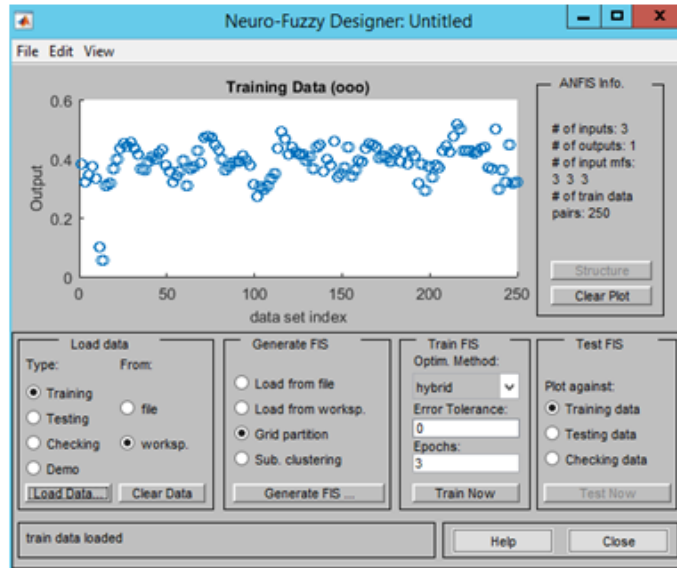
tanımlanmış olup verilerimiz ilgili değişkenlere atanmıştır. Verilerin atanması için ilgili değişkene çift tıklanıp içerisine değerler aktarılmıştır.



Name	Value
checking	107x4 double
testing	150x4 double
training	250x4 double

Şekil 4.14 MATLAB Değişkenine Değer Atama

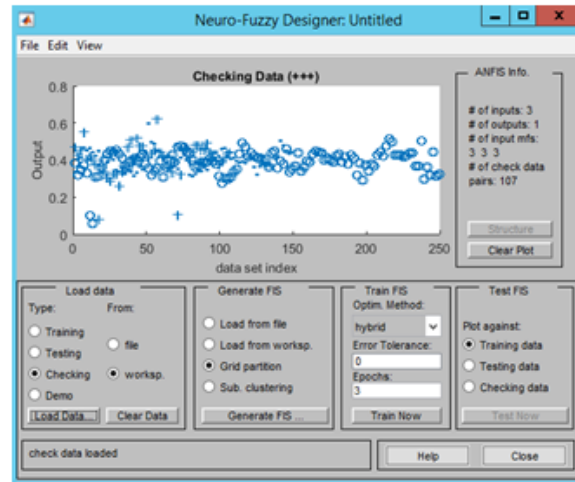
Şekil 4.14'te gösterildiği gibi ilgili değişkene veri grubunu atamak için yapmamız gereken workspace alanından değişkeni seçmemiz sonrasında ise veri gurubunu kopyalayıp yapıştırmamız durumunda veri değerleri o değişkene atanmış olacaktır. Verilerin az olması durumunda training ve testing için aynı veri grupları kullanılabilir. Sistemin öğrenmesi ve eğitilmesi için farklı veri gruplarıyla çalışılmıştır. Model üzerinden veri training, testing ve checking değerleri Şekil 4.15'te görüldüğü gibi yüklenmiştir.



Şekil 4.15 ANFIS Modeline Training Dataların Yüklenmesi



Şekil 4.16 ANFIS Modeline Testing Dataların Yüklenmesi



Şekil 4.17 ANFIS Modeline Checking Dataların Yüklenmesi

Training verisini yüklemek için worksp. alanı seçilmektedir ve type olarak training işaretlenir sonrasında Load Data alanına tıklayıp MATLAB ortamında tanımlanmış olduğumuz training değişkenini bu kısımda belirtmemiz gerekmektedir. Training veri grubunun yüklenmesinin sonucunda Şekil 4.12'deki gibi veriler gösterilmiştir. Veriler 3 giriş 1 çıkış olacak şekilde sisteme tanımlanmıştır.

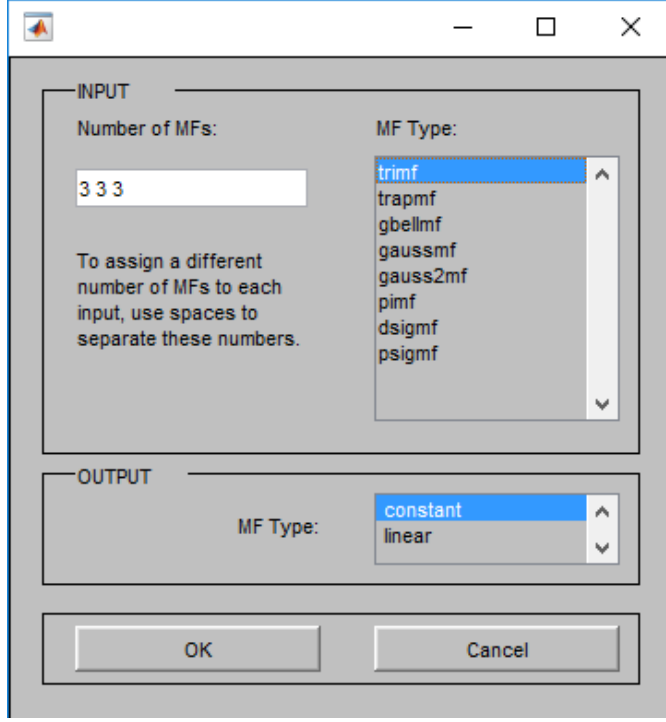
Şekil 4.15, 4.16 ve 4.17'de gösterildiği gibi veri setleri parçalanıp sonrasında MATLAB ortamında oluşturulmuş olan neuro-fuzzy-designer seçeneklerinden birisi olan ANFIS yapısında tanımlanmıştır. Veri sayısının yetersiz olduğu durumlarda

training ve testing verisi aynı yüklenebilmektedir. Testing veri seti sistemin ezberlemesini önlemek için kullanılmıştır.

Epoch, eğitim devir sayısı olarak tanımlanmıştır. MATLAB yapısında eğitimin kaç seferde gerçekleşeceğini belirtildiği kısımdır. Tez çalışmasında epoch eğitim sayısı belirlemede eğitim esnasındaki verilerin durumu göz önüne alınmıştır. Belirli bir eğitim sayısından sonra değerlerin aynı hızda kaldığı görülmüş ve epoch sayısı belirlemede yardımcı olmuştur. Üyelik fonksiyonunun çeşitlerinin hepsi kullanılmış olup çıktı değerleri ile sistemin ürettiği değerlerin en uygun olduğu hata toleransı en az olan sistem seçilmiştir.

Veri gruplarının her birisi neuro-fuzzy designer modelimize entegre edilmektedir. Yapay sinir hücreleri öğrenme ve uygulama olmak üzere iki farklı işlemi gerçekleştirmektedir. Yapay sinir hücreleri mevcut geçmiş verilerde tanımlanmış olan girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkiyi öğrenebilmesi için eğitim gerçekleştirilmektedir. Buradaki eğitim türünü belirtmemiz gerekmektedir. ANFIS yapay sinir ağı modelinde farklı eğitim türleri bulunmaktadır. Yapay öğrenme örnek veriler ya da geçmiş deneyimler kullanılarak başarımları artırılmaktadır. Buradaki öğrenme olayı MF türü üyelik fonksiyonunun çeşidine göre farklılık göstermektedir.

Her bir input değeri için farklı sayıda MF (membership function) değeri atanabilmektedir ve bu değerler ifade edilirken sayıların arasında boşluk kullanılmaktadır. ANFIS modelimiz üzerinde MF türünü belirlemek için generate FIS başlığını kullanmamız gerekecektir. Modele ait faktörleri belirlenmesi gerekir ki bu aşamada kullanılacak üyelik fonksiyonu tipi, bulanık çıkarım derecesi, optimizasyon metodu, hata tolerans, eğitim çevrim sayılarının belirlenmesi gerekecektir. Kullanılacak üyelik fonksiyonu seçilirken her bir üyelik fonksiyonu teker teker denenip sonuçları karşılaştırılıp en uygun olanı seçilmiştir.

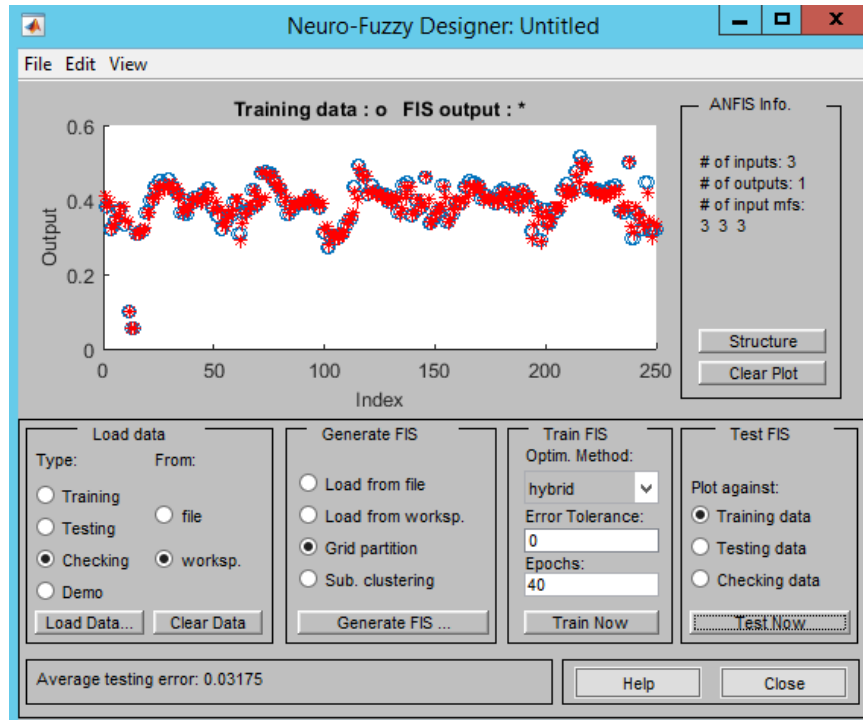


Şekil 4.18 ANFIS Üyelik Fonksiyon Çeşitleri

Çizelge 4.1 Hybrid Metodu İçin Üyelik Fonksiyonları ve Hata Değerleri

Üyelik Fonksiyonu	MATLAB Kodu	Hata Toleransı
Üçgen Üyelik Fonksiyonu	trimf	0.03268
Yamuk Üyelik Fonksiyonu	trapmf	0.034896
Çan Şekli Üyelik Fonksiyonu	gbellmf	0.03175
Gauss Simetrik Üyelik Fonksiyonu	gaussmf	0.032088
Gauss Üyelik Fonksiyonu	gauss2mf	0.032108
II Üyelik Fonksiyonu	pimf	0.034089
Sigmoidal Simetrik Üyelik Fonksiyonu	dsigmf	0.031711
Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu	psigmf	0.031711

Hybrid model kullanılarak yapılan değerlendirme sonucunda çan şekilli üyelik fonksiyonu (gbellmf), sigmodial üyelik fonksiyonu (psigmf), sigmodial simetrik üyelik fonksiyonu (dsigmf) en az hata değerine sahip olan üyelik fonksiyonlarıdır. Çalışacağımız üyelik fonksiyonu belirlenirken yapay sinir ağlarından üretilen çıktılar gerçek değerlerle karşılaştırılmış olup en az hata değeri veren gbellmf üyelik fonksiyonu seçilmiştir. Optimizasyon modeli hybrid model olup, çevrim eğitim sayısı 40 olarak seçilmiştir ve istenen hata toleransı da 0 olarak belirtilmiştir.



Şekil 4.19 ANFIS Hybrid Metodu GbellMf Modeli Error Tolerance

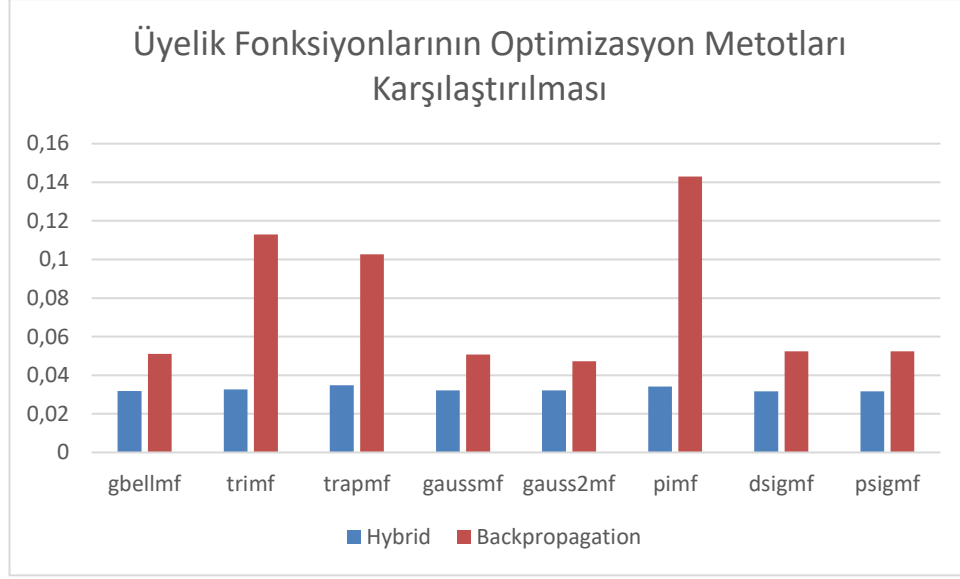
Çizelge 4.2 Backpropagation Metodu İçin Üyelik Fonksiyonları

Üyelik Fonksiyonu	MATLAB Kodu	Hata Toleransı
Üçgen Üyelik Fonksiyonu	trimf	0.11298

Yamuk Üyelik Fonksiyonu	trapmf	0.10274
Çan Şekilli Üyelik Fonksiyonu	gbellmf	0.051149
Gauss Simetrik Üyelik Fonksiyonu	gaussmf	0.050742
Gauss Üyelik Fonksiyonu	gauss2mf	0.047323
II Üyelik Fonksiyonu	pimf	0.14301
Sigmoidal Simetrik Üyelik Fonksiyonu	dsigmf	0.052335
Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu	psigmf	0.052331

Optimizasyon metodu olarak backpropagation seçildiği zaman ise üyelik fonksiyonlarının hata tolerans değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Hata toleranslarına göre sıralarsak çan şekilli üyelik fonksiyonu (gbellmf), sigmoidal üyelik fonksiyonu (psigmf), sigmoidal simetrik üyelik fonksiyonu (dsigmf) şeklindedir. Hata toleransı en az olanın yanında yapay sinir ağlarından üretilen çıktılar da göz önünde bulundurulup karşılaştırma yapılmaktadır. Çalışacağımız üyelik fonksiyonu belirlenirken yapay sinir ağlarından üretilen çıktılar gerçek değerlerle karşılaştırılmış olup en az hata değeri veren gbellmf üyelik fonksiyonu seçilmiştir.

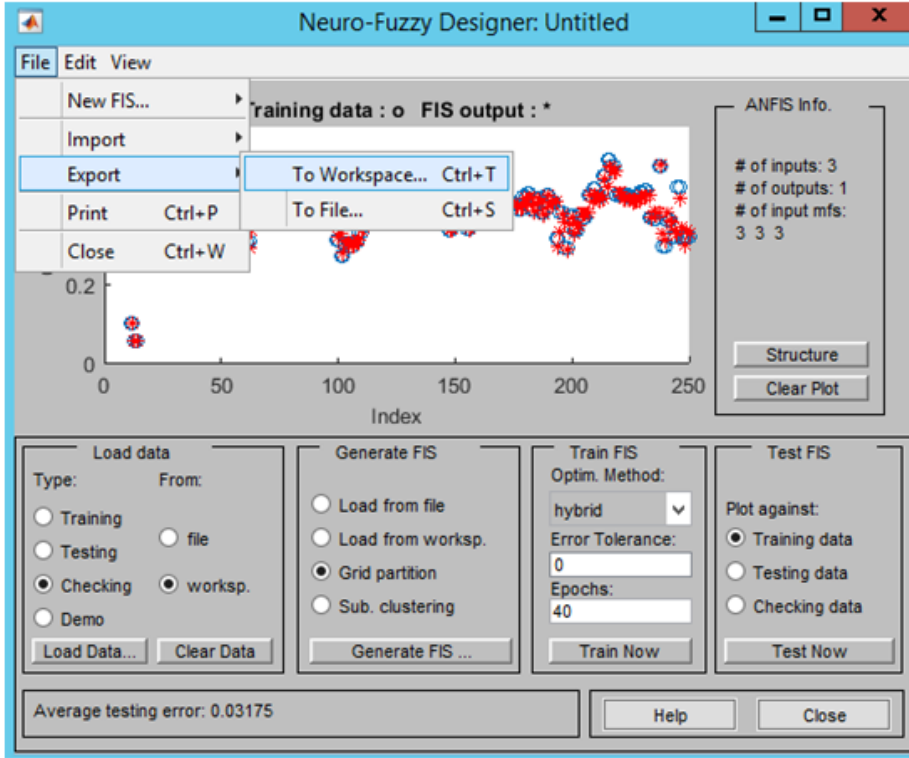
Optimizasyon metodu olarak hybrid seçilmiş olup üyelik fonksiyonu olarak da gbellmf seçilmiştir. Sistem tarafından üretilen değerlere ve hata toleransına bakarak seçme işlemi yapılmıştır.



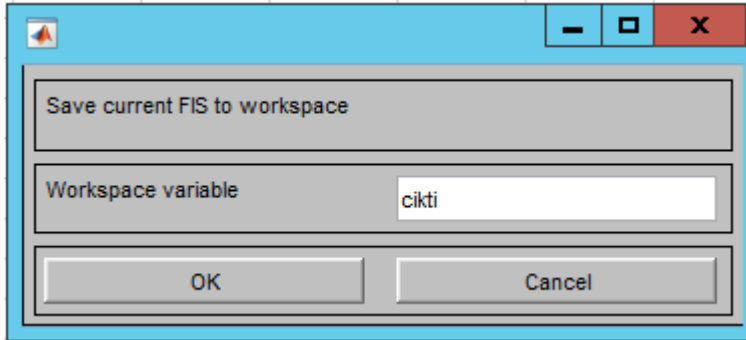
Şekil 4.20 ANFIS Üyelik Fonksiyonları Optimizasyon Metotları Karşılaştırılması

4.4 ANFIS Çıktısının Kodla Elde Edilmesi

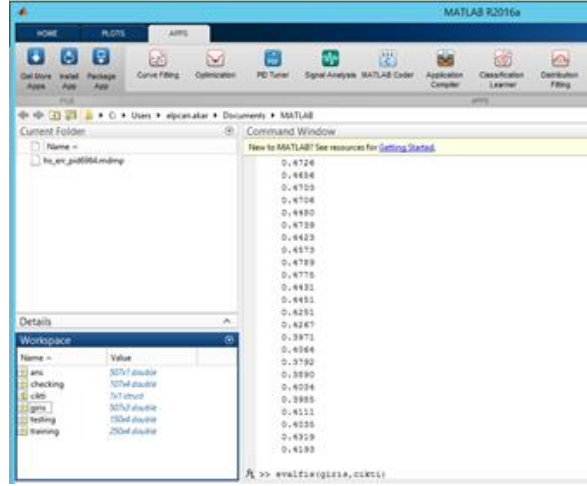
Çalışmak istediğimizi modeli belirledikten sonra sistem tarafından üretilmiş olan değerlere ulaşmak için File menüsü altında bulunan Export To Workspace seçmemiz durumunda çıktı değerleri MATLAB çalışma ortamına uzantısı fis olacak şekilde kaydedilmiştir.



Şekil 4.21 ANFIS Sistemin Çıktısının Alınması



Şekil 4.22 ANFIS Çıktısının Kaydedilmesi



Şekil 4.23 ANFIS Çıktısının Command Window Çıktısı

Çıktının elde edilebilmesi için yapmamız gereken sisteme tanımlanmış olan girdilerin sistem üzerinde tekrar değişken olarak tanımlanması işlemidir. Sonrasında sistemden üretilen değerleri elde edebilmek için evalfis komutu kullanılmıştır. Evalfis metodu iki tane parametre almaktadır. Birisi sistemin eğitilmesi için kullanmış olan inputlar diğeri de sistemden üretilmiş olan çıktıdır. Evalfis(inputlar, sistem çıktısı) şeklinde metot kullanılmıştır. Sistem üzerinden üretilmiş olan değerler Command Window ekranında Şekil 4.23'te gösterilmiştir.

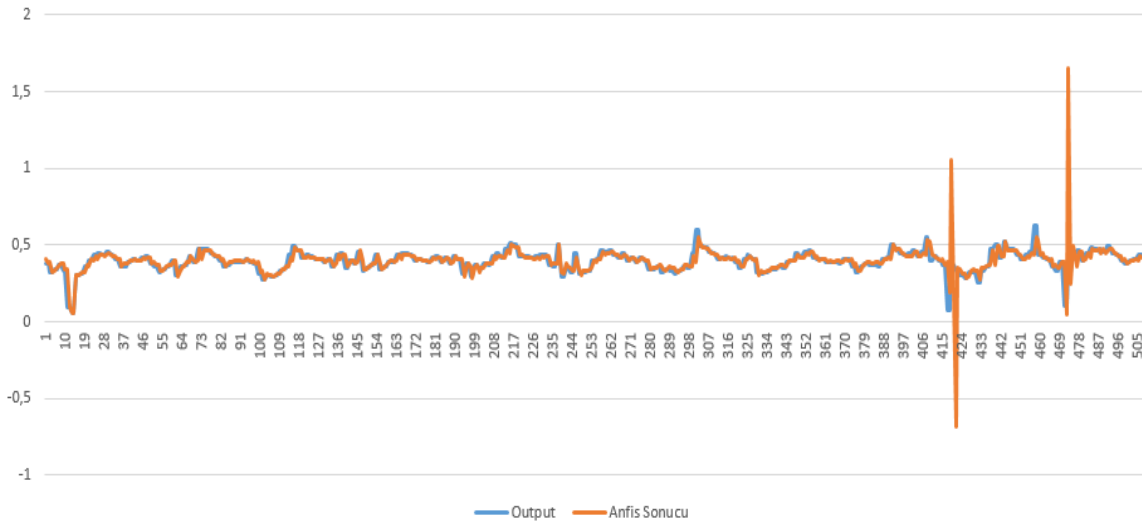
4.5 ANFIS Çıktısı ve Sonuç

Output	Sistemin Ürettiği
0,381081	0,409
0,381081	0,3798
0,320936	0,3933
0,320936	0,3246
0,345709	0,331
0,345709	0,3531
0,371444	0,3605

0,371444	0,3808
0,331516	0,3832
0,331516	0,3439
0,098433	0,3404
0,098433	0,099
0,054827	0,0548
0,054827	0,0549
0,308139	0,308
0,308139	0,3081
0,314695	0,3147
0,314695	0,3207
0,363462	0,3225
0,363462	0,3662
0,399567	0,3659
0,399567	0,4057

Şekil 4.24 ANFIS Çıktısı ve Tahmin Edilen Değerler Örneği

Şekil 4.24'te gösterilmiş olduğu gibi ANFIS çıktısı ve tahmin edilen değerler gösterilmiştir. Bütün verinin çizdirilmesi ise Şekil 4.25'teki gibidir. Grafiği inceleyecek olursak veriler üzerinden tutarlı bir şekilde tahmin işlemi gerçekleşmiştir. Mavi olarak gösterilmiş olan değerler ANFIS sistemi çıktısını, turuncu renkler ise gerçekte olması gereken değerleri göstermiştir.



Şekil 4.25 ANFIS Çıktısı ve Tahmin Edilen Değerler Grafiği

ANFIS metotlarının her birisinin sonucu farklı farklı değerler üretmiştir. Bu metotlarda belirli veri kümesi düzenlenmesi, eğitim sayısının(epoch) seçilmesi işlemi, optimizasyon modelinin belirlenmesi, uygun modelin ortaya çıkarılması, girdi çıktı sayısının belirlenmesi gibi birçok aşamadan geçmektedir. Hybrid ve backpropagation optimizasyon modelleri kullanılmış olup hybrid olan modeller üzerinden daha güzel sonuçlar alınmıştır. Öğrenme üyelik metodolojisi belirlenmiştir.

5 KULLANILAN UYGULAMALAR

5.1 Visual Studio

MODIS Uydu Sistemi üzerinden bulunan Terra Uyduyu kullanılarak elde edilmiş olduğumuz veri setlerinin üzerinde çalışabilmek ve ilgili verileri düzenleyebilmek için Microsoft tarafından geliştirilmiş olan Visual Studio programı kullanılmıştır. C# programla dili kullanılarak verileri düzenlenmiş ve kaydedilmiştir.

5.2 SQL Management Studio

Düzenlenmiş olan veri grubunu SQL ortamına aktarmak için SQL Management Studio programı kullanılmıştır. SQL Server'a ulaşmak amacıyla kullanılmıştır. Düzenlenmiş olan veri grupları öncelikle excel'e alınmıştır. Excel'den alıp SQL Server'a verilerin aktarılmasının sebebi bu verilerin yönetimini kodla gerçekleştirmek için yapılmıştır. Verileri gruplandırılması aşamasında da C# programlama dili ile kodlama yapılmış olup bu kez C# ortamında Windows Form uygulaması oluşturulmuştur. SQL Server'da tutulan veriler C# programlama dili aracılığıyla düzenlenmiş ve cvs uzantılı dosya içerisine yazdırılıp bilgisayar kaydedilmiştir. Düzenlenmiş olan veriler; veri1, veri2, veri3, veri4; veri2, veri3, veri4, veri5 olacak şekilde her birisi gruplandırılmıştır.

5.3 Matlab

Düzenlenmiş veri grupları 250 training, 150 testing ve 107 checking olacak şekilde 3 input 1 output olacak şekilde gruplandırılmıştır. Verilerin MATLAB projesinde tanımlanan değişkenlere atanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Neuro-Fuzzy-Designer çeşitlerinden olan ANFIS kullanılmıştır. ANFIS modeli kullanılarak yapılan tahmin işleminde sonuçlar bir çıktıya alınmıştır. Girdiler ve çıktılar birlikte kullanılarak MATLAB ortamında gerekli kodlar yazılarak verilerin çıktısı elde edilmiştir.

5.4 Excel

Elde edilmiş olan sistem çıktılarının grafiksel olarak gösterilmesi için excel programı kullanılmıştır. Veriler üzerinde yapılan mean, mod, minimum, maksimum gibi değerlerin elde edilmesi aşamasında, veriler için ilişki kavramını belirten değerin hesaplanmasında da excelden faydalanılmıştır.

5.5 IBM Spss Editor

Ölçümlenemeyen verinin linear interpolation yöntemi kullanılarak tamamlanmasında, verilerin histogram grafiğini çizdirilmesinde IBM tarafından geliştirilmiş olan SPSS istatistik programı kullanılmıştır

6 SONUÇ

MATLAB ANFIS içerisindeki optimizasyon metotlarından Hybrid ve Backpropagation ile çalışılmıştır. Üretilen değer ve aslında olması gerekenler karşılaştırılıp en tutarlı olan seçilmiştir. Bu seçim işleminde hata toleransı da göz önüne alınmıştır. Hybrid çeşitlerinden olan gbellmf çan eğrisi üyelik fonksiyonu ile yapılan çalışma en başarılısı olmuştur.

Bu tez çalışmasında bitki örtüsünün azalması durumuyla karşı karşıya olduğumuz için tahmin sistemi gerçekleştirilmiştir. On yıllık veri ile çalışılmış olup sistemin tutarlı veri üretebilmesi için veri sayısı geniş tutulmuştur. ANFIS sistemlerinde veri sayısı ne kadar çoksa sistem o kadar başarılı olmuştur. ANFIS sistemlerini input sayısı da etkilemektedir. Bitki örtüsü indeksi değeri tahmini başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bitki örtüsü tahmini için kullanılan yöntemlerin başarılı bir sonuç verdiği görülmüştür. Tahmin işlemleri yapay sinir ağları ve bulanık mantık entegre modeli ile kullanılarak çözüm aranmıştır. Aynı yöntemler kullanılarak yapılan diğer çalışmalarda başarılı sonuçlar elde edileceği beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Oğuz K, Metin Z, Ferhan D** (2010). SOM Destekli RBF Yapay Sinir Ağları ile Ankara İlinin Doğalgaz Tüketim Tahmini.
- Oğuz K, Metin Z, Ferhan D** (2010). SOM Destekli RBF Yapay Sinir Ağları ile Ankara İlinin Doğalgaz Tüketim Tahmini.
- Oğuz K, Metin Z, Ferhan D**, (2010). Ham petrol fiyatlarının ANFIS ile Tahmini.
- Zafer A, Natarajan K, Tankut M**, (1994). İstanbul ve Civarı İçin LANDSAT Verilerine Dayalı Bitki Örtüsü Değişimi (NDVI).
- Güneş, A.** (2009). Bilgisayar Programlarının Program Geliştirme Deneyimi Kazanmalarında Karar Tablolarının Kullanımı. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 1(2), 80-93. Ocak 23, 2017 tarihinde alındı.
- Toukiloglou** (2012). Akdeniz Bölgesi Bitki Örtüsü Zaman Serisi Analizi.
- Mehmet Ali Ç.** (2016). Bitki İndeks Modelleri (NDVI, EVI, VCI) Kullanılarak Akdeniz Bölgesi'nde Kuraklık Analizi (2010-2014)
- Egemen K.** (2010). Uzakta Algılama Tekniğinde NDVI Değerleri ile Doğal Bitki Örtüsü Tür Dağılımı Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar
- Onur D.** (2016). Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sisteminin (ANFIS) Talep Tahmini İçin Kullanımı ve Bir Uygulama
- WIKIPEDIA**, (2016, Mart 5). Aralık 18, 2016 tarihinde tr.wikipedia.org: <https://tr.wikipedia.org/wiki/MODIS> adresinden alındı.
- Elmas Ç.** (2003). Yapay Sinir Ağları, Birinci Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Musa A.** (2002). Bulanık Mantık Ve MATLAB Uygulamaları, Birinci Baskı.
- Nabiyev, Vasif V.** (2003). Yapay Zeka, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Halil E.** (2007). Eğirdir Gölü Su Seviyesi Mevsimsel Değişiminin Bulanık Mantık Metoduyla Modellenmesi.
- Sinem U.** (2016). Finansal Başarısızlıkların Altman Z ve Bulanık Mantık (ANFIS) Yöntemi İle Tespit Edilmesi: Teknoloji ve Tekstil Sektöründe Bir Uygulama.
- Doç.Dr. İsmail H. A.** (1999). Bulanık Mantık: Bulanıklık Kavramı.
- Giovanis E.** (2012). Study of Discrete Choice Models and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System in the Prediction of Economic Crisis Periods in USA.
- Yücel A.** (2010). Tedarikçi Seçimi Probleminde Bütünleşik Sinirsel Bulanık Mantık Yaklaşımı.
- WIKIPEDIA**, (2016, Şubat 2). Aralık 18, 2016 tarihinde tr.wikipedia.org: <https://tr.wikipedia.org/wiki/MODIS> adresinden alındı.
- Ercan Öztemel**, (2012). Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık.
- Jang J.-S. R.** (1993). ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System.
- Şen Z.** (2004). Mühendislikte Bulanık Mantık (Fuzzy) İle Modelleme Prensipleri Su Vakfı Yayınları.
- Babuska R.** (2001). Fuzzy And Neural Control (Lecture Notes), Delft: Delft University of Technology.
- A.P.Papli'nski**, (2005). Neuro Fuzzy Computing. 20 Mayıs 2005.
- Babuska R.** (2001). Fuzzy And Neural Control (Lecture Notes), Delft: Delft University of Technology.

Armağın T, BernaAk B, Rengin A (2017). Nash-Cournot Çerçevesinde Türkiye’de Enerji Fiyatlarının Tahmini.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Nagihan ESENDAL BOZKURT
E-Posta : nagihanesendal89@gmail.com
Web Sitesi : www.nagihanesendal.com



KİŞİSEL BİLGİLER

Doğum Tarihi ve Yeri : 08/07/1989/ Türkiye, Isparta
Medeni Durum : Evli

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi / Bilgisayar Mühendisliği
Yüksek Lisans : İstanbul Aydın Üniversitesi / Bilgisayar Mühendisliği

PROGRAMLAMA BİLGİLERİ

Bilgisi	Seviyesi
C# / ASP.NET / MSSQL	İyi
Java / MYSQL	İyi
PHP	İyi
Javascript	İyi

DİL BİLGİSİ

İngilizce: İyi