

Kentsel Alanlardaki Bitki Örtüsünün Belirlenmesinde Yapay Sinir Ağları ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Kullanımı

Orhun SOYDAN^{1*}, Ahmet BENLİYAY²

¹ Dr., Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Architecture, Landscape Architecture Department, Niğde-TURKEY. orhunsoydan@ohu.edu.tr

² Dr., Akdeniz University, Faculty of Architecture, Landscape Architecture Department, Antalya-Turkey. benliay@akdeniz.edu.tr

*Corresponding Author; orhunsoydan@ohu.edu.tr

Özet

Çalışma konusu, kent içi bitki örtüsünü uzaktan algılama yöntemi ile analiz etmektir. Araştırma alanından 525 ölçüm noktası belirlenmiştir. Bu ölçüm noktaları belirli kurallar içerisinde değil, tesadüfen seçilmiştir. Belirlenen noktalar için arazi gözlemleri yapılmıştır. Aynı noktalara ait Sentinel II uydu görüntülerinin yansıma ve bitki indeksi değerleri veri tabanı oluşturulmuştur. Ortaya çıkan veriler Neural Designer yazılımı ile beraber "Yapay Sinir Ağı" yapısına dönüştürülmüş ve burada işlenerek altı adet analiz tipi için tahmin değerleri ve önem katsayıları oluşturulmuştur. Bu analizlerin verimliliklerini test etmek amacıyla 1.774 kontrol noktası belirlenmiş ve bu kontrol noktalarında ölçümler yapılmıştır. 1.774 noktanın veri tipleri için "Veri Çıktı Fonksiyonu" kullanılarak tahminler oluşturulmuştur. Yazılımın önermiş olduğu tahmin değerlerinde verilmiş olan en yüksek değerler ile kontrol noktalarında mevcut yapı karşılaştırılmış, analiz sistemlerinin başarı oranları yorumlanmıştır. Analizler sonucunda; bitki örtüsüne ait yansıma değerlerinin mevsimden mevsime değiştiği tespit edilmiştir. Yansıma ortalama değerleri yaz mevsiminde en yüksek, kış mevsiminde ise en düşük bulunmuştur. Bitki örtüsü analizleri ile kolayca elde edilen bitki özelliklerinin girdi olarak kullanıldığı YSA'lar ile yansıma değerlerinin ve bitki indekslerinin tahminlenebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın sonunda bu kapsamda yapılacak çalışmalarda kullanılacak veri tipleri ve yöntemler için öneriler geliştirmiştir.

Anahtar Kelimeler: uzaktan algılama, vejetasyon indeksleri, yapay sinir ağları, Konyaaltı

Use of Artificial Neural Networks and Remote Sensing Technologies in Determining the Plant Cover in Urban Areas

Abstract

The subject of the study is to analyze the urban vegetation using remote sensing. 525 measurement points were determined from the study area. These measurement points were chosen at random, not within rules. Land observations were carried out for the determined points. A database of reflection and plant index values of Sentinel II satellite images belonging to the same points was created. The resulting data was transformed into the "Artificial Neural Network" structure with the Neural Designer software and processed here to create prediction values and significance coefficients for six types of analysis. In order to test the accuracy of these analyzes, 1.774 control points were determined and measurements were made on these points. For the data types of 1.774 points, estimates were created using the "Data Output Function". The highest values given in the estimates suggested by the software and the current structure at the control points were compared and the success rates of the analysis systems were evaluated. As a result of the analysis; It has been determined that the reflection values of vegetation change from season to season. Reflection average values were highest in summer and lowest in winter. It was concluded that the reflection values and plant indexes can be estimated with artificial neural networks using plant properties that are easily obtained by

vegetation analysis. Suggestions were given for the data types and methods to be used in the studies to be performed at the end of the study.

Keywords: remote sensing, vegetation indices, artificial neural networks, Konyaaltı

1. GİRİŞ

Uzaktan algılama, genel olarak 1960'lı yıllarda gelişmeye başlamıştır. Başlangıcından bu güne tarım, uzaktan algılanmış verilerin başlıca kullanıcılarından birisi olarak düşünülmüştür (Jackson, 1984). Son kırk yılda yapılan araştırmalara göre tarımsal sistemlerin yönetiminde gerekli bilgilerin bir çoğu, çeşitli uzaktan algılayıcı sensörler aracılığıyla elde edilmektedir. Küresel yer belirleme sistemi (GPS) alıcıları, bilgisayarlar, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve bitki simulasyon modelleri ile bir arada kullanıldığında uzaktan algılama teknolojileri tarımsal üretimde oldukça büyük bir potansiyele sahiptir (Pinter vd., 2003). Uydu görüntüsüne dayalı uzaktan algılama teknikleri, özellikle bitki ve toprak koşullarının sezon boyu değişimlerin gözlenmesinde, önemli bilgiler sağlayabilmektedir. Fakat kullanılan araçlara bağlı olarak, görüntülerin sabit spektral bantlarla algılanması, çözünürlüklerin düşük olması, görüntüleme periyodunun ve görüntünün kullanıcıya ulaşma zamanının uzunluğu gibi bazı kısıtlayıcı faktörlere sahiptir (Moran vd., 1997).

Uzaktan algılama teknikleri, gerek el radyometreleri ile tarla düzeyinde, gerekse farklı araçlar kullanılarak havadan bitkilerin gelişme durumlarının izlenmesine olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra yüzey enerji dengesi bileşenlerinin bir bölümü uzaktan algılama ile tespit edilebilmektedir. Özellikle yüzey sıcaklığının uzaktan algılamayla ölçülmesi, yüzey enerji dengesine dayalı bitki ve bulunduğu topraktan meydana gelen buharlaşmanın zamansal ve mekansal olarak belirlenmesine olanak tanımaktadır (Brown ve Rosenberg, 1973; Stone ve Horton, 1974; Hatfield vd., 1984; Sequin vd., 1994). Ayrıca, yapılan araştırmalara göre bitki katsayısı (Kc) ile spektral vejetasyon indeksleri arasında önemli istatistiksel ilişkiler bulunmaktadır (Fitzgerald vd., 2003; Hunsaker vd., 2003). Bitkinin içerisinde bulunduğu su stresi düzeyinin tespit edilmesi için uzaktan algılanmış verilere dayalı çeşitli su stresi ve vejetasyon indeksleri geliştirilmiştir (Jackson vd., 1977; Jackson vd., 1980; Idso vd., 1990; Kustas ve Daughtry, 1990; Moran vd., 1994; Penuelas vd., 1994; Alves ve Pereira, 2000; Kimura vd., 2004; Köksal, 2007).

Bitki çeşitliliği ve yoğunluğunun saptanmasında da özellikle uzaktan algılama çalışmaları çok kullanılan bir yöntemdir. Uygulamalarda çok çeşitli bitki indeksleri kullanılmaktadır. Normalize Edilmiş Bitki İndeksi (NDVI) bu kapsamda kullanılan indekslerden biridir. NDVI yakın kızıl ötesi (NIR) ve görünür kırmızı (R) bantları arasındaki zıtlığı arttırmak veya iki banttaki bilgiyi tek banda toplayarak, bitki varlığını incelemek üzere normalize edilmiş bitki indisidir. Normalize edilmiş bitki indisi değerleri veya yakın kızılötesi bandı, kırmızı bantla oranlayarak elde edilen sonuçlar yeşil bitki örtüsüyle ilgili bilgiyi verdiği gibi bitkinin zayıf olduğu veya bitkisiz boş alanları da belirlemektedir. Tucker vd. (2005) araştırmalarında NDVI değerlerinin -1,0 ile +1,0 arasında değiştiğini fakat bitkilerin 0,1 ile 0,7 arasında değerler aldığını ve yüksek indeks değerleri canlı bitki örtüsüyle orantılı olduğunu belirtmiştir. Negatif olduğunda ise alanların kesinlikle bitkisiz olduğunu göstermektedir. Nehir, göl gibi su yüzeylerinde bitki indisi değerlerinin çok düşük olacağı kesindir. Aynı durum, yerleşim alanları, sanayi alanları, yol ağları gibi insan eliyle yaratılmış yapay alanlar içinde geçerlidir. NDVI, yeşil bitkilerin pikseli tamamen kapladıkları zaman yüksek, hiçbir yeşil bitki olmadığı zaman ise düşüktür. Normalize edilmiş olması, farklı güneş açısı etkilerini de ortadan kaldırır (Duran, 2007). NDVI biyofiziksel bir özellik olup, bitki örtüsünün fotosentez faaliyetiyle bağıntılıdır. Buna ek olarak, bitkinin canlı olup olmadığının göstergesi koşuldur (Wang ve Tenhunen, 2004). Bu çalışmanın amacı uzaktan algılama teknolojileri ile elde edilen veriler kullanılarak bitki örtüsüne ait konumsal verilerinin oluşturulması değerlendirilmesi oluşturmaktadır. Bu çalışmada, uzaktan algılama teknolojilerinin neler olduğu, nasıl değerlendirildiği ve Peyzaj Mimarlığı meslek disiplini açısından ortaya çıkacak ürünlerin ne amaçla kullanılabileceği araştırılacaktır. Ayrıca bu çalışmada, Antalya Konyaaltı ilçesinin bitki örtüsü haritasının

Landsat TM8 ve Sentinel II uydu görüntüleri ile oluşturulması ve elde edilen görüntülerin kıyaslanması da hedeflenmektedir

2. MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma alanı Antalya şehir merkezinde bulunan Akdeniz Üniversitesi merkez kampüsü ve Konyaaltı ilçesinin 12 mahallesini kapsamaktadır. Bu mahalleler alfabetik sıra ile Akkuyu Mahallesi, Altinkum Mahallesi, Arapsuyu Mahallesi, Gürsu Mahallesi, Kuşkavağı Mahallesi, Mollayusuf Mahallesi, Öğretmenevleri Mahallesi, Pınarbaşı Mahallesi, Siteler Mahallesi, Toros Mahallesi, Uluç Mahallesi ve Uncalı Mahallesi'dir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı

Konyaaltı Antalya'nın batı ucunda yer alan ve aynı ada sahip bir plajın bulunduğu ilçedir. 10 köy ve 29 mahallesi vardır. UTM bölgesi 36N mekânsal referansı ile Sentinel II uydu görüntüleri çalışmanın diğer materyallerini oluşturmaktadır. Bu uydu görüntüleri aynı mekânsal, spektral ve radyometrik çözünürlüğe sahiptir. Uydu görüntüleri 2016 yılı Temmuz ve 2017 yılı Şubat ayları verilerinden elde edilmiştir. Uydu görüntüleri 10 x 10 m. çözünürlüktedir.

Metot

Araştırma alanından tesadüfen 525 ölçüm noktası belirlenmiştir. Belirlenen noktalar için arazi gözlemleri gerçekleştirilmiş ve uydu görüntüsü piksel değerlerinin 10 x 10 m.'lik alanları ifade ettiği düşünülerek, bu alanlarda bulunan en yoğun alana sahip bitki toplulukları beş katagori altında sınıflandırılmıştır. Yoğunluk olarak % 50 ve üzerinde olan kategoriler ölçüm noktalarına alınmıştır.

Bu kategoriler sırasıyla;

- Bitki yok (Arazi örtüsünde her hangi bir bitki örtüsünün olmaması),
- Yer örtücü (Çim veya yüksekliği 30 cm.'nin üzerine çıkmayan bitki topluluğu),
- Maki ve/veya çalı (Çalı gruplarının yoğunlukla hakim olduğu bitki yüksekliği bakımından 30 cm ile 200 cm arasında olan bitki topluluğu),
- Herdemyeşil ağaç (Yüksekliği 200 cm üzerinde olan herdemyeşil bitki topluluğu),
- Yaprakdöken ağaç (Yüksekliği 200 cm üzerinde olan yaprakdöken bitki topluluğu)'dur.

Aynı noktalara ait Sentinel II uydu görüntüleri yansıma değerlerinden Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI), Normalize Farkı Nem İndeksi (NDMI), Yeşil klorofil İndeksi (GCI), Geniş Dinamik Aralık Bitki Örtüsü İndeksi (WDRVI), Toprak Düzeltilmiş

Bitki Örtüsü İndeksi (SAVI), Basit Oran (SR), Geliştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (EVI) ve Yaprak alan indeksi (LAVI) değerleri oluşturulmuştur.

NDVI

Uzaktan algılama teknolojisinde yeşil bitki örtüsünün izlenmesinde en çok kullanılan araçlardan biri Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) verileridir. NDVI, uydu görüntülerinin yakın kızıl ötesi (NIR) ve kırmızı (RED) ışık dalga boyunda algılama yapan bantlardan hesaplanmaktadır. NDVI değerleri teorik olarak (-1) ile (+1) arasında değişmektedir (Yıldız vd., 2012).

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

NDMI

Normalize Farkı Nem İndeksi (NDMI) bitki örtüsündeki nem seviyelerine duyarlıdır. Yangına eğilimli alanlarda yakıt seviyelerinin izlenmesinin yanı sıra kuraklıkların izlenmesi için kullanılır. (McDonald vd., 1998).

$$NDMI = (NIR - SWIR1) / (NIR + SWIR1)$$

GCI

Bitki fotosentez işlemi, yaprak tarafından ışığın Emilimi, Esri UC'de bahsedilen Janki vd. (2015) gibi Yeşil klorofil İndeksi (GCI) ile bilinebilir. Kanopi yeşili gösteren bir parametre olarak kullanılmıştır.

$$GCI = (NIR) / (GREEN) - 1$$

WDRVI

Geniş Dinamik Aralık Bitki Örtüsü İndeksi (WDRVI) arazi örtüsü ve arazi örtüsü niteliklerini ayırt etmek için kullanışlıdır. Gitelson (2004), WDRVI'yı, aşağıdaki denklemde verilen yakın kızılötesi yansımaları bir ağırlık parametresi alfa uygulayarak NDVI'nın dinamik aralığını geliştirmenin bir yolu olarak sunmuştur. Alfa 1'e eşitse, WDRVI NDVI'ya eşdeğerdir. Alfa eşitse (Kırmızı / NIR), o zaman WDRVI sıfıra eşittir. Alfabeyi, endeks üzerindeki kazancı ayarlayan bir ayar düğmesi olarak düşünün. Alfa parametresi için katsayı seçimi, bazı öngörüler gerektirir. (Kocal, 2017)

$$WDRVI = (\alpha \cdot NIR - RED) / (\alpha \cdot NIR + RED) \quad \alpha = 0.1$$

SAVI

Toprak Düzeltilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (SAVI), toprak parlaklığı düzeltme faktörünü kullanarak toprak parlaklık etkilerini en aza indirmeye çalışan bir bitki örtüsü endeksidir. Bu genellikle bitkisel örtünün düşük olduğu kurak bölgelerde kullanılır. Genel olarak, bitki örtüsü endekslerinin çoğu, kırmızı ve NIR dalga boyu uzayda bir "toprak çizgisinin" varlığına dayanır, yani, kökenden dışa doğru artan parlaklık ile uzanan bir temel spektral varyasyon eksenine sahiptir. Çoğu toprak spektrumu toprak hattına düştüğü veya yakın olduğu için ve böylesi bir hattın kesişme noktası köke yakın olduğu için, çıplak toprakların RVI ve NDVI değerleri toprak koşullarında geniş bir aralıkta neredeyse aynı olacaktır. Toprak varyasyonunun ikincil bir eksenine ("küresel" yumuşak bir çizginin genişliği) bazı durumlarda önemli olabilir ve az miktarda bitki örtüsünün saptanmasını engelleyebilir (Huete, 1988). L, yeşil bitki örtüsü kapallılığı miktarıdır. NIR ve Kırmızı, bu dalga boylarıyla ilişkili bantları ifade eder. L değeri yeşil bitkisel kapallılık miktarına bağlı olarak değişir. Genellikle yeşil bitki örtüsü bulunmayan alanlarda L = 1,0; Orta yeşil vejetatif örtü alanlarında L = 0,5; ve çok yüksek bitki örtüsüne sahip alanlarda L = 0,0 (NDVI yöntemine eşdeğerdir). Bu indeks -1,0 ile 1,0 arasında değerler verir

$$SAVI = ((NIR - Red) / (NIR + Red + L)) \times (1 + L)$$

SR

Basit Oran (SR) temel olarak uzaktan algılanan verilerin orman bölgesinin biyofiziksel parametreleri için kullanılır. SR parametresini hesaplayan formül, aşağıdaki denklem'de gösterilmiştir. Daha büyük sayılar yüksek miktarda bitki örtüsüne işaret eder, daha küçük sayılar haritada buz, toprak ve su gösterir. Bu oran bazı endeks ile atmosferik ve topografik etkiler azalır (Sellers vd., 1996; Los vd., 2000; Arora, 2006; Meydan, 2008)

$$SR = NIR / RED$$

EVI

Geliştirilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (EVI), bir toprak ayarlama faktörü, L ve iki katsayıya sahip bir NDVI modifikasyonu, atmosferik aerosol saçılması için kırmızı bandın düzeltilmesinde mavi bandın kullanımını açıklayan C1 ve C2'dir. C1, C2 ve L, sırasıyla 6,0,

7.5 ve 1.0 olarak ampirik olarak belirlenen katsayılarıdır. EVI, MODIS Arazi Disiplini Grubu tarafından, kanopi arka plan sinyalinin ve atmosferik etkilerin azaltılmasının ayrıştırılması için MODIS verileri ile kullanılmak üzere geliştirilmiştir. (Huete vd., 2002; Jensen, 2007) Ancak, EVI ile müteakip çalışmalar bu endeksin kullanımından kaynaklanan iki bilimsel tartışmaya yol açmıştır (Manandhar vd., 2014). Bu tartışmadan ötürü, NDVI her zaman EVI'ye göre tercih edilmekte, ayrıca farklı enstrümanlar arasındaki veya arasındaki EVI'yi kalibre etmek zor olmuştur. Çünkü mavi bandın yüzey yansıma belirsizliği yoğun yeşil bitki örtüsü için yüksektir. Tucker vd. (2005), yoğun yeşil bitki örtüsünden gelen MODIS mavi yüzey yansıma oranını %3-%4 arasında, mutlak yüzey yansıma belirsizliği ise $\pm 2 \pm 3$ olarak bulmuştur. Bu nedenle, VIIRS bitki örtüsü indeksi bilim ekibi üç kanallı EVI'yi durdurmayı ve onu değiştirilmiş bir NDVI (Denklem 3 ve Denklem 4) olan iki kanallı bir EVI ile değiştirmeyi önermiştir. Gelişmiş Bitki Örtüsü İndeksi (EVI), bitki örtüsü sinyalini, yüksek biyokütle bölgelerinde gelişmiş hassasiyet ve bitki örtüsünün arka plan sinyalinin ayrılması ve atmosfer etkilerinin azaltılması yoluyla bitki örtüsünün izlenmesiyle iyileştirmek için tasarlanmış bir "optimize" indeksidir.

$$EVI = G*(NIR - RED) / (NIR + C1*RED - C2 * BLUE + L)$$
$$G = (GAIN FACTOR) = 2.5$$
$$C1=6 \quad C2 = 7.5 \quad L=1$$

LAI

Yaprak alan indeksi (Leaf Area Index, LAI), bitkilerin yapraklarının bir yüzünün alanının yerin alanına oranı olarak tanımlanabilecek birimsiz bir parametredir. Orman alanlarında yapılan LAI ölçmeleri, fotosentez, intersepsiyon, evapotranspirasyon ve kirleticilerin depolanması gibi çok farklı süreçleri kontrol etmekte, karbon ve su dolaşımı, meşcere içine ulaşan ışık miktarı üzerinde etkili olduğundan verimliliğin belirlenmesinde de kullanılmakta ve meşcere kapalılığı hakkında bilgi veren önemli bir parametreyi oluşturmaktadır (Kara ve Karatepe, 2012). LAI çalışmalarının genel Kentsel Yeşil Alanlarda Uzaktan Algılama ile Yaprak Alan İndeksi olarak tarım alanlarında veya yoğun orman örtüsü bulunan bölgelerde gerçekleştirilmesine rağmen kent içi orman alanlarında yapılmış çalışmalar da bulunmaktadır. Peper ve McPherson 2003'te Kuzey Kaliforniya'da yaptıkları çalışmada kentsel alan içinde kalan ormanda dört farklı yöntemle Temmuz sonundan.

Yapay Sinir Ağı

Yapay Sinir Ağı sınıflandırma sistemine verilerin aktarılması için ortaya çıkan değerler ve Sentinel II uydu görüntüleri yansıma değerleri; 0 ile 1 değerleri arasına göre uyarlanmıştır. Ortaya çıkan veriler Neural Designer yazılımı ile beraber "Yapay Sinir Ağı" yapısına dönüştürülmüş ve burada işlenerek altı adet analiz tipi için tahmin değerleri ve önem katsayıları oluşturulmuştur. Yapay sinir ağı yapısının oluşturulmasında optimum yaklaşım olan % 60 öğrenme, % 20 seçim ve % 20 deneme örnekleme kabul edilmiştir. Buna göre yazılım tarafından tesadüfen seçilen toplamda 315 nokta öğrenme, 105 nokta seçim ve 105 nokta ise deneme fonksiyonu için kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan analiz tipleri Tablo 1'de verilmiştir. Yapay sinir ağı mimarisinde kullanılan girdilere göre oluşturulmuş sinir yapısı, katman sayısı, sinir sayısı ve tahmin sayıları tablosu Tablo 2'de verilmiştir. Analizlerin her biri için aynı tip veri girdisi kullanılarak çalışan tahmin modelleri oluşturulmuştur. Bu modeller Python yazılımı gibi programlama dilleri ile değerlendirilebilecek formül dizimi halindedir. Bununla beraber Neural Designer yazılımı ile girdi tipi belli olmayan veriler için tahmin oluşturabilen "Veri Çıktı Fonksiyonu" (Export Output Data) ile tahminler oluşturulabilmektedir. Bu tahminler sistemin öğrenme fonksiyonu sırasında sisteme Hedef (Target) olarak belirlenmiş olan beş tip bitki örtüsü kategorisi ile sınırlıdır. Ancak sistem % 100 tahminde bulunmamakta, her bir kategori için ayrı ayrı doğruluk oranı oluşturmaktadır. Tahmin modellerinin oluşturulmasında veri tiplerinin etki oranları büyük önem taşımaktadır. Yapılan analizlerin her birinde kullanılan veri tiplerinin seçim ve deneme fonksiyonları ile beraber tahmin modeli oluşturmadaki etki oranları belirlenmiştir. Çalışma alanı 100 m. x 100 m.'lik grid sistemine bölünmüş ve bu grid üzerinde bulunan 10 m. x 10 m. boyutlardaki 100 m² alana sahip 1.774 kontrol noktasına ait arazide ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bununla beraber bu noktalara

ait yansıma ve bitki indeks değerleri tablolara aktarılmış ve yapay sinir ağı yapısına uygun hale getirilmiştir.

Oluşturulmuş olan tablo verileri her analize ait girdi sayısı ve tipine göre sınıflandırılmış ve 1.774 noktanın veri tipleri için "Veri Çıktı Fonksiyonu" kullanılarak tahminler oluşturulmuştur. Yazılımın önermiş olduğu tahmin değerlerinde verilmiş olan en yüksek değerler ile kontrol noktalarında mevcut yapı karşılaştırılmış, analiz sistemlerinin başarı oranları yorumlanmıştır.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan analizler ve veri tipleri

	AN AL IZ I	AN AL IZ II	AN AL IZ III	AN AL IZ IV	AN AL IZ V	AN AL IZ VI
BLUE6	X	X			X	X
GREEN6	X	X			X	X
RED6	X	X			X	X
NIR6	X	X			X	X
SWIR6	X	X			X	X
BLUE7		X				X
GREEN7		X				X
RED7		X				X
NIR7		X				X
SWIR7		X				X
SR2016			X	X	X	X
NDVI2016			X	X	X	X
WDRVI2016			X	X	X	X
SAVI2016			X	X	X	X
LAI2016			X	X	X	X
GCI2016			X	X	X	X
NDMI2016			X	X	X	X
EVI2016			X	X	X	X
SR2017				X		X
NDVI2017				X		X
WDRVI2017				X		X
SAVI2017				X		X
LAI2017				X		X
GCI2017				X		X
NDMI2017				X		X
EVI2017				X		X

Tablo 2. Araştırmada kullanılan analizlerin yapay sinir ağı mimarileri

	Girdi Sayısı	Sinir Yapısı	Katman Sayısı	Sinir Sayısı	Tahmin Sayısı
Analiz I	5	5	2+1 (3)	25	5
Analiz II	10	10	2+1 (3)	100	5
Analiz III	8	8	2+1 (3)	64	5
Analiz IV	16	16	2+1 (3)	256	5
Analiz V	8	8	2+1 (3)	64	5
Analiz VI	26	26	2+1 (3)	676	5

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Araştırma Alanı Verilerinin Yapay Sinir Ağı'na Aktarılması

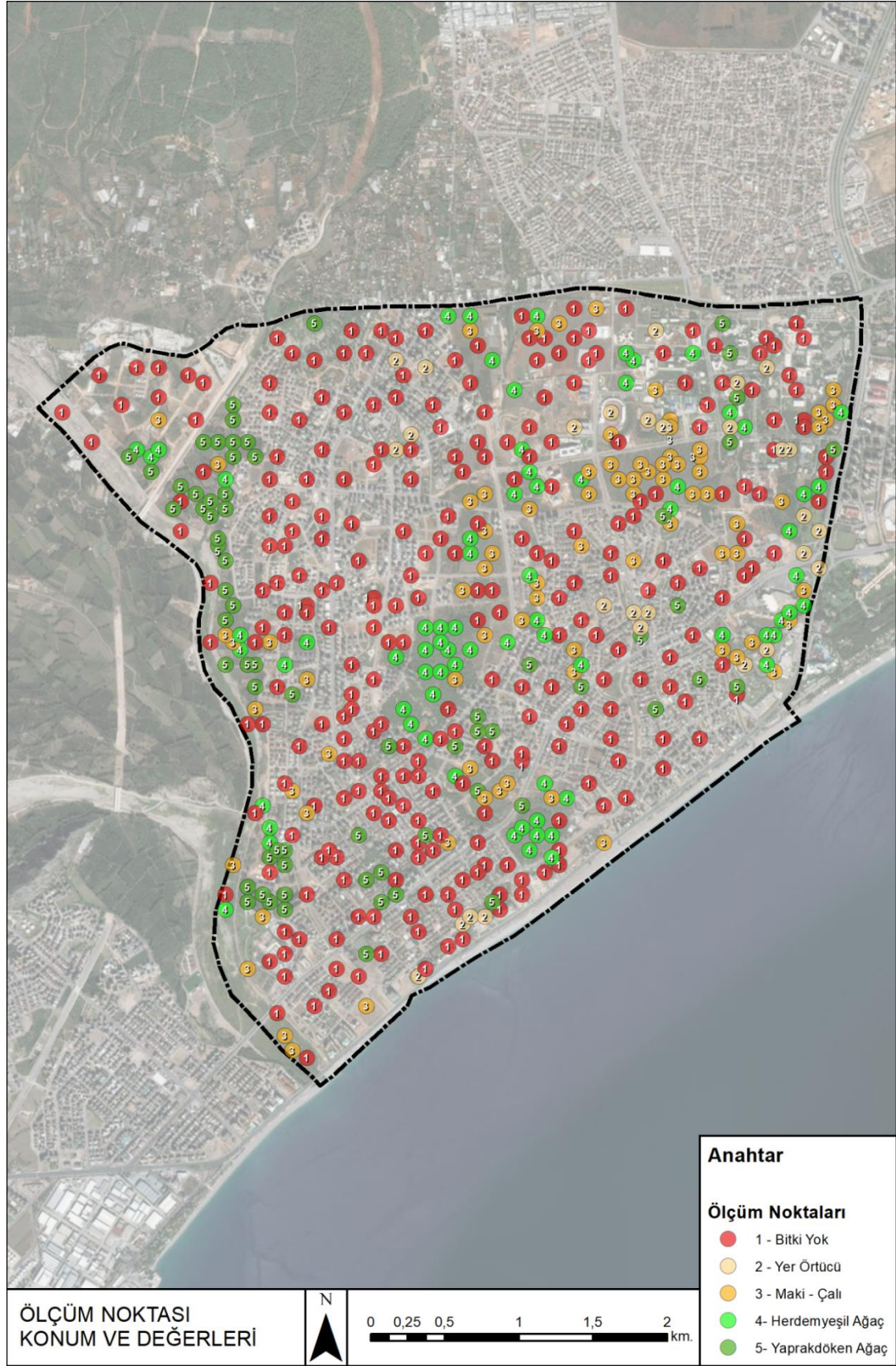
Tesadüfen belirlenmiş olan ölçüm noktalarına ait mahalle ve bitki örtüsü kategori sayıları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Ölçüm noktalarına ait mahalle ve btke örtüsü kategori sayıları

	Bitki Yok	Yer Örtücü	Mak i	Her. Ağaç	Yap. Ağaç	TOPLA M
Akkuyu Mahallesi	8	0	8	15	2	33
Altinkum Mahallesi	22	3	1	0	3	29
Arapsuyu Mahallesi	14	3	6	8	3	34
Gürsu Mahallesi	38	1	8	4	16	67
Kuşkavağı Mahallesi	10	0	2	9	1	22
Mollayusuf Mahallesi	23	0	2	4	19	48
Öğretmenevleri Mahallesi	16	0	4	3	5	28
Pınarbaşı Mahallesi	54	13	27	21	8	123
Siteler Mahallesi	19	4	1	1	19	44
Toros Mahallesi	20	1	5	3	0	29
Uluç Mahallesi	14	0	3	1	1	19
Uncalı Mahallesi	31	0	3	5	10	49
TOPLAM	269	25	70	74	87	525

Ölçüm noktaları verileri uydu görüntülerine ait konumların belirlenmesi işleminden sonra uydu görüntüsü piksel değeri alanı olan 100 m²'lik alan içerisindeki yoğun bitki örtüsü tipi belirlenmiş, görüntülerden yansıma değeri verileri alınmıştır. Ölçüm noktası konum ve değerleri Şekil 2'de ve veri altlığı örneği Tablo 4'de verilmiştir.

Ölçüm noktalarına ait yansıma değerleri bitki indeklerinin yapay sinir ağı mimarisine uygun hale getirilmesi için kullanılan formüller ile oluşturulmuş matris Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmiştir.



Şekil 2. Ölçüm noktası konum ve değerleri

Tablo 4. Ölçüm noktası veri altlığı

S N	Yer	Konu m	Ek Bilgi	Bitki Varlığı	2016 Temmuz SENTINEL II Uydu Görüntüsü					2017 Şubat SENTINEL II Uydu Görüntüsü				
					BL UE 6	GRE EN6	RE D6	NI R6	SW IR6	BL UE 7	GRE EN7	RE D7	NI R7	SW IR7
1	Üniver site	Cami	Kuzey Cephe	Yok	2118	2329	2906	3285	4033	1310	1135	1228	1183	2371
2	Üniver site	Güney Kapı	Bitki Var	Her. Ağaç	1056	1008	932	2423	2239	1046	865	745	2104	1587
3	Üniver site	Batı Kapı	Bitki Var	Her. Ağaç	1030	990	899	3055	2032	1042	878	718	2164	1406
4	Üniver site	Batı Kapı	Bitki Var	Her. Ağaç	1062	1105	900	3351	2186	1088	910	833	2347	1740
5	Üniver site	Batı Kapı	Yeni Yurtlar	Yok	2460	2907	3861	4399	5233	1615	1613	1503	2671	2578
6	Üniver site	Ziraat Alan	Deneme Parseli	Her. Ağaç	1083	1060	1277	2478	2364	1018	826	669	2161	1259
7	Üniver site	Ziraat Alan	Deneme Parseli	Yer	1035	1069	1017	3030	2517	1154	961	1062	1916	2581
8	Üniver site	Ziraat Alan	Deneme Parseli	Her. Ağaç	1060	1044	1022	2644	2341	1025	893	723	2223	1859
9	Üniver site	Ziraat Alan	Deneme Parseli	Her. Ağaç	1028	985	983	2409	2165	1092	968	1267	2043	2233
10	Üniver site	Ziraat Alan	Sera	Yok	3641	3674	3907	4203	3438	2226	2101	2295	2608	2245
11	Üniver site	Ziraat Alan	Sera	Yok	4341	4296	4640	5057	4035	2150	1928	1889	2536	1810
523	Uncali Mah.	1280 Sok.	Boş Alan	Yok	1518	1693	1980	2601	3216	1434	1346	1485	2160	2550
524	Uncali Mah.	1281 Sok.	Bitki Var	Yap. Ağaç	1078	1018	918	2499	2403	1048	828	741	1925	1731
525	Uncali Mah.	Göksu Çayı	Boş Alan	Yok	1231	1331	1227	2422	1697	1208	1117	990	1706	1491

Tablo 5. Ölçüm noktası yapay sinir ağı bitki indeksi değerleri-1

S N	Bitki Varlığı	Simple Ration Index		Normalized Difference Vegetation Index		Wide Dynamic Range Vegetation Index		Soil Adjusted Vegetation Index	
		(NIR) / (RED)	SR2 016	(NIR-RED)/ (NIR+RED)	NDVI2 016	(aNIR-RED)/(aNIR+RED)	WDRVI 2016	(NIR-RED)/(NIR+RED+L)*(1+L)	SAVI201 6
1	Bitki Yok	0,141	0,120	0,531	0,491	0,184	0,162	0,539	0,488
2	Herdeyeşil Ağaç	0,325	0,353	0,722	0,739	0,342	0,361	0,786	0,807
3	Herdeyeşil Ağaç	0,425	0,377	0,773	0,751	0,405	0,376	0,851	0,823

4	Herdeyeşil Ağaç	0,46 5	0,35 2	0,788	0,738	0,427	0,360	0,871	0,807
5	Bitki Yok	0,14 2	0,22 2	0,533	0,640	0,186	0,262	0,542	0,680
6	Herdemyeş il Ağaç	0,24 3	0,40 4	0,660	0,764	0,280	0,392	0,706	0,840
7	Maki	0,37 2	0,22 6	0,749	0,643	0,373	0,265	0,820	0,685
8	Herdemyeş il Ağaç	0,32 3	0,38 4	0,721	0,755	0,341	0,381	0,785	0,828
9	Herdemyeş il Ağaç	0,30 6	0,20 2	0,710	0,617	0,329	0,244	0,771	0,651
10	Bitki Yok	0,13 4	0,14 2	0,518	0,532	0,177	0,185	0,524	0,541
11	Bitki Yok	0,13 6	0,16 8	0,522	0,573	0,179	0,212	0,528	0,594
12	Bitki Yok	0,17 9	0,22 4	0,588	0,642	0,222	0,264	0,614	0,682
13	Yer Örtücü	0,65 2	0,88 1	0,839	0,876	0,510	0,585	0,937	0,984
14	Yer Örtücü	0,86 4	0,99 2	0,874	0,888	0,580	0,613	0,981	1,000
15	Maki	0,37 2	0,37 4	0,749	0,750	0,373	0,375	0,820	0,822
16	Maki	0,32 5	0,35 2	0,722	0,738	0,342	0,361	0,786	0,807
17	Herdemyeş il Ağaç	0,33 3	0,36 8	0,727	0,746	0,348	0,370	0,793	0,817
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
523	Bitki Yok	0,16 4	0,18 2	0,568	0,593	0,208	0,225	0,587	0,619
524	Yaprak döken Ağac	0,34 0	0,32 5	0,731	0,722	0,353	0,342	0,798	0,786
525	Bitki Yok	0,24 7	0,21 5	0,664	0,633	0,283	0,256	0,711	0,671

Tablo 6. Ölçüm noktası yapay sınır ağı bitki indeksi değerleri-2

S N	Bitki Varlığı	Leaf Area Index		Greenland Chlorophyll Index		Normalized Difference Moisture Index		Enhanced Vegetation Index	
		(NDVI*(1+NDVI)- NDVI))^0,5	(1- NDVI))^0,5	(NIR)/(GREEN)-1	(NIR)/(GREEN)-1	((NIR)-(SWIR1)) / ((NIR)+(SWIR1))	((NIR)-(SWIR1)) / ((NIR)+(SWIR1))	(G*((NIR)-(RED)))/((NIR)+ (C1*(RED))+(G2*(BLUE))+L)	(G*((NIR)-(RED)))/((NIR)+ (C1*(RED))+(G2*(BLUE))+L)
LAI2016	LAI2017	GCI2016	GCI2017	NDMI2016	NDMI2017	EVI2016	EVI2017		
1	Bitki Yok	0,088	0,000	0,235	0,174	0,449	0,333	0,513	0,497
2	Herdeyeşil	0,358	0,387	0,4	0,4	0,520	0,570	0,617	0,618

	Ağaç			01	06				
3	Herdeyeşil Ağaç	0,454	0,410	0,515	0,411	0,601	0,606	0,667	0,627
4	Herdeyeşil Ağaç	0,488	0,386	0,506	0,430	0,605	0,574	0,683	0,622
5	Bitki Yok	0,091	0,235	0,252	0,276	0,457	0,509	0,515	0,561
6	Herdemyeşil Ağaç	0,263	0,435	0,390	0,437	0,512	0,632	0,582	0,635
7	Maki	0,406	0,240	0,473	0,333	0,546	0,426	0,649	0,563
8	Herdemyeşil Ağaç	0,357	0,417	0,422	0,415	0,530	0,545	0,621	0,632
9	Herdemyeşil Ağaç	0,338	0,205	0,408	0,352	0,527	0,478	0,611	0,554
10	Bitki Yok	0,066	0,090	0,191	0,207	0,550	0,537	0,507	0,512
15	Maki	0,406	0,408	0,410	0,388	0,540	0,585	0,632	0,620
16	Maki	0,358	0,386	0,388	0,391	0,539	0,592	0,614	0,612
523	Bitki Yok	0,141	0,173	0,256	0,268	0,447	0,459	0,530	0,539
524	Yaprakdök en Ağac	0,374	0,358	0,410	0,388	0,510	0,527	0,623	0,604
525	Bitki Yok	0,268	0,226	0,304	0,255	0,588	0,534	0,579	0,554

Oluşturulmuş olan altı veri yapay sinir ağına girdi olarak kullanılmış ve 6 adet analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Öğrenme fonksiyonu sonrasında her bir veri tipi için önem oranları belirlenmiştir. Mimari "1.0" sayısına en yakın olan veri tipinin daha büyük bir oranda önem taşıdığını belirlemektedir (Tablo 7).

Tablo 7. Analiz veri önem matrisi

	ANALİZ I	ANALİZ II	ANALİZ III	ANALİZ IV	ANALİZ V	ANALİZ VI
BLUE6	1,85	1,75	-	-	2,04	1,66
GREEN6	1,64	1,95	-	-	1,91	1,55
RED6	3,08	3,70	-	-	1,98	1,62
NIR6	1,79	1,31	-	-	2,50	1,43
SWIR6	1,02	1,00	-	-	2,27	1,63
BLUE7	-	1,13	-	-	-	1,66
GREEN7	-	1,11	-	-	-	1,81
RED7	-	1,73	-	-	-	1,60
NIR7	-	1,15	-	-	-	1,71
SWIR7	-	1,32	-	-	-	1,58
SR2016	-	-	2,45	1,58	2,28	1,43
NDVI2016	-	-	2,45	1,77	1,78	1,19
WDRVI2016	-	-	1,80	1,69	1,43	1,08
SAVI2016	-	-	2,41	1,66	1,72	1,11
LAI2016	-	-	2,19	1,61	1,40	1,08

GCI2016	-	-	1,81	1,67	1,37	1,11
NDMI2016	-	-	1,96	1,69	1,66	1,09
EVI2016	-	-	1,58	1,64	1,14	1,08
SR2017	-	-	-	1,63	-	1,19
NDVI2017	-	-	-	1,73	-	1,16
WDRVI2017	-	-	-	1,68	-	1,16
SAVI2017	-	-	-	1,93	-	1,59
LAI2017	-	-	-	1,90	-	1,70
GCI2017	-	-	-	1,91	-	1,28
NDMI2017	-	-	-	1,73	-	1,15
EVI2017	-	-	-	1,70	-	1,09

Neural Designer yazılımı ile oluşturulan Tahmin formülü hazırlanmasında kullanılan veriler ve bunların önem dereceleri incelendiğinde en büyük öneme sahip veri tipleri olarak;

- Analiz I için SWIR6, Green6 ve NIR6,
- Analiz II için SWIR6, Green7 ve NIR7,
- Analiz III için EVI2016, WDRVI2016 ve GCI2016,
- Analiz IV için SR2016, LAI2016 ve SR2017,
- Analiz V için EVI2016, GCI2016 ve LAI2016,
- Analiz VI için WDRVI2016, LAI2016, EVI2016, NDMI2016, EVI2017, SAVI2016 ve GCI2016 olarak belirlenmiştir.

Sistem başarı oranları sistemde kullanılan önem sıralarının verimliliğini de test etmektedir. Örnek olarak Analiz I sırasında en önemli veri tipi olarak belirlenen R6, Green6 ve NIR6, beş veri tipi içerisindeki verimliliklerini ifade etmektedir. Ancak Analiz V sırasında belirlenen EVI2016, GCI2016 ve LAI2016 toplamda 13 veri setinin içerisindeki en verimli ve çalışma sırasında öneme sahip veri tipleri olarak ortaya çıkmaktadır. Veri tipi sayısı arttıkça oranların düşmesinin ana nedeni ise bu şekilde açıklanabilir. Bu nedenler göz önüne alındığında oluşturulan yapay sinir ağı modellerinin her birisi için daha geniş bir örnek alanda denemelerin yapılması gerekmektedir. Veri tipleri sadece girdi olarak sisteme tanımlanan veriler olmak zorundadır. Sorgulama sırasında sadece yansıma değerleri kullanılan bir analiz yöntemine bitki indeksi değerlerinden biri eklenememektedir.

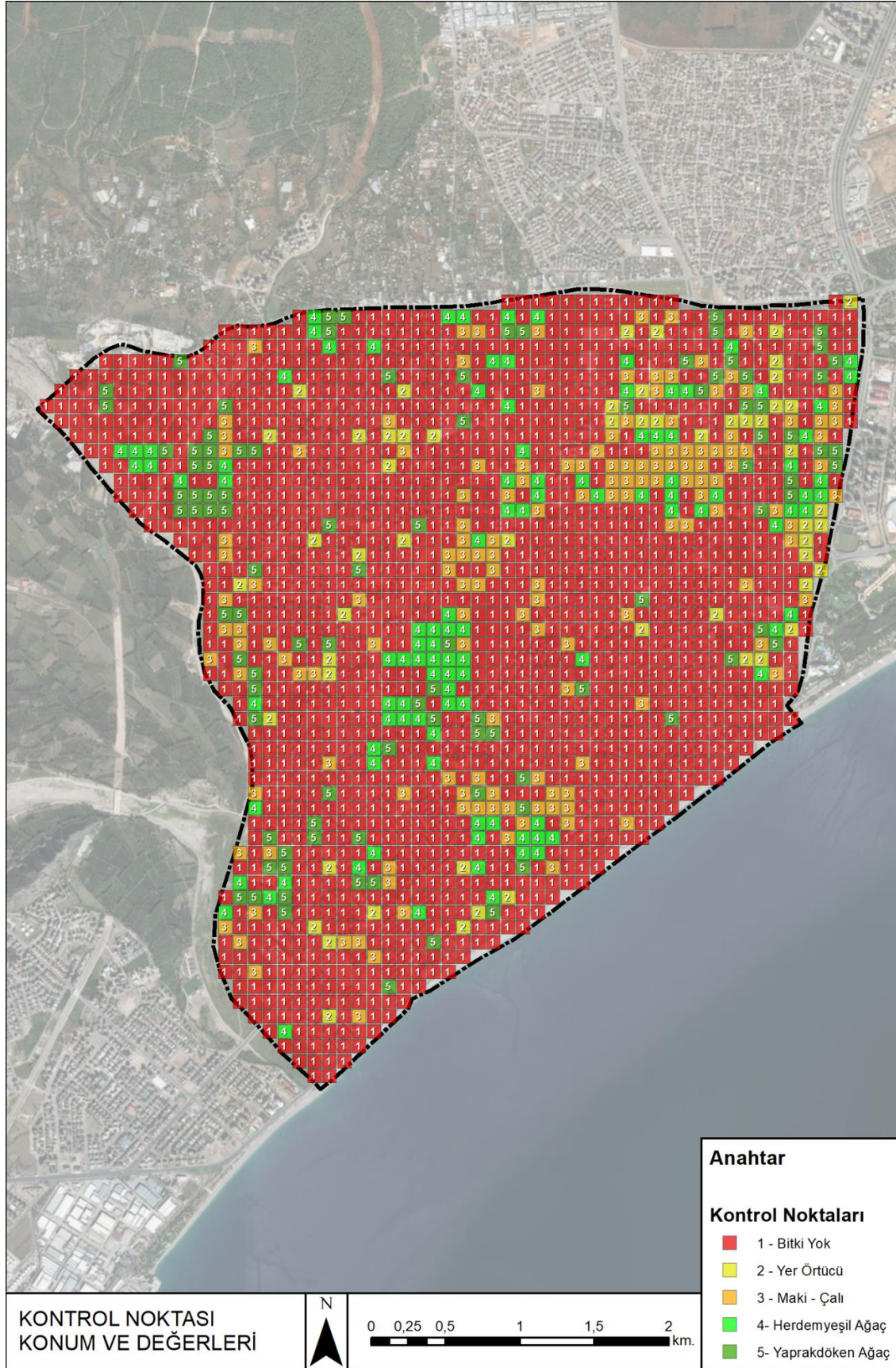
3.2. Yapay Sinir Ağı Modellerinin Verimliliğinin Kontrolü

Yapay sinir ağına tanıtılan verilerle oluşturulmuş analizlerin verimliliğini kontrol edebilmek amacıyla araştırma alanında 1.774 nokta için bitki örtüsü belirleme çalışması yapılmıştır. Kontrol noktası konum ve değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Analizlerin her birinde kullanılan veri tiplerine uygun olacak şekilde her biri için aynı tip veri girdisi seti hazırlanmıştır. Sistemin hazırlanmış olduğu önem seviyeleri ile hazırlanmış olan tahmin modelleri ile kontrol verileri "Veri Çıktı Fonksiyonu" (Export Output Data) ile değerlendirilmiştir. Veri kontrolünde kullanılan matrislerden örnek Tablo 8'de verilmiştir. Bu tahminler sistemin öğrenme fonksiyonu sırasında sisteme hedef (Target) olarak belirlenmiş olan beş tip bitki örtüsü kategorisi ile sınırlıdır. Ancak sistem % 100 tahminde bulunmamakta, her bir kategori için ayrı ayrı doğruluk oranı oluşturmaktadır. Oluşturulan tahminler 0 ve 1 değerleri arasında tahminlerden oluşmaktadır. Örnek olarak 1. kontrol noktası için "Bitki Yok" için 0,230, "Yer Örtücü" için 0,175, "Maki" için 0,169, "Herdemyeşil Ağaç" için 0,216 ve "Yaprakdöken Ağaç" için 0,210 değerlerini tahmin etmiştir. Bu 100 m²'lik alanda bitki örtüsünün de bulunmasının bir nedeni olarak görülebilir. Bununla beraber alanda bitki yoğunluğunun % 50'nin altında olması tahminlerin kısmi doğruluğunu göstermektedir. Arazi çalışması yapmadan bitki örtüsünün belirlenmesi hedeflendiğinden en yüksek orana sahip olan tahmin ana tahmin olarak kabul edilmektedir. Bu aşamada analizler için oluşturulmuş olan değerlendirme tabloları yorumlanmış ve başarı oranları test edilmiştir.

Tablo 8. Analiz I kontrol noktası verimlilik analizi

Ölçekleme Metodu	Ortalama Standart Sapma				Bitki Yok	1354	Bitki Yok	1320
Kayıp Değeri	Normalleştirilmiş Kare Hatası				Yer Örtücü	57	Her. Ağaç	29
Sıra Seçim Modeli	Artan Düzen				Maki	155	Maki	78
Girdi Seçimi	Artan Noktalar				Her. Ağaç	109	Her. Ağaç	66
Yapay Sinir Ağı Mimarisi	5	5	5	5	Yap. Ağaç	99	Ağaç	24
Öğrenme Katmanı	Hepsi	Yüzde Oran		85,0	Toplam Nokta	1774	Toplam Doğru	1517

SN	Gerçek	Tahmin	T. Sıra sı	Tutarlılık	Maks. Oran	Diğ. Oran	Fark	S. S.	Bitki Yok	Yer Ört.	Maki	Her. Ağaç	Yap. Ağaç
1	Bitki Yok	Bitki Yok	1	Doğru	0,230	0,230	0,00	0,027	0,230	0,175	0,169	0,216	0,210
2	Bitki Yok	Bitki Yok	1	Doğru	0,401	0,401	0,00	0,113	0,401	0,150	0,149	0,150	0,150
: . : . : . : . : . : . : . : . : . : . : .													
1773	Bitki Yok	Bitki Yok	1	Doğru	0,398	0,398	0,00	0,111	0,398	0,151	0,150	0,151	0,151
1774	Yer Ört.	Bitki Yok	2	Yanlış	0,310	0,185	0,12	0,062	0,310	0,185	0,168	0,166	0,170



Şekil 3. Kontrol noktası konum ve değerleri

Analiz I

Analiz I yönteminde değerlendirilen 5 veri tipi için kontrol matrisinde 5 veri tipi kullanılmış ve sistemin başarısı sorgulanmıştır. 25 sinir sayısı hesabı ile yapılan analizde % 85,513'lük bir başarı oranı elde edilmiştir. Tablo 9'da Analiz I ile oluşturulmuş tahmin matrisi ve Tablo 10'da tahminlerin toplam oranı verilmiştir. Tablo 9 arazideki bitki örtüsü değerleri ile Analiz I'deki tahminler ile oluşturulmuştur. Tabloda soldan sağa doğru verilmiş olan veriler arazideki bitki örtüsü için yapılan tahminleri, yukarıdan aşağıya olarak verilmiş olan değerler ise sistemin önerilerini içermektedir.

Tablo 9. Analiz I değerler ve tahmin matrisi

	Topla m	Bitki Yok	Yer Örtücü	Maki	Her. Ağaç	Yap. Ağaç	Yanlış Tahmi n
Arazideki Bitki Yok	1354	1320	7	8	5	14	34
Arazideki Yer Örtücü	57	20	29	4	1	3	43
Arazideki Maki	155	26	2	78	32	17	77
Arazideki Her. Ağaç	109	6	3	26	66	8	28
Arazideki Yap. Ağaç	99	23	6	24	22	24	75
Farklı Tahmin Sayısı		75	18	62	60	42	
Far. Tah. / Ger. Oranı		0,054	0,383	0,443	0,476	0,636	
Tahmin Toplamı	1774	1395	47	140	126	66	
Ger. ve Tah. Oranı		1,030	0,825	0,903	1,156	0,667	

Tablo 10. Analiz I değerler ve tahmin oranları matrisi

	Bitki Yok Oranı	Yer Örtücü Oranı	Maki Oranı	Her. Ağaç Oranı	Yap. Ağaç Oranı	Yanlış Oranı
Arazideki Bitki Yok	97,5	0,5	0,6	0,4	1,0	2,5
Arazideki Yer Örtücü	35,1	50,9	7,0	1,8	5,3	49,1
Arazideki Maki	16,8	1,3	50,3	20,6	11,0	49,7
Arazideki Her. Ağaç	5,5	2,8	23,9	60,6	7,3	39,4
Arazideki Yap. Ağaç	23,2	6,1	24,2	22,2	24,2	75,8

Analiz I sonuçları değerlendirildiğinde bitki örtüsü olmaması durumunun belirlenmesinde % 97,5 oranda doğru sonuçlara ulaşılmasına karşın, arazi örtüsünde bitki bulunan alanların tahmin edilme oranında düşüş olduğu görülmektedir. Özellikle Yaprakdöken Ağaçların belirlenmesinde Analiz I yöntemi % 24,2 başarı oranı yakalamış ve % 75,8 yanlış tahminde bulunmuştur. Buna karşın bitki örtüsü yapısı bakımından farklı özelliklerde olan 42 nokta için "Yaprakdöken Ağaç" tahmininde bulunmuştur. Yanlış tahmin bakımında en fazla hata 75 nokta için yapılan "Bitki Yok" tahminidir. Özellikle "Yaprakdöken Ağaç" olan 23 nokta "Bitki Yok" olarak sınıflanmıştır. Bunun en büyük sebebi olarak "Yaprakdöken Ağaç" tercih sırasının 2. veya 3.sırada kalarak, en yüksek değeri alması olarak belirlenmiştir. Analiz I tahmin tercih sıralaması Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Analiz I tahmin tercih sıralaması

	Bitki Yok	Yer Ört.	Maki	Her. Ağ.	Yap Ağ.
Doğru 1. Tercih Sırası	1320	29	78	66	24
Doğru 2. Tercih Sırası	21	13	61	19	29
Doğru 3. Tercih Sırası	6	2	11	9	38
Doğru 4. Tercih Sırası	6	4	1	12	6
Doğru 5. Tercih Sırası	1	9	4	3	2
Toplam Sayı	1354	57	155	109	99

Analiz II

Analiz II yönteminde değerlendirilen 10 veri tipi için kontrol matrisinde 10 veri tipi kullanılmış ve sistemin başarısı sorgulanmıştır. 100 sinir sayısı hesabı ile yapılan analizde % 87,824 'lük başarı oranı elde edilmiştir. İki ayrı uydu görüntüsü yansıma değerleri kullanılarak oluşturulmuş olan analizde oranın az da olsa arttığı gözlemlenmiştir. Tablo 12'de Analiz II ile oluşturulmuş tahmin matrisi ve Tablo 13'de tahminlerin toplam oranı verilmiştir.

Tablo 12. Analiz II değerler ve tahmin matrisi-1

	Topla m	Bitki Yok	Yer Örtücü	Maki	Her. Ağaç	Yap. Ağaç	Yanlış Tahmi n
Arazideki Bitki Yok	1354	1312	7	7	11	17	42
Arazideki Yer Örtücü	57	3	38	4	3	9	19
Arazideki Maki	155	14	9	89	27	16	66
Arazideki Her. Ağaç	109	8	2	25	61	13	48
Arazideki Yap. Ağaç	99	8	5	13	15	58	41
Farklı Tahmin Sayısı		33	23	49	56	55	
Far. Tah. / Ger. Oranı		0,025	0,377	0,355	0,479	0,487	
Tahmin Toplamı	1774	1345	61	138	117	113	
Ger. ve Tah. Oranı		1312	7	7	11	17	

Tablo 13. Analiz II değerler ve tahmin oranları matrisi-2

	Bitki Yok Oranı	Yer Örtücü Oranı	Maki Oranı	Her. Ağaç Oranı	Yap. Ağaç Oranı	Yanlış Oranı
Arazideki Bitki Yok	96,9	0,5	0,5	0,8	1,3	3,1
Arazideki Yer Örtücü	5,3	66,7	7,0	5,3	15,8	33,3
Arazideki Maki	9,0	5,8	57,4	17,4	10,3	42,6
Arazideki Her. Ağaç	7,3	1,8	22,9	56,0	11,9	44,0
Arazideki Yap. Ağaç	8,1	5,1	13,1	15,2	58,6	41,4

Analiz II sonuçları değerlendirildiğinde bitki örtüsü olmaması durumunun belirlenmesinde % 96,9 oranda doğru sonuçlara ulaşılmasına karşın, arazi örtüsünde bitki bulunan alanların tahmin edilme oranının % 50'nin biraz üzerinde olduğu görülmektedir. Özellikle Herdemyeşil Ağaçların belirlenmesinde Analiz II yöntemi % 56,0 başarı oranı yakalayabilmiş ve % 44,0 yanlış tahminde bulunmuştur. Arazi örtüsünde "Maki" olarak belirlenmiş olan noktaların 27'si için "Herdemyeşil Ağaç" tahmininde bulunmasının

yanında arazideki "Herdemyeşil Ağaç" olan noktalar için ise "Maki" tahmininde bulunmuştur. Bu analiz yönteminin bitki örtüsü tipleri arasında özellikle "Maki" olarak kategori edilmiş boy yapmayan bitki ve çalı topluluklarının ayırt edilmesinde sıkıntı yaşadığı belirlenmiştir. Analiz II tahmin tercih sıralamasında (Tablo 14) "Maki" tercih sırasının 2. değerinin 35 olması bu sonucu doğrulamaktadır.

Tablo 14. Analiz II tahmin tercih sıralaması

	Bitki Yok	Yer Ört.	Maki	Her. Ağ.	Yap. Ağ.
Doğru 1. Tercih Sırası	1312	38	89	61	58
Doğru 2. Tercih Sırası	27	10	35	27	20
Doğru 3. Tercih Sırası	9	4	13	10	8
Doğru 4. Tercih Sırası	5	5	7	9	10
Doğru 5. Tercih Sırası	1	0	11	2	3
Toplam Sayı	1354	57	155	109	99

Analiz III

Analiz III yönteminde değerlendirilen 8 veri tipi için kontrol matrisinde 8 veri tipi kullanılmış ve sistemin başarısı sorgulanmıştır. 64 sinir sayısı hesabı ile yapılan analizde % 85,287'lik bir başarı oranı elde edilmiştir. Temmuz ayına ait Sentinel II uydu görüntüsü bitki indeks değerinin kullanılması ile oluşturulan analizde oranın Analiz I ile neredeyse eş değer oranda olduğu gözlemlenmiştir. Tablo 15'de Analiz III ile oluşturulmuş tahmin matrisi ve Tablo 16'da tahminlerin oranı verilmiştir.

Tablo 15. Analiz III değerler ve tahmin oranları matrisi-1

	Topla m	Bitki Yok	Yer Örtücü	Maki	Her. Ağaç	Yap. Ağaç	Yanlış Tahmi n
Arazideki Bitki Yok	1354	1300	11	16	6	21	54
Arazideki Yer Örtücü	57	6	30	7	5	9	27
Arazideki Maki	155	11	11	103	13	17	52
Arazideki Her. Ağaç	109	9	4	31	42	23	67
Arazideki Yap. Ağaç	99	10	16	15	20	38	61
Farklı Tahmin Sayısı		36	42	69	44	70	
Far. Tah. / Ger. Oranı		0,027	0,583	0,401	0,512	0,648	
Tahmin Toplamı	1774	1336	72	172	86	108	
Ger. ve Tah. Oranı		0,987	1,263	1,110	0,789	1,091	

Tablo 16. Analiz III değerler ve tahmin oranları matrisi-2

	Bitki Yok Oranı	Yer Örtücü Oranı	Maki Oranı	Her. Ağaç Oranı	Yap. Ağaç Oranı	Yanlış Oranı
Arazideki Bitki Yok	96,0	0,8	1,2	0,4	1,6	4,0
Arazideki Yer Örtücü	10,5	52,6	12,3	8,8	15,8	47,4
Arazideki Maki	7,1	7,1	66,5	8,4	11,0	33,5
Arazideki Her. Ağaç	8,3	3,7	28,4	38,5	21,1	61,5
Arazideki Yap. Ağaç	10,1	16,2	15,2	20,2	38,4	61,6

Analiz III sonuçları değerlendirildiğinde bitki örtüsü olmaması durumunun belirlenmesinde % 96,0 oranda doğru sonuçlara ulaşılmasına karşın, arazi örtüsünde bitki bulunan alanların tahmin edilmesinde özellikle "Herdemyesil Ağaç" ve "Yaprakdöken Ağaç" doğruluk oranının % 40'ın altında olduğu görülmektedir. Özellikle Yaprakdöken Ağaçların belirlenmesinde Analiz III yöntemi % 35,4 başarı oranı yakalayabilmiş ve % 61,6 yanlış tahminde bulunmuştur. Aynı şekilde belirlenmiş olan noktaların 46'sı sistem tarafından ikinci sırada tutulmuştur. Bu tercih sırasında oranların dikkatlice incelenmesi gerektiğini göstermektedir. Analiz III tahmin tercih sıralamasında (Tablo 17) "Maki" tercih sırasının 2. değerinin 61 olması bu sonucu doğrulamaktadır.

Tablo 17. Analiz III tahmin tercih sıralaması

	Bitki Yok	Yer Ört.	Maki	Her. Ağ.	Yap. Ağ.
Doğru 1. Tercih Sırası	1300	30	103	42	38
Doğru 2. Tercih Sırası	37	4	23	46	19
Doğru 3. Tercih Sırası	9	8	19	11	18
Doğru 4. Tercih Sırası	6	7	8	9	18
Doğru 5. Tercih Sırası	2	8	2	1	6
Toplam Sayı	1354	57	155	109	99

Analiz IV

Analiz IV yönteminde değerlendirilen 16 veri tipi için kontrol matrisinde 16 veri tipi kullanılmış ve sistemin başarısı sorgulanmıştır. 256 sinir sayısı hesabı ile yapılan analizde % 88,895'lik bir başarı oranı elde edilmiştir. 2016 yılı Temmuz ayına ve 2017 yılı Şubat ayına ait Sentinel II uydu görüntülerinden oluşturulmuş bitki indeks değerinin kullanılması ile oluşturulan analizde tahmin başarısı oranının yükselmekte olduğu gözlemlenmiştir. Tablo 18'de Analiz IV ile oluşturulmuş tahmin matrisi ve Tablo 19'da tahminlerin toplam oranı verilmiştir.

Tablo 18. Analiz IV değerler ve tahmin oranları matrisi-1

	Topla m	Bitki Yok	Yer Örtücü	Maki	Her. Ağaç	Yap. Ağaç	Yanlış Tahmi n
Arazideki Bitki Yok	1354	1328	9	6	4	7	26
Arazideki Yer Örtücü	57	6	37	3	3	8	20
Arazideki Maki	155	14	8	93	25	15	62
Arazideki Her. Ağaç	109	5	1	31	65	7	44
Arazideki Yap. Ağaç	99	10	2	21	12	54	45
Farklı Tahmin Sayısı		35	20	61	44	37	
Far. Tah. / Ger. Oranı		0,026	0,351	0,396	0,404	0,407	
Tahmin Toplamı	1774	1363	57	154	109	91	
Ger. ve Tah. Oranı		1,007	1,000	0,994	1,000	0,919	

Tablo 19. Analiz IV değerler ve tahmin oranları matrisi-2

	Bitki Yok Oranı	Yer Örtücü Oranı	Maki Oranı	Her. Ağaç Oranı	Yap. Ağaç Oranı	Yanlış Oranı
Arazideki Bitki Yok	98,1	0,7	0,4	0,3	0,5	1,9
Arazideki Yer Örtücü	10,5	64,9	5,3	5,3	14,0	35,1

Arazideki Maki	9,0	5,2	60,0	16,1	9,7	40,0
Arazideki Her. Ağaç	4,6	0,9	28,4	59,6	6,4	40,4
Arazideki Yap. Ağaç	10,1	2,0	21,2	12,1	54,5	45,5

Analiz IV sonuçları değerlendirildiğinde bitki örtüsü olmaması durumunun belirlenmesinde % 98,1 oranda doğru sonuçlara ulaşılmasına karşın, arazi örtüsünde bitki bulunan alanların tahmin edilmesinde doğruluk oranının % 65'in altında olduğu görülmektedir. Özellikle Yaprakdöken Ağaçların belirlenmesinde Analiz IV yöntemi % 54,5 başarı oranı yakalayabilmiş ve % 45,5 yanlış tahminde bulunmuştur. Analiz IV tahminlerinde özellikle 31 noktada "Yapraklı Ağaç" olarak tanımlanmış alanların "Maki" olarak tahmin edilmesi ile 25 noktada "Maki" olarak tanımlanmış alanların "Yapraklı Ağaç" olarak tahmin edilmesi iki bitki örtüsü tipinin belirlenmesinde Analiz IV'ün başarısız olduğunu göstermektedir. Bu durum iki arazi örtüsü tipinin tercih sıralaması (Tablo 20) 2. değerlerinin çok yüksek olması ile doğru orantılıdır.

Tablo 20. Analiz IV tahmin tercih sıralaması

	Bitki Yok	Yer Ört.	Maki	Her. Ağ.	Yap. Ağ.
Doğru 1. Tercih Sırası	1328	37	93	65	54
Doğru 2. Tercih Sırası	18	10	33	25	16
Doğru 3. Tercih Sırası	6	6	17	13	15
Doğru 4. Tercih Sırası	2	3	7	2	6
Doğru 5. Tercih Sırası	0	1	5	4	8
Toplam Sayı	1354	57	155	109	99

Analiz V

Analiz V yönteminde değerlendirilen 13 veri tipi için kontrol matrisinde 13 veri tipi kullanılmış ve sistemin başarısı sorgulanmıştır. 169 sinir sayısı hesabı ile yapılan analizde % 87,711 'lik bir başarı oranı elde edilmiştir. Analiz sırasında 2016 yılı Temmuz ayına ait Sentinel II uydu görüntüsü yansıma değerleri ve bunlardan oluşturulmuş bitki indeks değerleri kullanılmıştır. Analiz V'e göre sinir ağı sayısının ve veri tipinin azalması tahmin veriminin azalmasına neden olmuş olabilir. Tablo 21'de Analiz V ile oluşturulmuş tahmin matrisi ve Tablo 22'de tahminlerin toplam oranı verilmiştir.

Tablo 21. Analiz V değerler ve tahmin oranları matrisi-1

	Topla m	Bitki Yok	Yer Örtücü	Maki	Her. Ağaç	Yap. Ağaç	Yanlış Tahmi n
Arazideki Bitki Yok	1354	1306	6	8	13	21	48
Arazideki Yer Örtücü	57	9	38	1	4	5	19
Arazideki Maki	155	11	4	102	23	15	72
Arazideki Her. Ağaç	109	7	2	20	63	17	46
Arazideki Yap. Ağaç	99	13	7	16	16	47	52
Farklı Tahmin Sayısı		40	19	45	56	58	
Far. Tah. / Ger. Oranı		0,030	0,333	0,306	0,471	0,552	
Tahmin Toplamı	1774	1346	57	147	119	105	
Ger. ve Tah. Oranı		1306	6	8	13	21	48

Tablo 22. Analiz V değerler ve tahmin oranları matrisi-2

	Bitki Yok Oranı	Yer Örtücü Oranı	Maki Oranı	Her. Ağaç Oranı	Yap. Ağaç Oranı	Yanlış Oranı
Arazideki Bitki Yok	96,5	0,4	0,6	1,0	1,6	3,5
Arazideki Yer Örtücü	15,8	66,7	1,8	7,0	8,8	33,3
Arazideki Maki	7,1	2,6	65,8	14,8	9,7	34,2
Arazideki Her. Ağaç	6,4	1,8	18,3	57,8	15,6	42,2
Arazideki Yap. Ağaç	13,1	7,1	16,2	16,2	47,5	52,5

Analiz V sonuçları değerlendirildiğinde bitki örtüsü olmaması durumunun belirlenmesinde % 96,5 oranda doğru sonuçlara ulaşılmasına karşın, arazi örtüsünde "Yaprakdöken Ağaç" doğruluk oranının % 47,5 olduğu görülmektedir. Analiz V tahminlerinde "Herdemyeşil Ağaç" ve "Maki" tahminlerinde (Tablo 23) 2. değerlerinin çok yüksek olması sistemin tahmin oranlarının birbirine çok yakın olmasının bir sonucudur.

Tablo 23. Analiz V tahmin tercih sıralaması

	Bitki Yok	Yer Ört.	Maki	Her. Ağ.	Yap. Ağ.
Doğru 1. Tercih Sırası	1306	38	102	63	47
Doğru 2. Tercih Sırası	26	7	31	24	18
Doğru 3. Tercih Sırası	12	7	12	10	15
Doğru 4. Tercih Sırası	7	4	7	6	12
Doğru 5. Tercih Sırası	3	1	3	6	7
Toplam Sayı	1354	57	155	109	99

Analiz VI

Analiz VI yönteminde değerlendirilen 26 veri tipi için kontrol matrisinde 26 veri tipi kullanılmış ve sistemin başarısı sorgulanmıştır. 676 sinir sayısı hesabı ile yapılan analizde % 95,490 'lık bir başarı oranı elde edilmiştir. Analiz sırasında 2016 yılı Temmuz ayı ve 2017 yılı Şubat ayına ait Sentinel II uydu görüntüsü yansıma değerleri ve bunlardan oluşturulmuş bitki indeks değerlerinin kullanılmıştır. Bütün analizler içerisinde çok sayıda veri kullanılması ve yapay sinir ağı mimarisinin 676 gibi yüksek bir yapıda olması sistemin verimliliğini arttırmaktadır. Yapısal olarak veri tiplerinin çok olması kontrol açısından sisteme daha fazla veri girdisini de sağlamaktadır. Özellikle verilerin önemlerinin birbirine yakın olması her tip verinin analize dahil edildiğini göstermektedir. Tablo 24'de Analiz VI ile oluşturulmuş tahmin matrisi ve Tablo 25'de tahminlerin toplam oranı verilmiştir.

Tablo 24. Analiz VI değerler ve tahmin oranları matrisi-1

	Toplam	Bitki Yok	Yer Örtücü	Maki	Her. Ağaç	Yap. Ağaç	Yanlış Tahmin
Arazideki Bitki Yok	1354	1340	3	2	4	5	14
Arazideki Yer Örtücü	57	3	48	2	0	4	9
Arazideki Maki	155	4	6	129	6	10	26
Arazideki Her. Ağaç	109	1	0	6	101	1	8
Arazideki Yap. Ağaç	99	5	4	10	4	76	23
Farklı Tahmin Sayısı		13	13	20	14	20	
Far. Tah. / Ger. Oranı		0,010	0,213	0,134	0,122	0,208	
Tahmin Toplamı	1774	1353	61	149	115	96	

Ger. ve Tah. Oranı		0,999	1,070	0,961	1,055	0,970
---------------------------	--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Tablo 25. Analiz VI değerler ve tahmin oranları matrisi-2

	Bitki Yok Oranı	Yer Örtücü Oranı	Maki Oranı	Her. Ağaç Oranı	Yap. Ağaç Oranı	Yanlış Oranı
Arazideki Bitki Yok	99,0	0,2	0,1	0,3	0,4	1,0
Arazideki Yer Örtücü	5,3	84,2	3,5	0,0	7,0	15,8
Arazideki Maki	2,6	3,9	83,2	3,9	6,5	16,8
Arazideki Her. Ağaç	0,9	0,0	5,5	92,7	0,9	7,3
Arazideki Yap. Ağaç	5,1	4,0	10,1	4,0	76,8	23,2

Analiz VI sonuçları değerlendirildiğinde bitki örtüsü olmaması durumunun belirlenmesinde % 99,0 oranda doğru sonuçlara ulaşılmıştır. Arazi örtüsünde bitki bulunan alanların tümünde başarı oranları %76,8'in üzerindedir. "Yaprak döken Ağaç" doğruluk oranının % 23,2 olduğu görülmektedir. Analiz VI tahminlerinde 10 noktada arazideki "Herdemyeşil Ağaç"lar "Maki" olarak tahmin edilmiştir. Bu tahminlerden 8 tanesi tahmin sırasında 2. Sırada yer almaktadır (Tablo 26).

Tablo 26. Analiz VI tahmin tercih sıralaması

	Bitki Yok	Yer Ört.	Maki	Her. Ağ.	Yap. Ağ.
Doğru 1. Tercih Sırası	1340	48	129	101	76
Doğru 2. Tercih Sırası	11	5	11	5	9
Doğru 3. Tercih Sırası	3	2	10	1	8
Doğru 4. Tercih Sırası	0	2	3	2	2
Doğru 5. Tercih Sırası	0	0	2	0	4
Toplam Sayı	1354	57	155	109	99

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapay sinir ağlarının bir takım özelliklere sahip olması onu bilinen klasik bilgi işleme tekniklerinden ayırmaktadır. Bu yönüyle verilerin girdi değerlerine karşılık çıktı değerleri üreten akıllı bir "kara kutu modeli" olarak da bilinmektedir. Sinir ağlarının kara kutu olarak algılanması, ağın içerisinde ve işleyişinde neler olduğunun bilinmemesi bu duruma sebep olan en önemli etmenlerden biridir. Ancak veri madenciliği olarakta adlandırılan bu yöntem ile az sayıda veri ile çok daha güvenli analizler gerçekleştirebilmek mümkündür. Araştırma sırasında aynı arazi örtüsü için yapılan altı ayrı analizde değişik sonuçlar elde edilmiştir. YSA ile elde edilen veriler başarılı bir şekilde öğretilmiştir. Test veri setiyle sorgulanan ağın yansıma tahmin değerleri ile gözlem yapılarak elde edilen değerlerle örtüşmektedir. Oluşturulan YSA, 'zaman'ın yanı sıra 'konum' girdisi de kullanılarak eğitilmiş ve bu ağla bitki doku tespiti değerlerinin özellikle Analiz IV yönteminde nispeten küçük hata toleransı ile ve uygulamada kullanılabilir doğrulukta belirlenebileceği tespit edilmiştir. Yapay Sinir Ağı teknolojisinin imkanları ile oluşturulmuş olan analizlere ait başarı oranları Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. Analizler ve tahmin başarı oranları

	ANALİZ I	ANALİZ II	ANALİZ III	ANALİZ IV	ANALİZ V	ANALİZ VI
Bitki Yok	97,5	96,9	96,0	98,1	96,5	99,0
Yer Örtücü	50,9	66,7	52,6	64,9	66,7	84,2
Maki	50,3	57,4	66,5	60,0	65,8	83,2
Her. Ağaç	60,6	56,0	38,5	59,6	57,8	92,7
Yap. Ağaç	24,2	58,6	38,4	54,5	47,5	76,8

Baş. Oranı	85,5	87,8	85,3	88,9	87,7	95,5
------------	------	------	------	------	------	------

Girdilerin eklenmesiyle gerçekleşen performans iyileşmeleri, eklenen girdilerin salt etkisine bağlı olmamaktadır. Bu iyileşmeler elbette eklenen girdilerin katkısı olarak gerçekleşmekle beraber, çoklu regresyonlarda olduğu gibi diğer girdilerle birlikte kullanımları bu artış oranını yükseltebilmektedir. Diğer bir ifadeyle; uygun her girdi tek başına ağ performansına belli bir katkı sağlamaktadır. Ancak diğer girdilerle birlikte kullanıldıklarında ilave bir katkı da elde edilebilmektedir. Bu özellikleriyle de YSA, çoklu regresyonlara benzerlik göstermektedirler. Bitki Örtüsü varlığının belirlenmesinde her analiz yöntemi % 96'lık bir değer üzerinde doğruluk sağlamıştır. Bu sebeple sadece bitki örtüsünün olup olmaması durumunun incelenmesinde 5 yansıma değerine sahip olan 25 yapay sinir ağı mimarisindeki Analiz I'nın kullanılması bile yeterli olacaktır.

Ancak arazi örtüsündeki farklılıkların belirlenmesi hedefleniyorsa sadece bir tek uydu görüntüsü verilerine sahip olan Analiz I, Analiz III ve Analiz V özellikle yaprakdöken ağaç türlerinin belirlenmesi ve diğer bitki örtülerinden ayırt edilmesi konularında yetersiz kalmaktadır. Bunun ana nedenlerinden birisi olarak yapay sinir ağı tarafından oluşturulan sistemin, sadece Temmuz ayı verisi ile oluşturulmuş olan verileri kullanarak yaprakdöken ve herdemyeşil bitkiler arasında farkı ayırt edilemiyor olması gösterilebilir. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan ayırt eden en büyük özelliği birden fazla zamana ait uydu görüntüsü verilerinin aynı anda değerlendirmeye alınmasıdır. Bu yapı Analiz II, Analiz IV ve Analiz VI'da bitki örtüsü tiplerinin daha net belirlenmesi ile doğrulanmaktadır. Gerçek değerlere daha yakın sonuçlar elde edebilmek amacıyla, 'zaman, konum' girdilerine 'bitki indeks' de eklenerek oluşturulan ağ eğitilmiştir. 'Zaman' girdisinden başlayarak, tüm konum girdileriyle eğitilen YSA'ya ulaşıncaya kadar, eklenen her girdiye karşılık tedricen gelişen iyileşmelerle belli bir ağ performansına ulaşılmıştır.

Yürütülen bu çalışmanın sonucunda, araştırmaya konu olan alanın bitki örtüsüne ait yansıma değerlerinin mevsimden mevsime değiştiği tespit edilmiştir. Yansıma ortalama değerleri yaz mevsiminde en yüksek kış mevsiminde ise en düşük bulunmuştur. Bitki örtüsü analizleri ile kolayca elde edilen bitki özelliklerinin girdi olarak kullanıldığı YSA'lar ile yansıma değerlerinin ve bitki indekslerinin tahminlenebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bitki dokusu tahminlerken yansıma ile yüksek korelasyon gösteren bağımsız değişkenlerin sonuç üzerine doğrudan ve dolaylı etkilerinin belirlenmesi, gerek eğitilen ağı öğrenme başarısı, gerekse araştırmacıya zaman kazandırması bakımından önemlidir. Yansıma değerleri uydu görüntüleri ve bitki indeksleri içeriğinin bitki dokusunu tahminleyen YSA'larda kullanılabileceği belirlenmiştir. Özellikle mevsimsellikten etkilenen değişkenleri tahminleyen ağlar eğitilirken girdi olarak mevsimlerin kullanılmasının tahminleme gücünü yükseltebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda ortaya çıkan en önemli sonuçlardan birisi ise bitki örtüsü çalışmalarında kullanılabilecek veri tiplerinin sınıflandırması olmuştur. Sistem mimarisini oluşturulurken girdi olarak sisteme tanıtılan verilerin vermiş oldukları katkılar her bir analizde değişiklik göstermektedir.

Bu nedenle önem kat sayıları belirlenirken, her bir analizin başarı oranı ve analizde verilerin kullanım katsayıları birleştirilerek "Ağırlıklı Veri Katsayı Oranları" (Tablo 28) oluşturulmuştur.

Tablo 28. Ağırlıklı veri katkı oranları

	ANALİZ	I	II	III	IV	V	VI	
	Veri Tipi	85,5	87,8	85,3	88,9	87,7	95,5	Ağırlıklı Değer
1	BLUE6	1,85	1,75	-	-	2,04	1,66	2,06
2	GREEN6	1,64	1,95	-	-	1,91	1,55	1,99
3	RED6	3,08	3,7	-	-	1,98	1,62	2,94
4	NIR6	1,79	1,31	-	-	2,5	1,43	1,98

5	SWIR6	1,02	1	-	-	2,27	1,63	1,66
6	BLUE7	-	1,13	-	-	-	1,66	1,51
7	GREEN7	-	1,11	-	-	-	1,81	1,58
8	RED7	-	1,73	-	-	-	1,6	1,82
9	NIR7	-	1,15	-	-	-	1,71	1,55
10	SWIR7	-	1,32	-	-	-	1,58	1,58
11	SR2016	-	-	2,45	1,58	2,28	1,43	2,19
12	NDVI2016	-	-	2,45	1,77	1,78	1,19	2,03
13	WDRVI2016	-	-	1,8	1,69	1,43	1,08	1,69
14	SAVI2016	-	-	2,41	1,66	1,72	1,11	1,95
15	LAI2016	-	-	2,19	1,61	1,4	1,08	1,78
16	GCI2016	-	-	1,81	1,67	1,37	1,11	1,68
17	NDMI2016	-	-	1,96	1,69	1,66	1,09	1,81
18	EVI2016	-	-	1,58	1,64	1,14	1,08	1,53
19	SR2017	-	-	-	1,63	-	1,19	1,54
20	NDVI2017	-	-	-	1,73	-	1,16	1,58
21	WDRVI2017	-	-	-	1,68	-	1,16	1,55
22	SAVI2017	-	-	-	1,93	-	1,59	1,92
23	LAI2017	-	-	-	1,9	-	1,7	1,96
24	GCI2017	-	-	-	1,91	-	1,28	1,74
25	NDMI2017	-	-	-	1,73	-	1,15	1,58
26	EVI2017	-	-	-	1,7	-	1,09	1,53

Çalışma sonucunda yansıma değerlerinden; 2017 yılı Sentinel II uydu görüntüsüne ait Bant2 – Blue7 (Mavi), Bant3 – Green7 (Mavi), Bant 8 – NIR7 (Yakın Kızılötesi) ve Bant 11 – SWIR7 (Kısa Dalga Kızılötesi), Bitki İndeksi değerlerinden 2016 yılı Sentinel II uydu görüntüsünden oluşturulan EVI2016, 2017 yılı Sentinel II uydu görüntüsünden oluşturulan SR2017, NDVI2017, WDRVI2017, NDMI2017 ve EVI2017'nin en değerli veriler olduğu belirlenmiştir. Elde edilen ağırlıklı değerlendirme ışığında iki ayrı zamana ait uydu görüntüsünün kullanılmasının ve özellikle vejetasyon dönemleri bakımından aktif olmayan zamanlardan alınacak verilerin bitki örtüsü belirleme çalışmalarında çok daha büyük bir önem arz ettiği belirlenmiştir. Yapay sinir ağı, deneysel çalışmalarda materyale bağlı olarak oluşan ekonomik kayıp, zaman kaybı, deney aletlerinin hassasiyetlerinden kaynaklanan ölçüm hataları, gibi hususlardan kaçınabilmeyi sağlamaktadır. Ayrıca, tasarlanan YSA ara değerlerin yani deneysel olarak elde edilmeyen sonuçlara ulaşılabilmesini de sağlayabilmektedir.

Yapay sinir ağlarının çözümlenmek istenen probleme kolay adapte olabilmek özellikleri, az sayıda veriye ve parametreye rağmen oldukça başarılı sonuçlar üretebilmesi de sinir ağlarının hemen hemen her bilim dalında oldukça yaygın bir şekilde kullanımına neden olmuştur. Peyzaj Mimarlığı meslek disiplini içinde yapay sinir ağlarının kullanımının gün geçtikçe artacağı yadsınamaz bir gerçektir. Yapılan bu çalışmanın peyzaj mimarlığı meslek disiplini içinde bu türden diğer çalışmalar için bir temel oluşturabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Alves, I., Pereira, L.S., 2000. Non-water-stressed baselines for irrigation scheduling with infrared thermometers: A new approach. Irrigation Science, 19:101-106.

- Arora, V., 2002. Modeling vegetation as a dynamic component in soil-vegetation-atmosphere transfer schemes and hydrological models. *Reviews of Geophysics*, 40(2), 3-1.
- Brown, K.W., Rosenberg, N.J., 1973. A resistance model to predict evapotranspiration and its application to a sugar beet field. *Agronomy J.*, 65(3):341-347.
- Duran, C., 2007. Uzaktan algılama teknikleri ile bitki örtüsü analizi. *Doa Dergisi*, 13, 45-67.
- Fitzgerald, G.J., Hunsaker, D.J., Barnes, E.M., Clarke, T.R., Lesch, S.M., Roth, R., Pinter Jr, P.J., 2003. Estimating Cotton Crop Water Use From Multispectral Aerial Imagery. In *Irrigation Associations Exposition And Technical Conference*, San Diego, Ca, Nov. 18-20. PP.138-148.
- Gitelson, A. A., 2004. Wide dynamic range vegetation index for remote quantification of biophysical characteristics of vegetation. *Journal of plant physiology*, 161(2), 165-173.
- Hatfield, J.L., Reginato, R.J., Idso, S.B., 1984. Evaluation of canopy temperature-evapotranspiration models over various crops. *Agricultural and Forest Meteorology*, 32:41-53.
- Huete, A., 1988. Huete, AR A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*. *Remote sensing of environment*, 25, 295-309.
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. P., Gao, X., Ferreira, L. G., 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote sensing of environment*, 83(1-2), 195-213.
- Hunsaker, D.J., Pinter Jr, P.J., Fitzgerald, G.J., Clarke, T.R., Kimball, B.A., Barnes, E.M., 2003. Tracking Spatial And Temporal Cotton Dt Patterns With A Normalized Difference Vegetation Index. *Irrigation Associations Exposition And Technical Conference Proceedings*. Pp. 126-137.
- Idso, S.B., Pinter, Jr., P.J., Reginato, R.J., 1990. Non-water stressed baselines: the importance of site selection for air temperature and air vapour pressure deficit measurements. *Agricultural and Forest Meteorology*, 53:73-80.
- Jackson, R.D., 1984. Remote sensing of vegetation characteristics for farm management. Reprinted from *SPIE Vol.475-Sixth in the SPIE Critical Reviews of Technology Series: Remote Sensing*, 475:81-96.
- Jackson, R.D., Reginato, R.J., Idso, S.B., 1977. Wheat canopy temperature: A practical tool for evaluating water requirements, *Water Resources Research*, 13(3):651-656.
- Jackson, R. D., Pinter, Jr., P.J., Reginato, R.J., Idso, S.B., 1980. Hand - held radiometry. A set of notes developed for use at the workshop on hand-held radiometry. Phoenix, Ariz., February 25 -26, 1980.
- Janki, S., Klop, K. W., Dooper, I. M., Weimar, W., Ijzermans, J. N., Kok, N. F., 2015. More than a decade after live donor nephrectomy: a prospective cohort study. *Transplant International*, 28(11), 1268-1275.
- Jensen, J. R., 2007. Remote sensing of vegetation. *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Kara, F., Karatepe, A., 2012. UZAKTAN ALGILAMA TEKNOLOJİLERİ İLE BEYKOZ İLÇESİ (1986-2011) ARAZI KULLANIMI DEĞİŞİM ANALİZİ. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (25), 378-389.
- Kimura, R., Okada, S., Miura, H., Kamichika, M., 2004. Relationships among the leaf area index, moisture availability, and spectral reflectance in an upland rice field. *Agricultural Water Management*, 69:83-100.
- Kocal, B., 2017. Unifying remote sensing and web GIS infrastructure design and implementation of weighted overlay analysis on vegetation indices (Doctoral dissertation, Bilişim Enstitüsü).
- Köksal, E., 2007. Sulama suyu yönetiminde uzaktan algılama tekniklerinin kullanımı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(3), 306-315.
- Kustas, W.P., Daughtry, C.S.T., 1990. Estimation of the soil heat flux/net radiation ratio from spectral data. *Agricultural and Forest Meteorology*. 49:205-223.

- Los, S. O., Pollack, N. H., Parris, M. T., Collatz, G. J., Tucker, C. J., Sellers, P. J., Dazlich, D. A., 2000. A global 9-yr biophysical land surface dataset from NOAA AVHRR data. *Journal of Hydrometeorology*, 1(2), 183-199.
- Manandhar, A., Torriane, P. A., Collins, L. M., Morton, K. D., 2014. Multiple-instance hidden Markov model for GPR-based landmine detection. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, 53(4), 1737-1745.
- McDonald, J. M., Douglass, E. C., Fisher, R., Geiser, C. F., Krill, C. E., Strong, L. C., Huff, V., 1998. Linkage of familial Wilms' tumor predisposition to chromosome 19 and a two-locus model for the etiology of familial tumors. *Cancer research*, 58(7), 1387-1390.
- Meydan, H.S.T., 2008. Yukarı Seyhan Havzası'nda uzaktan algılama yöntemleri ile arazi örtüsünün sınıflandırılması ve bazı orman meşcerelerinde verimliliğin modellenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Doktoraz Tezi, 210 s.
- Moran, M.S., Inou, Y., Barnes, E.M., 1997. Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. *Remote Sens. Environ.*, 61:319-346.
- Moran, M.S., Clarke, T.R., Inoue, Y., Vidal, A., 1994. Estimating crop water deficit using the relation between surface – air temperature and spectral vegetation index. *Remote Sens. Environ.*, 49:246-263.
- Penuelas, J., Gamon, J.A., Fredeen, A.L., Merino, J., Field, C.B., 1994. Reflectance Indices Associated with physiological changes in nitrogen-and water – limited sunflower leaves. *Remote Sens. Environ.*, 48:135-146.
- Peper, P. J., McPherson, E. G., 2003. Evaluation of four methods for estimating leaf area of isolated trees. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2(1), 19-29.
- Pinter, P.J. JR., Hatfield, J.L., Schepers, J.S., Barnes, E.m., Moran, S.M., Daughtry, C.S.T., Upchurch, D.R., 2003. Remote sensing for crop management. *Photogrammetric Engineering&Remote Sensing*, 69(6):647-664.
- Seguin, B., Courault, D., Guerif, M., 1994. Surface temperature and evapotranspiration: Application of local scale methods to regional scales using satellite data. *Remote Sens. Environ.*, 49:287-295.
- Sellers, P. J., Randall, D. A., Collatz, G. J., Berry, J. A., Field, C. B., Dazlich, D. A., Bounoua, L., 1996. A revised land surface parameterization (SiB2) for atmospheric GCMs. Part I: Model formulation. *Journal of climate*, 9(4), 676-705.
- Stone, L.R., Horton M.L., 1974. Estimating Evapotranspiration using canopy temperatures: Field evaluation, *Agronomy J.*, 66:450-454.
- Tucker, C. J., Pinzon, J. E., Brown, M. E., Slayback, D. A., Pak, E. W., Mahoney, R., El Saleous, N., 2005. An extended AVHRR 8-km NDVI dataset compatible with MODIS and SPOT vegetation NDVI data. *International Journal of Remote Sensing*, 26(20), 4485-4498.
- Wang, Q., Tenhunen, J. D., 2004. Vegetation mapping with multitemporal NDVI in North Eastern China transect (NECT). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 6(1), 17-31.
- Yıldız, H., Mermer, A., Ünal, E., & Akbaş, F., 2012. Türkiye bitki örtüsünün NDVI verileri ile zamansal ve mekansal analizi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 50-56.